

Pertemuan V: Dasar Selular Reproduksi dan Pola Pewarisan Sifat



Program Tingkat Persiapan Bersama IPB
2011

Hubungan Antara Pembelahan Sel dan Reproduksi

Bagaimana Bintang Laut Diproduksi: *Melalui dan Tanpa Reproduksi Seksual*

- Siklus hidup organisme multiselular meliputi:
 - Pertumbuhan/Perkembangan
 - Reproduksi
- Pembelahan sel merupakan pusat reproduksi sel dan organisme

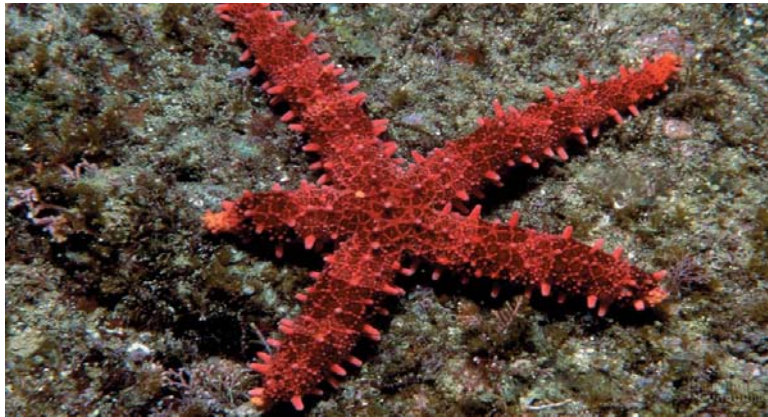


- Perkembangan embrio (morula) bintang laut
- Kluster sel akan kontinu membelah dalam proses perkembangan

Bintang laut dewasa

Reproduksi Seksual dan Aseksual Hewan

- Bintang laut **meregenerasi** satu lengannya yang hilang
- Regenerasi berupa pembelahan sel berulang



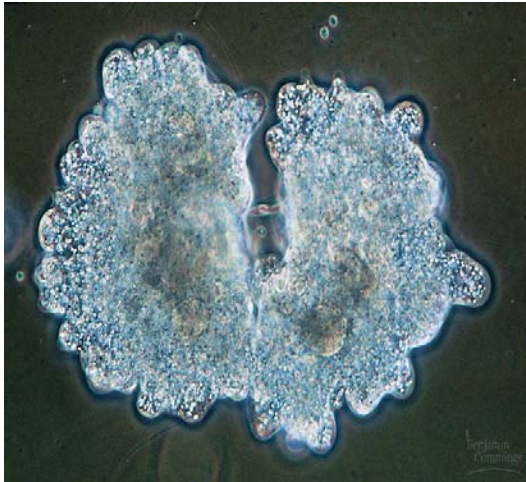
Bintang laut meregenerasi satu lengannya



Bintang laut memulihkan lengannya

Apakah Zuriat Mirip Tetuannya?

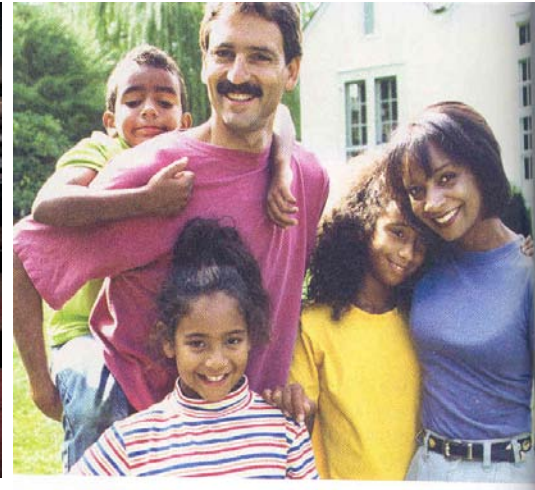
- **Amoeba:** menghasilkan zuriat yang identik persis sama (reproduksi aseksual)
- **Manusia:** memproduksi zuriat (anak) yang mirip (reproduksi seksual)



Amoeba



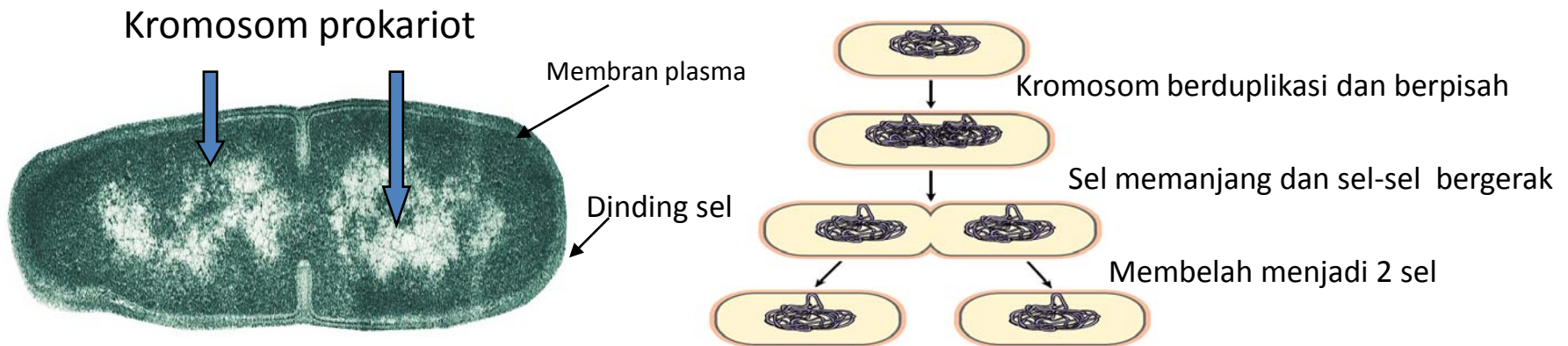
Manusia



Manusia

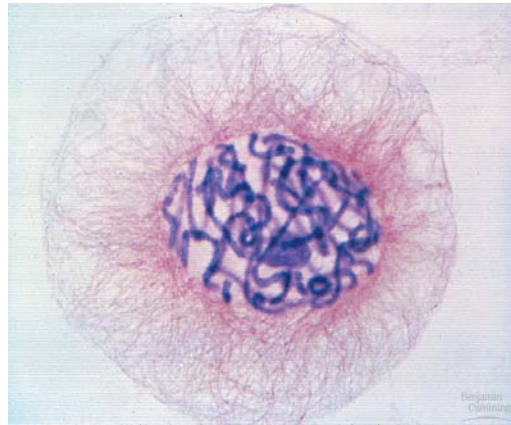
Sel Berasal dari Sel Sebelumnya

- Semua sel berasal dari sel
- Reproduksi selular disebut **pembelahan sel**
- Pembelahan sel memungkinkan:
 - ✓ embrio berkembang menjadi organisme dewasa
 - ✓ kehidupan kontinu dari generasi ke generasi
- Reproduksi Prokariot: **fisi biner** (membagi menjadi dua)



Siklus Sel Eukariot dan Mitosis

- Sel eukariot mempunyai lebih banyak gen dari pada sel prokariot
- **Kromosom eukariot** :
 - ✓ besar dan kompleks
 - ✓ berduplikasi setiap pembelahan sel
- Kromosom:
 - ✓ Terdapat dalam nukleus, mengandung banyak gen
 - ✓ Mengandung molekul DNA sangat panjang dengan ribuan gen
 - ✓ Terpaket sebagai **kromatin**
 - ✓ Hanya terlihat selama waktu **pembelahan sel**

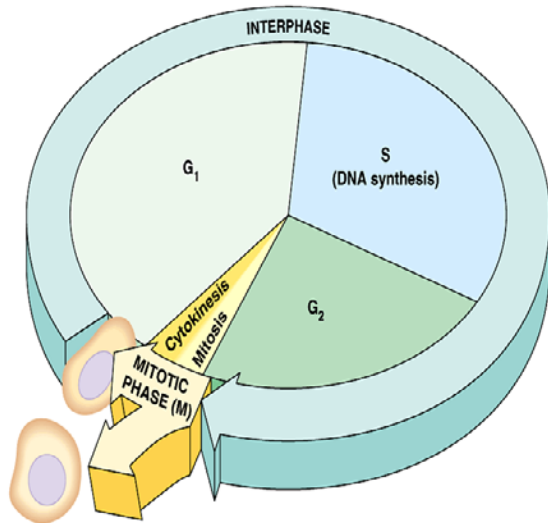


Kromosom tumbuhan (eukariot) terwarnai ungu

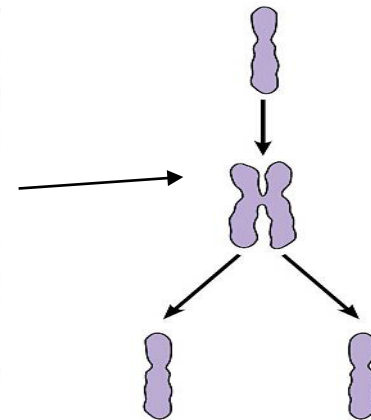
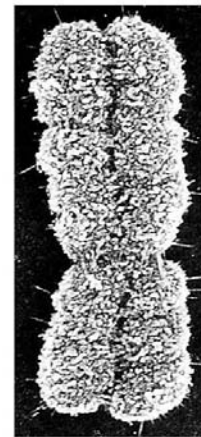
Siklus Sel: Penggandaan Sel

Dua fase utama siklus sel:

- **Interfase**
 - kromosom mengganda
 - komponen sel dibuat
- **Fase Mitotik**
 - Pembelahan sel terjadi: **mitosis** dan **sitokinesis**

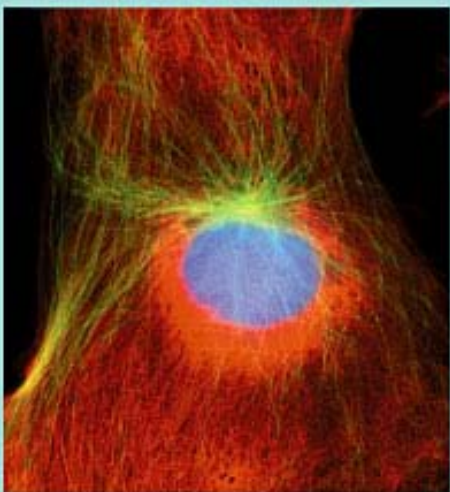


Siklus sel

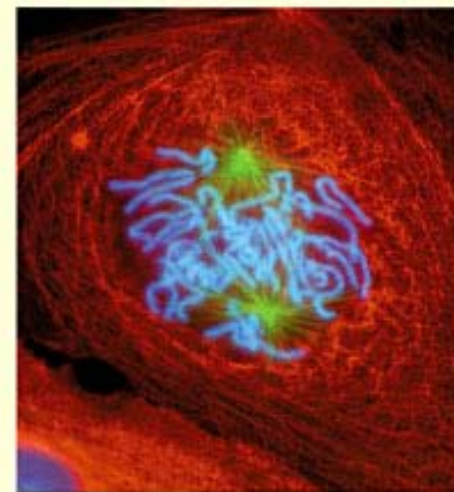
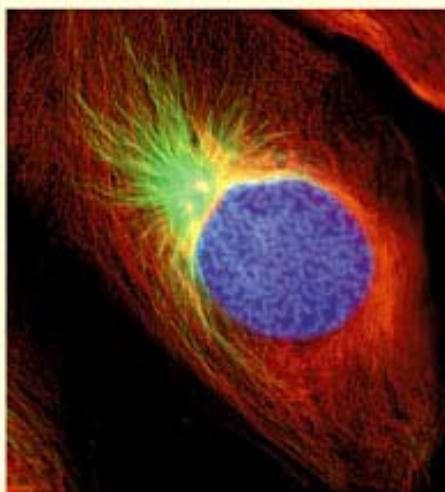


Interfase

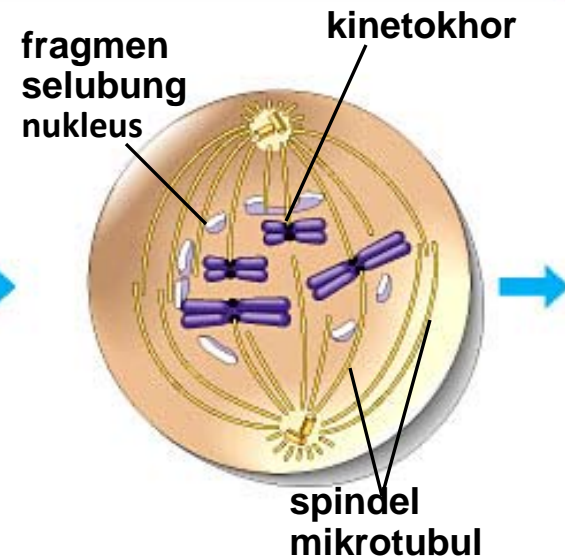
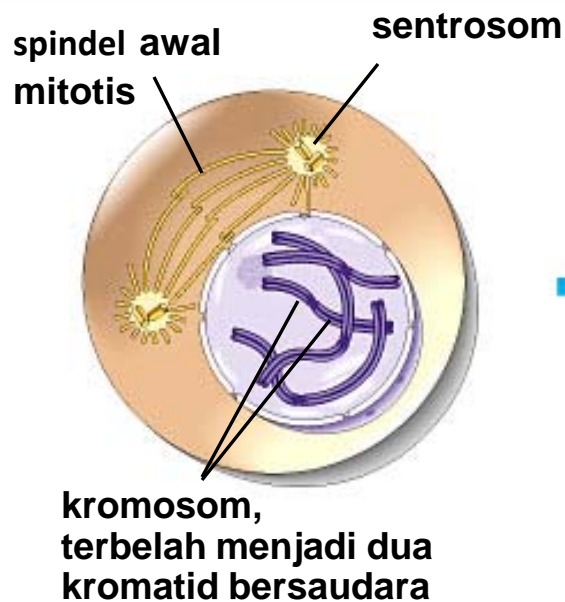
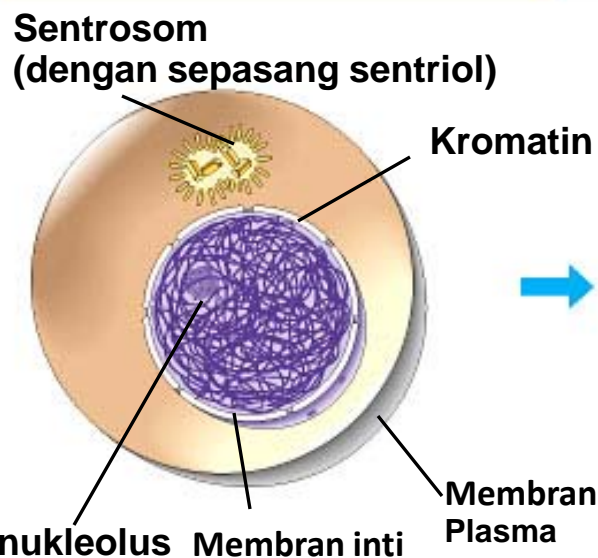
Siklus Sel



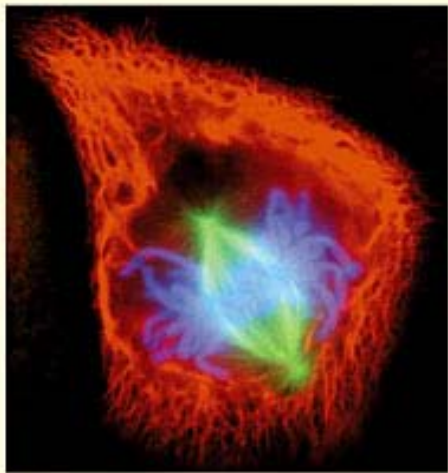
INTERFASE



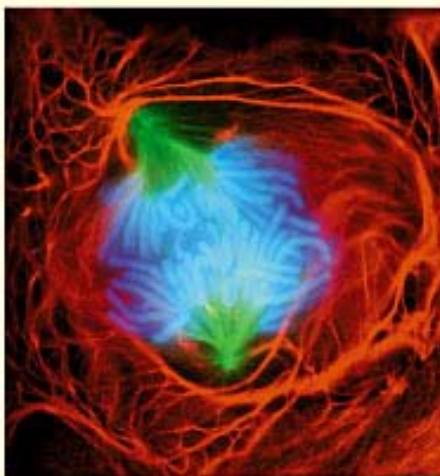
PROFASE



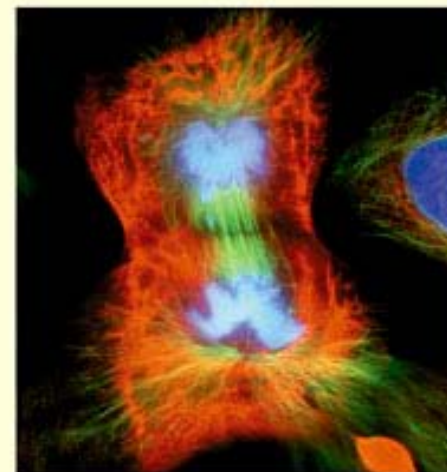
Siklus Sel



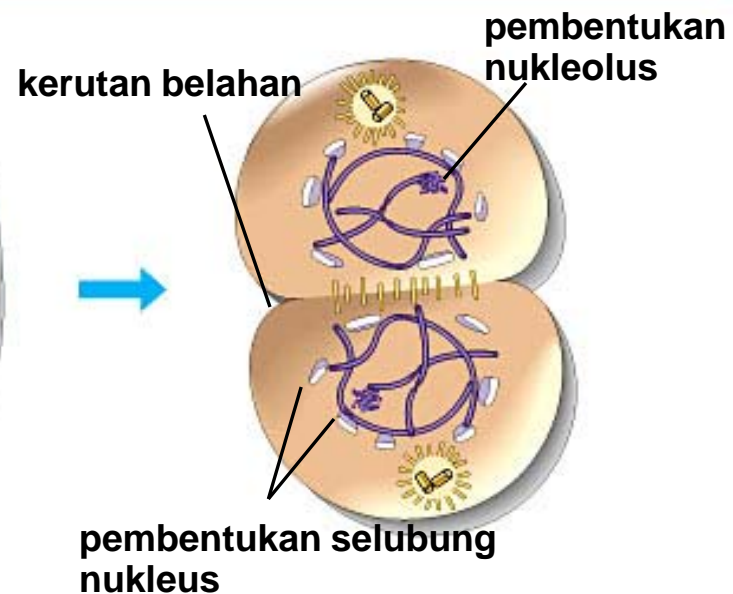
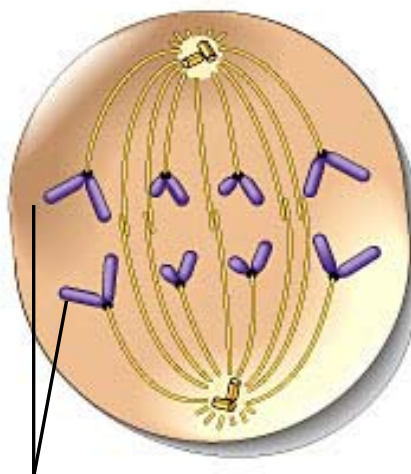
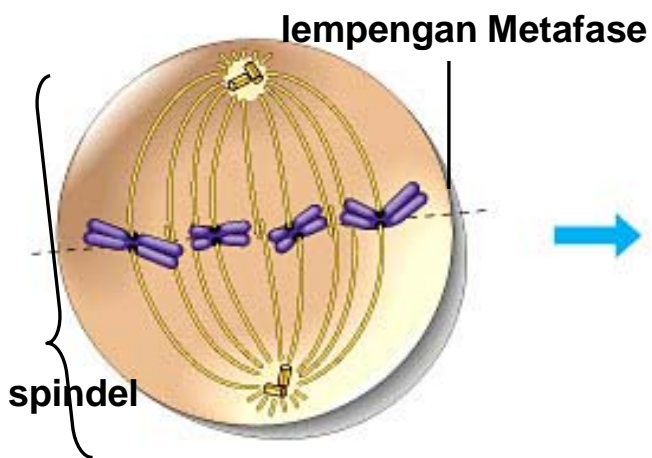
METAFASE



ANAFASE

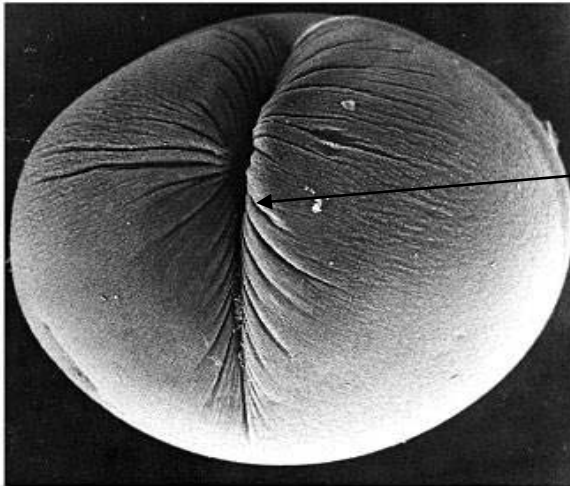


TELOFASE DAN SITOKINESIS



Perbedaan Sitokinesis pada Hewan dan Tumbuhan

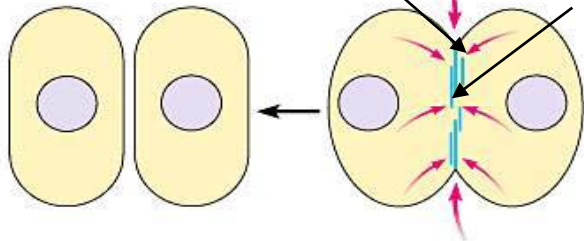
Sitokinesis pada hewan



kerutan belahan

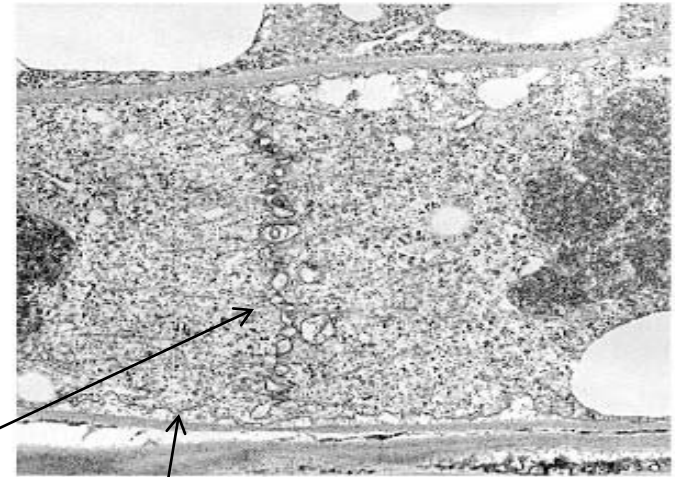
kerutan belahan

cincin kontraksi mikrofilamen



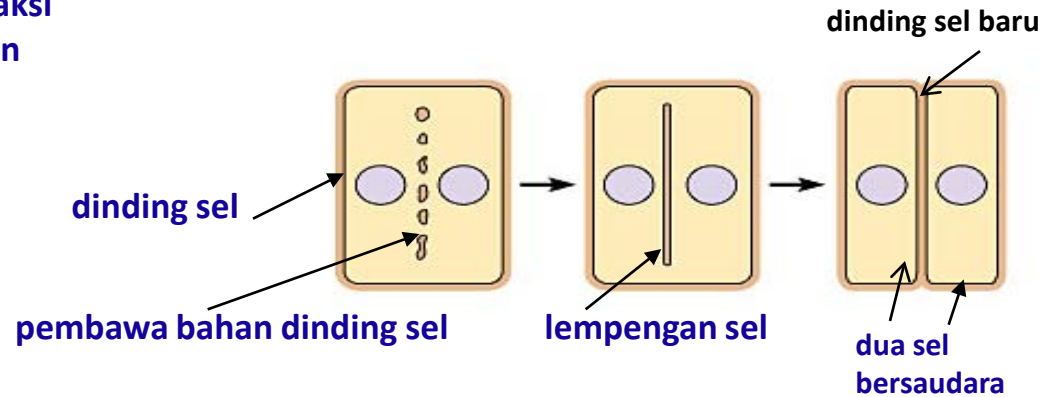
dua sel bersaudara

Sitokinesis pada tumbuhan



pembentukan lempengan dinding sel

dinding sel mula-mula

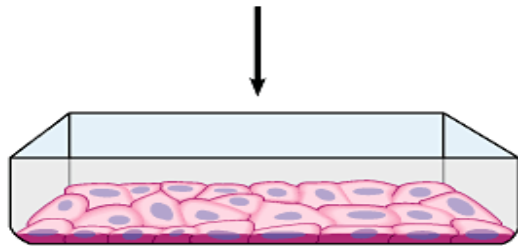


Pada Media, Sel Hewan Membelah Setelah Menyentuh Permukaan Padat

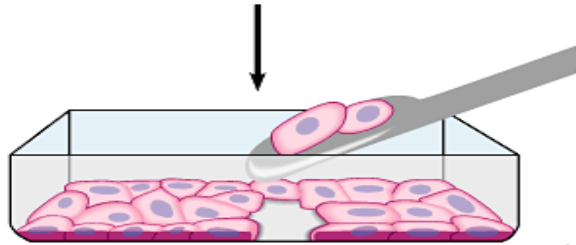
Inhibisi kebergantungan-kepadatan



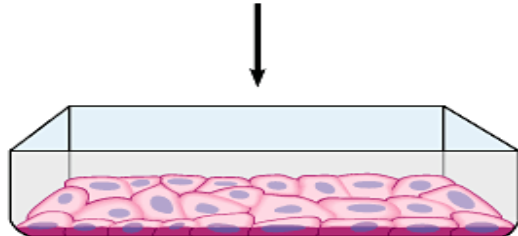
Sel menjangkar ke permukaan padat dan membelah



Berhenti membelah setelah bersentuhan dan satu lapisan sel penuh (**Inhibisi kebergantungan-kepadatan**)

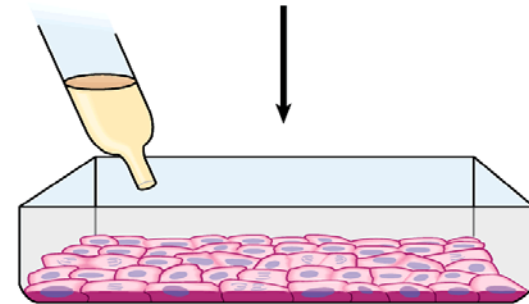
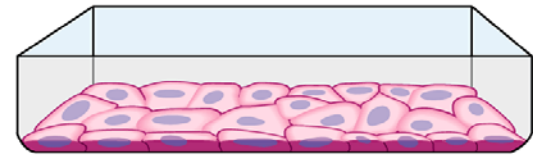


Bila sel dicungkil, sel sekitarnya akan membelah
Untuk mengisi kembali sampai penuh satu lapisan dan berhenti (**Inhibisi kebergantungan-kepadatan**)



Faktor pertumbuhan adalah protein yang dikeluarkan sel yang merangsang sel lainnya membelah

Setelah satu lapisan sel terbentuk, sel berhenti membelah

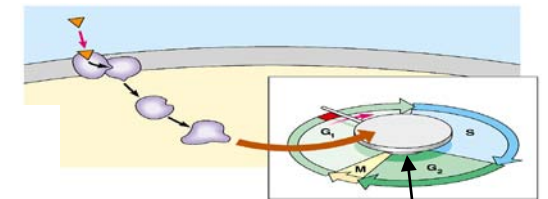
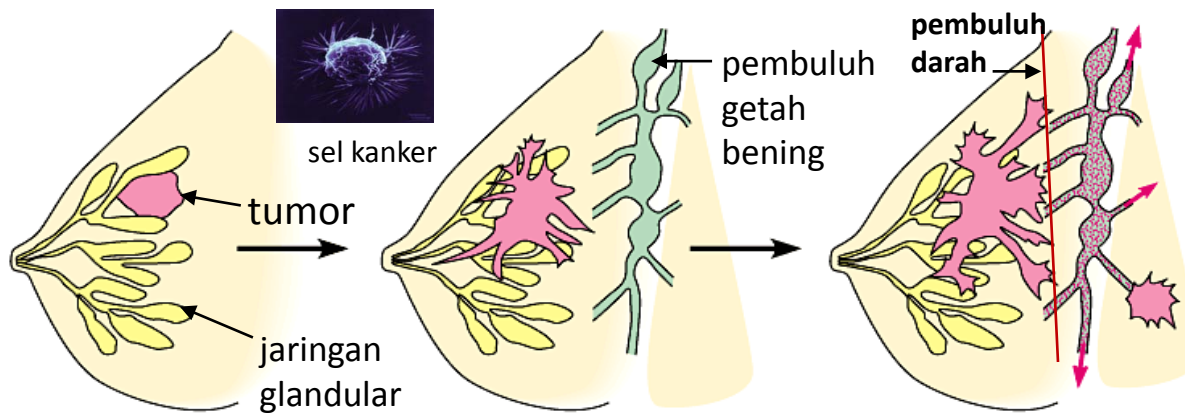


Satu lapisan Sel-sel berukuran lebih kecil

Hubungan Pertumbuhan Tak Terkontrol, Sel Kanker Penghasil Tumor Malignan

Sel kanker mempunyai siklus sel abnormal:

- Membelah secara berlebihan dapat membentuk massa abnormal disebut **tumor**
- Radiasi dan khemoterapi efektif sebagai pengobatan kanker sebab menginterfensi pembelahan sel



sistem kontrol

sel kanker tidak memberikan respon secara normal ke sistem kontrol siklus sel

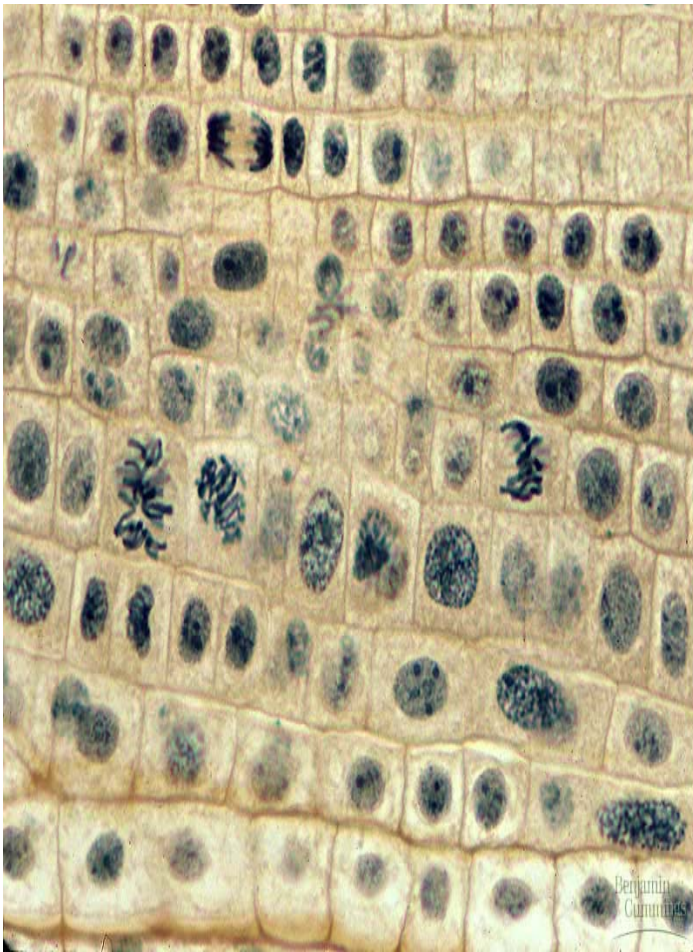
tumor tumbuh dari sel kanker tunggal

sel kanker menginvasi jaringan tetangganya

sel kanker menyebar melalui pembuluh getah bening dan darah ke bagian tubuh lainnya

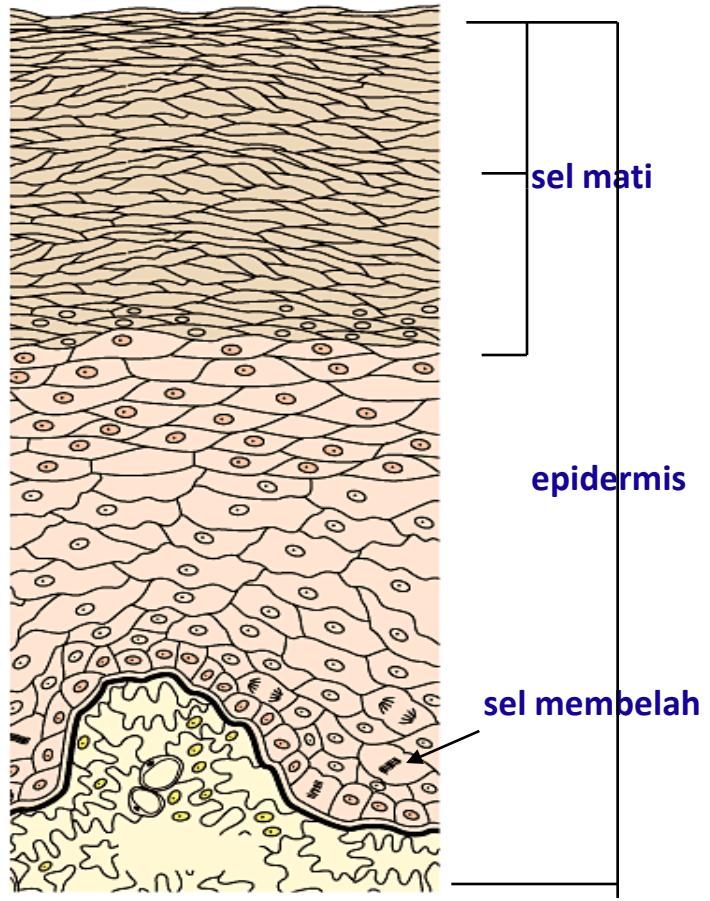
Fungsi Mitosis

Pertumbuhan



akar bawang

Pergantian Sel

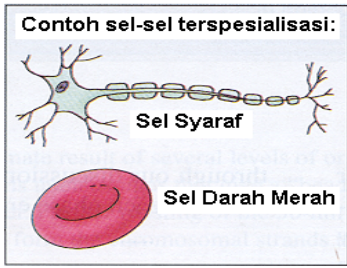


kulit

Reproduksi aseksual



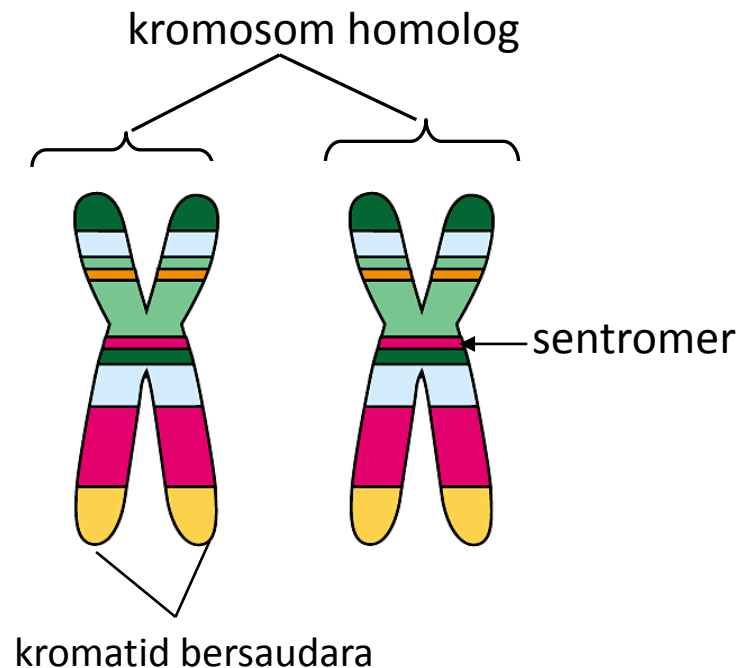
Hydra



Meiosis dan Pindah Silang Kromosom Homolog Berpasangan

Sel somatik setiap spesies mempunyai banyaknya kromosom tertentu

- Sel manusia mempunyai 46 kromosom (23 pasang kromom homolog)
- Sel mengandung 2 set kromosom disebut diploid
- Sel gamet mengandung 1 set kromosom, haploid
- Sel gamet dihasilkan dari pembelahan meiosis



Meiosis dan Siklus Hidup Manusia

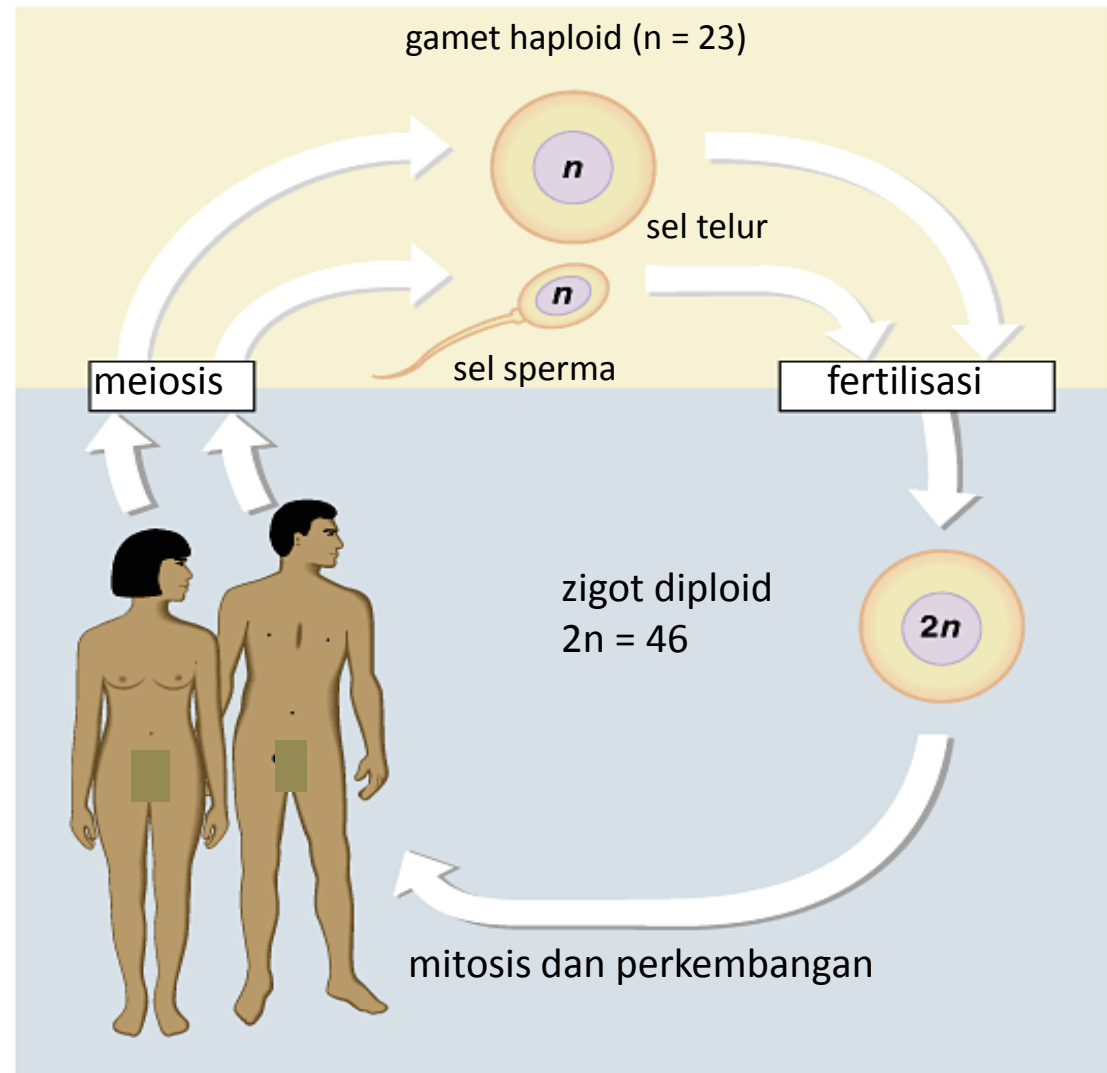
Meiosis mereduksi banyaknya kromosom **diploid** → **haploid**

Pembelahan 2 kali:

Meiosis I:

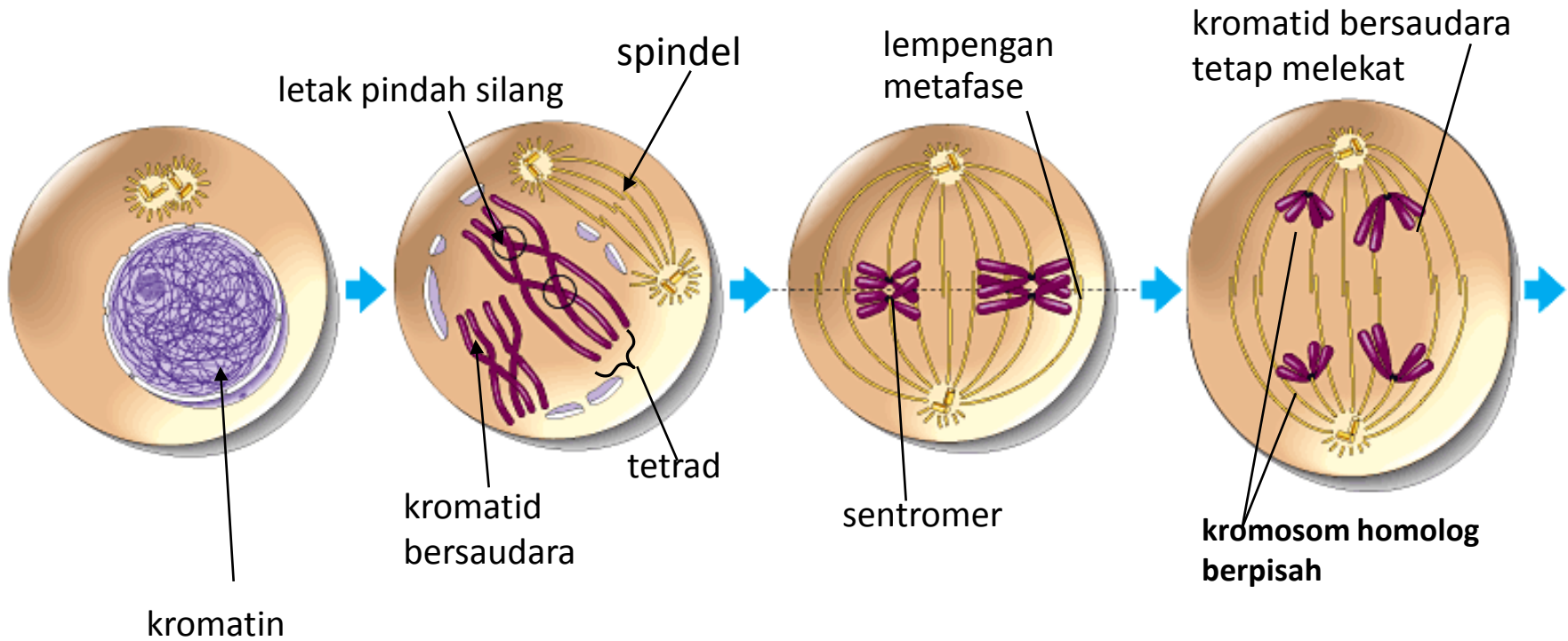
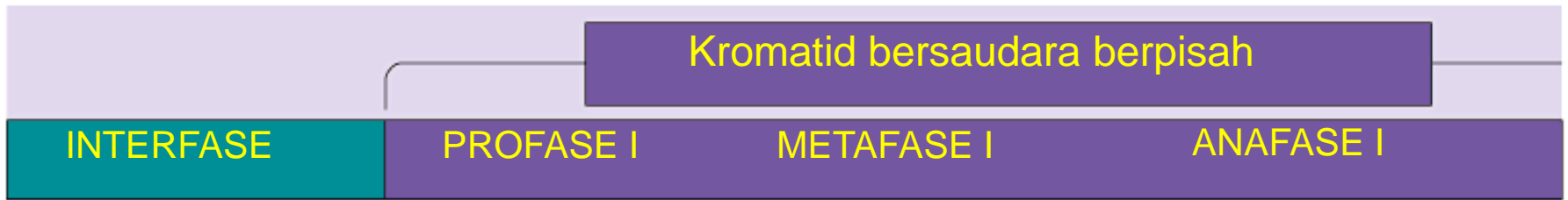
- Kromosom **berduplikasi**, kromatid homolog berpasangan
- **Pindah silang** bisa terjadi
- Pasangan homolog berpisah,
- Sentromer belum berpisah
- Terbentuk 2 sel

Siklus Hidup Manusia

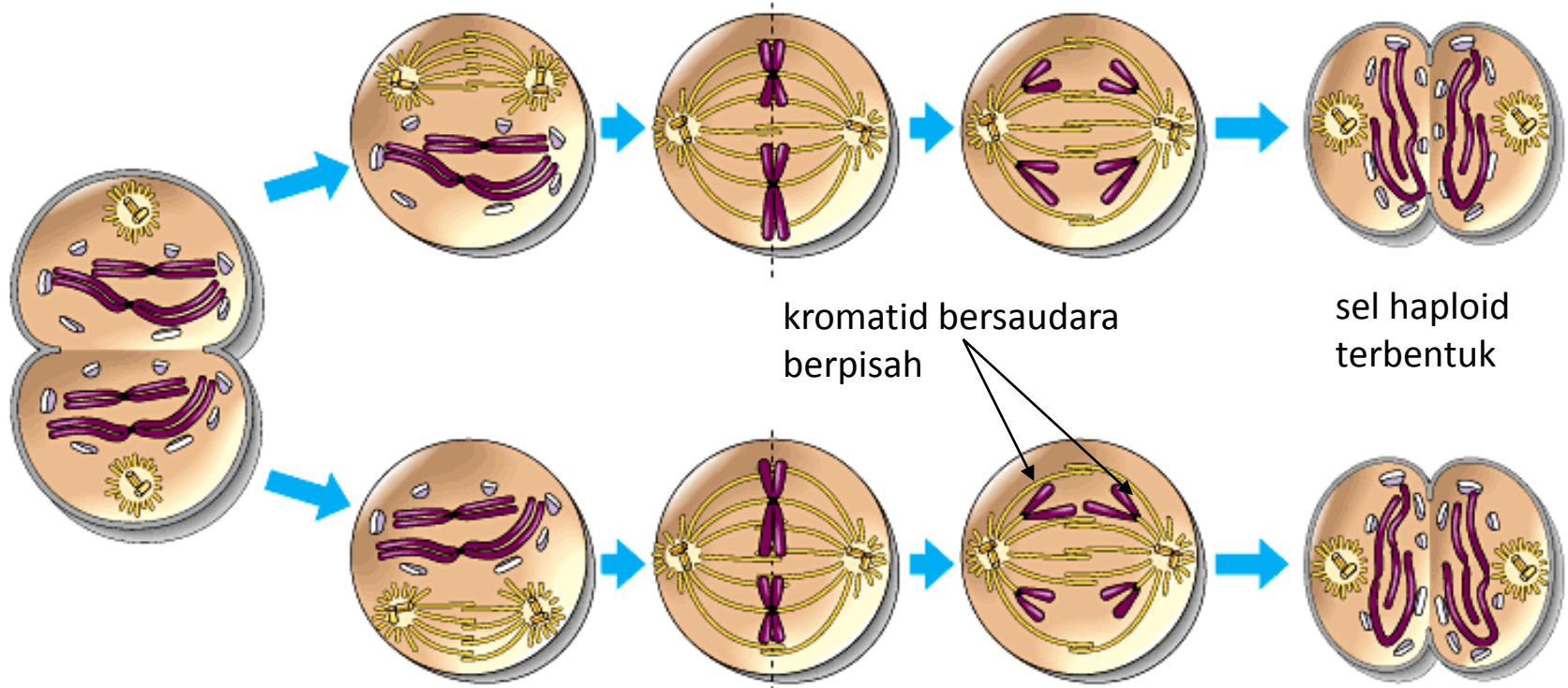
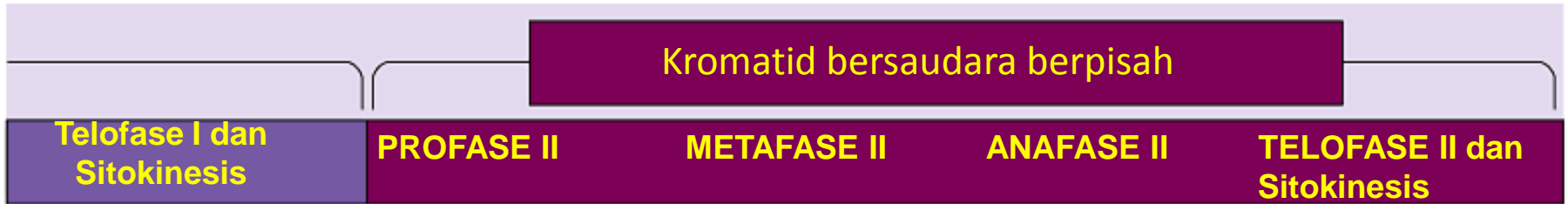


Meiosis I

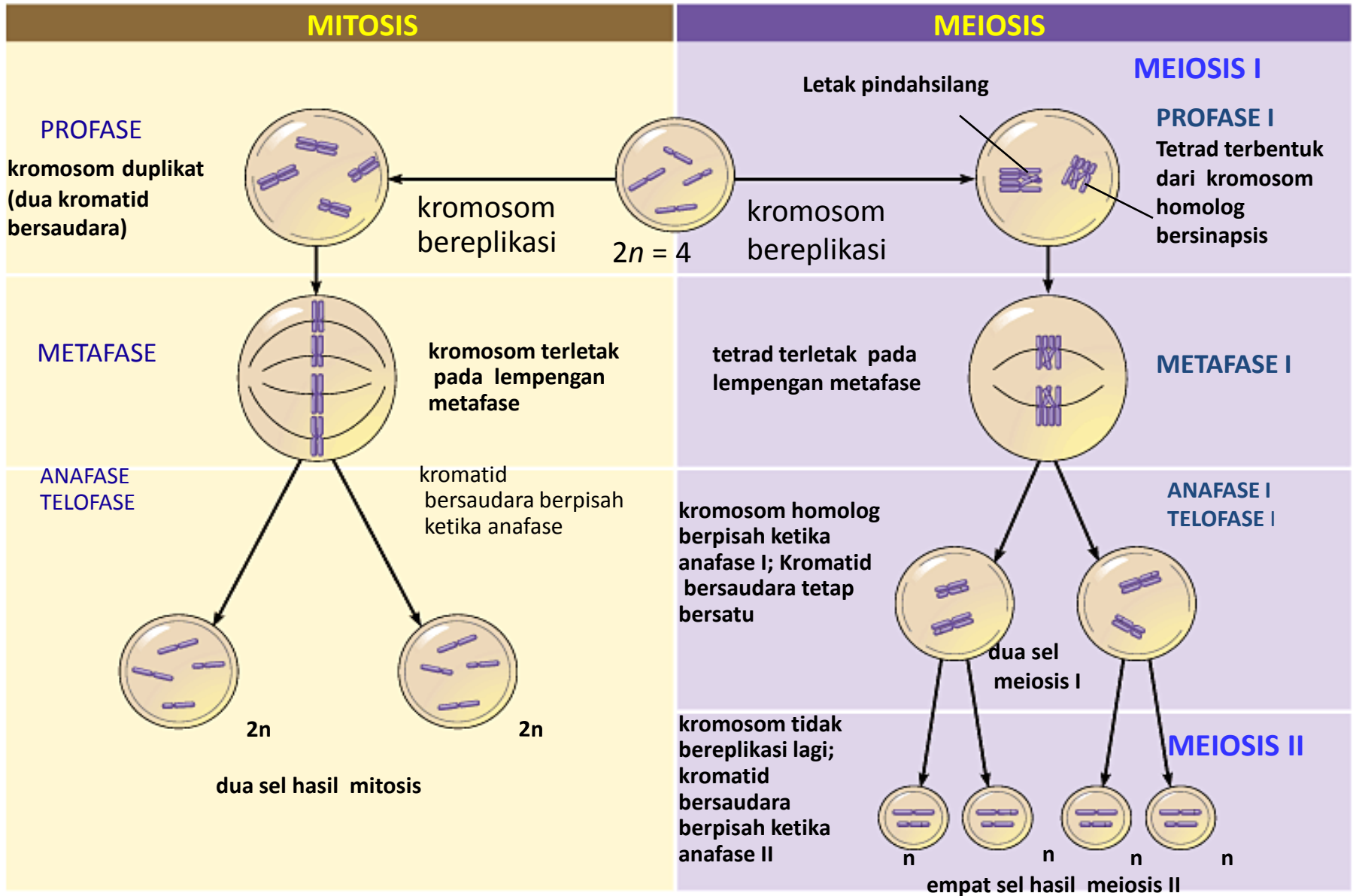
Kromosom homolog berpasangan → berpisah



Meiosis II



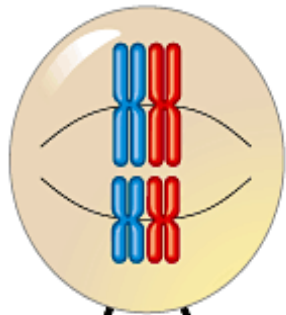
Perbandingan Mitosis dan Meiosis



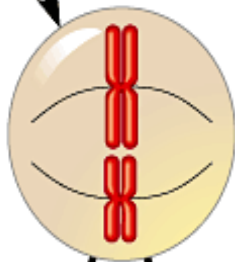
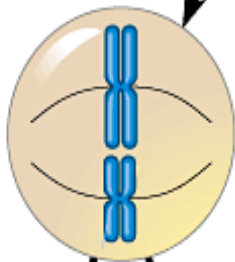
Kemungkinan Cara Kromosom Homolog Berpasangan

Kemungkinan 1

$$2n = 4$$
$$n = 2$$

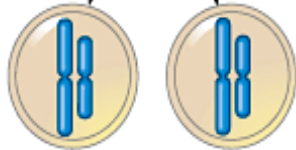


Dua peluang yang sama kromosom bebasan pada Metafase I



Metafase II

$$n \quad n=2$$
$$2 = 4$$



Kombinasi 1

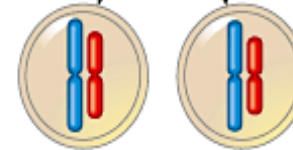
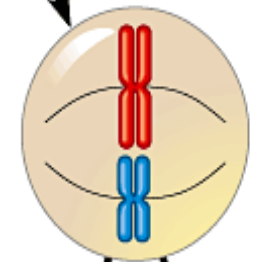
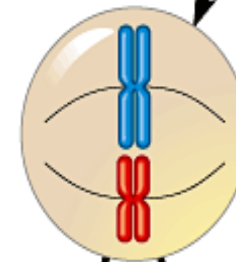
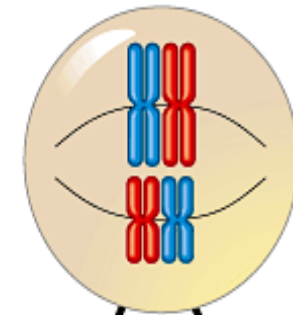


Kombinasi 2

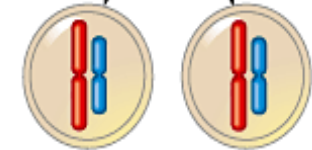
gamet

$$2$$
$$2 = 4$$

Kemungkinan 2

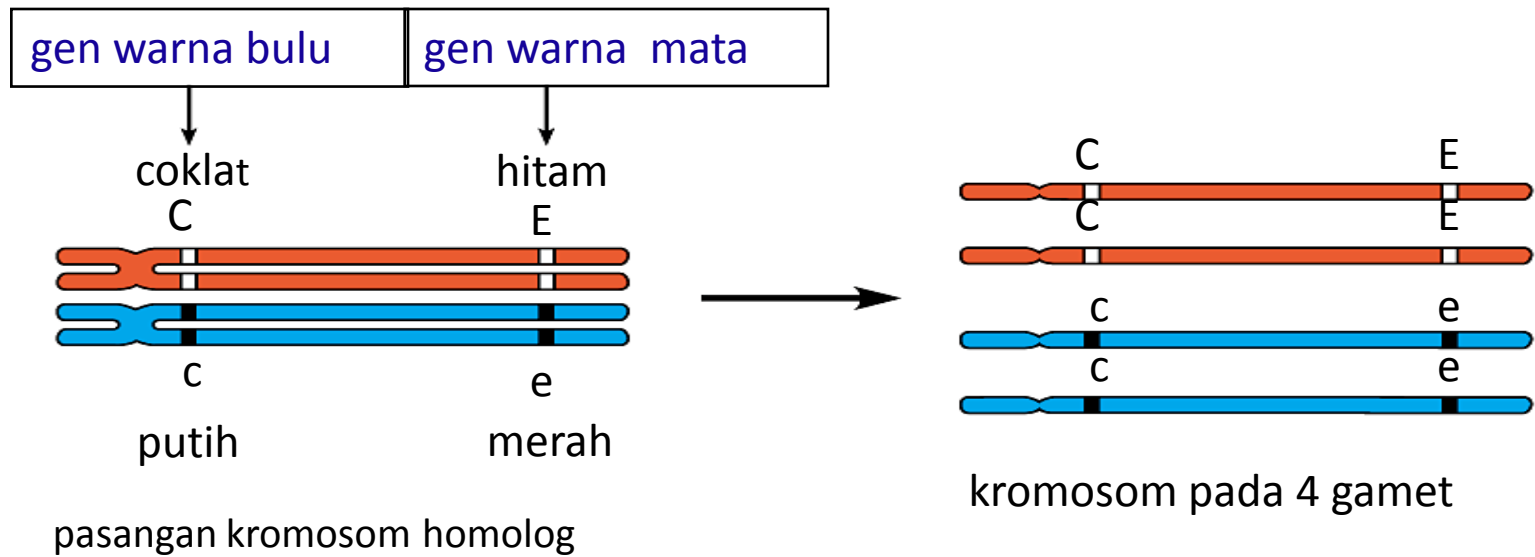


Kombinasi 3

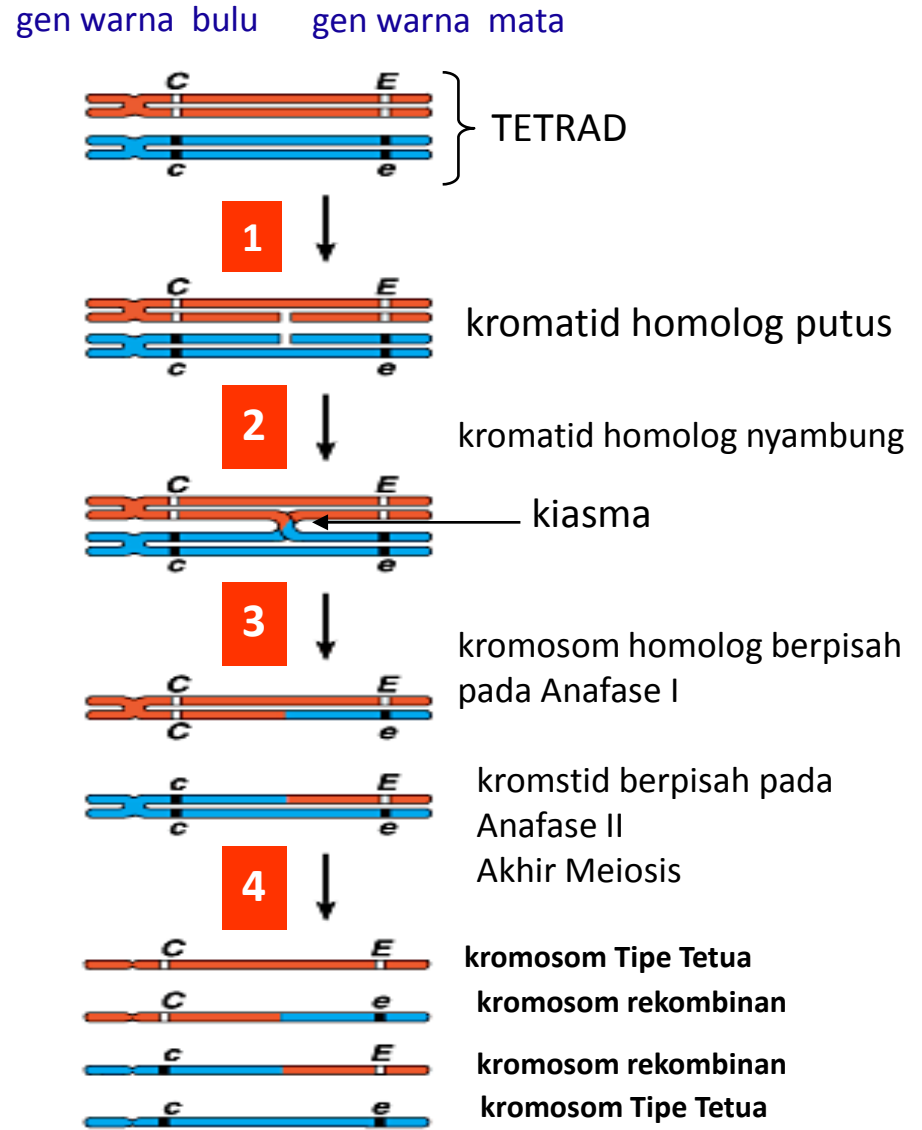
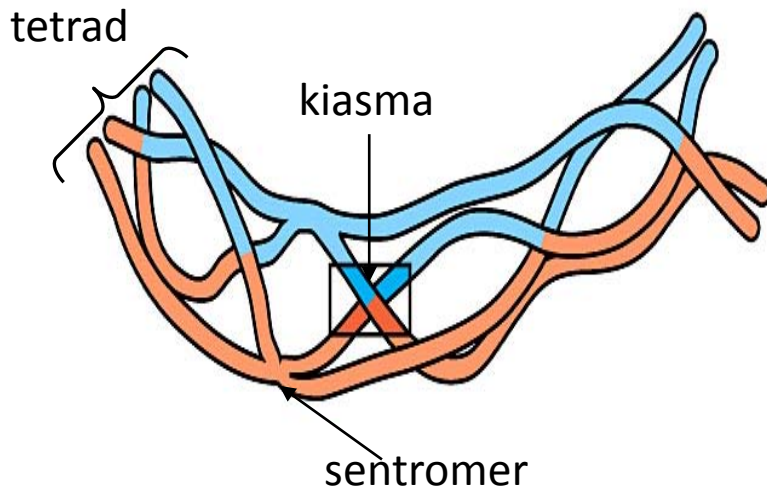


Kombinasi 4

Kromosom Homolog Membawa Versi Gen Berbeda



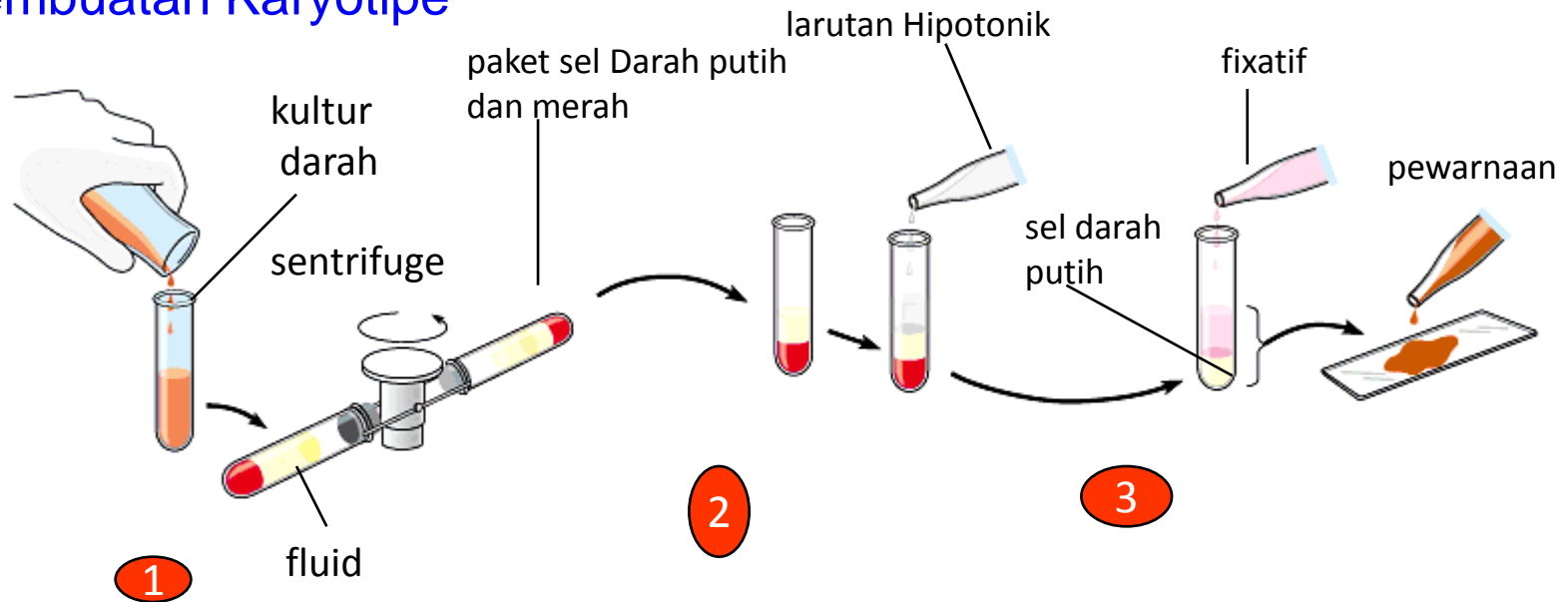
Pindahsilang, Rekombinan, dan Keragaman Genetik



gamet dengan empat tipe genetik

Perubahan Banyaknya Kromosom

Pembuatan Karyotipe



4

Sepasang kromosom homologous

sentromer

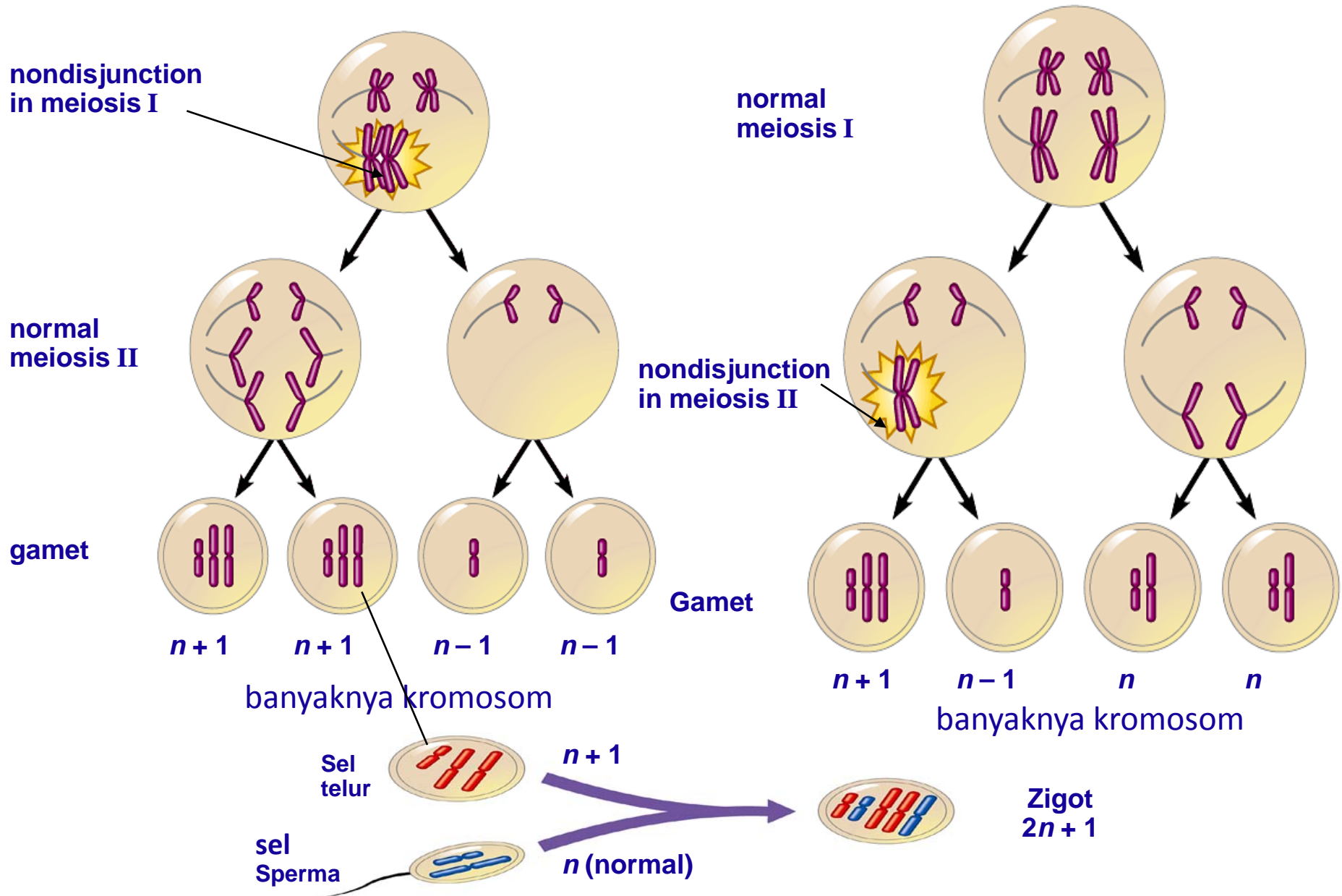
kromatid bersaudara



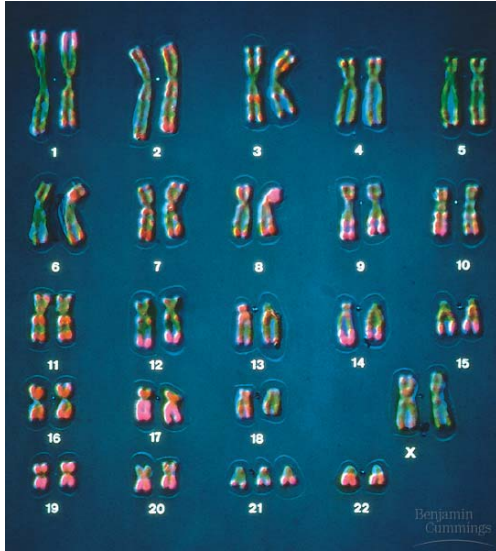
5



Ketaknormalan Meiosis: Perubahan Banyaknya Kromosom



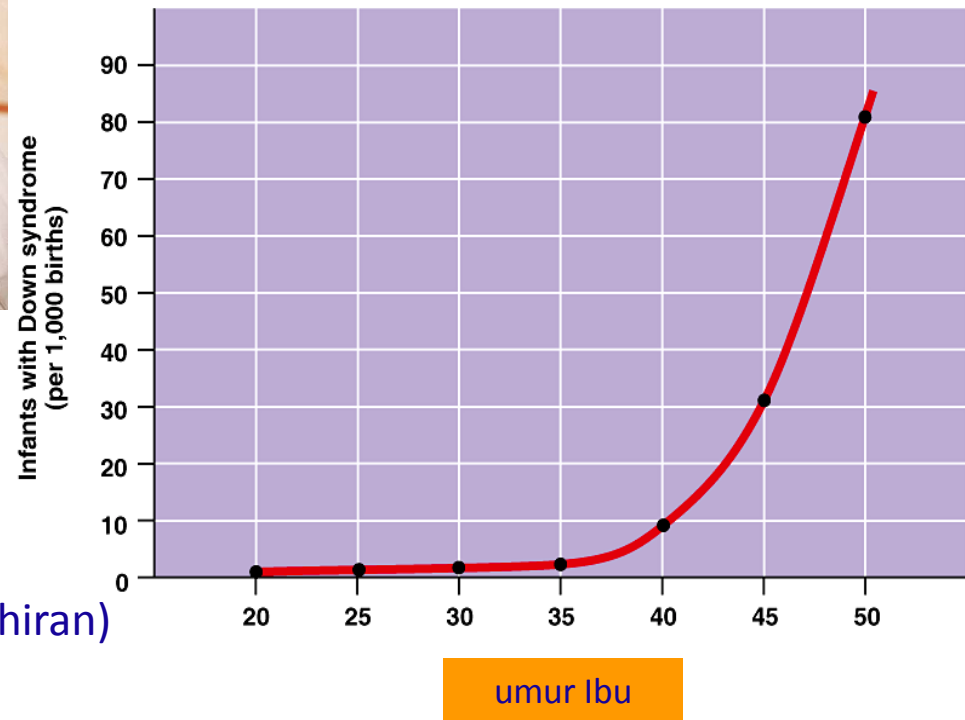
Kelebihan Kromosom 21: Sindrom Down



3 kromosom 21
($2n + 1$)

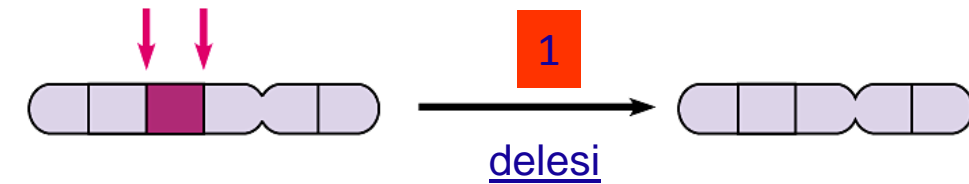


Kemungkinan melahirkan anak Sindrom Down meningkat, kalau umur Ibu meningkat

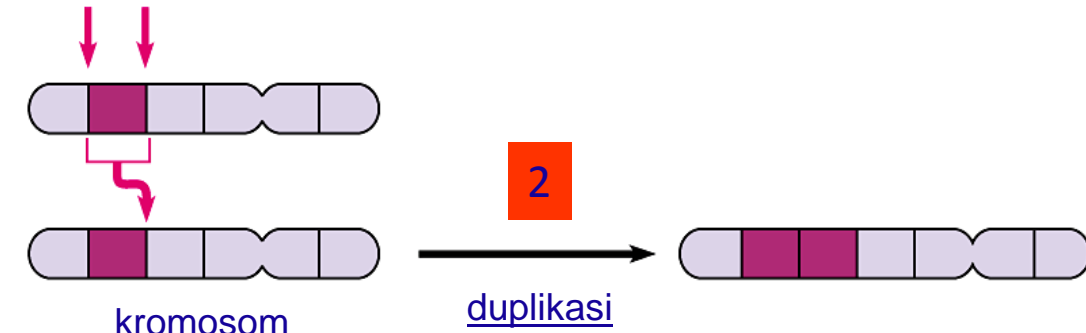


(per 1000 kelahiran)

Perubahan Struktur Kromosom

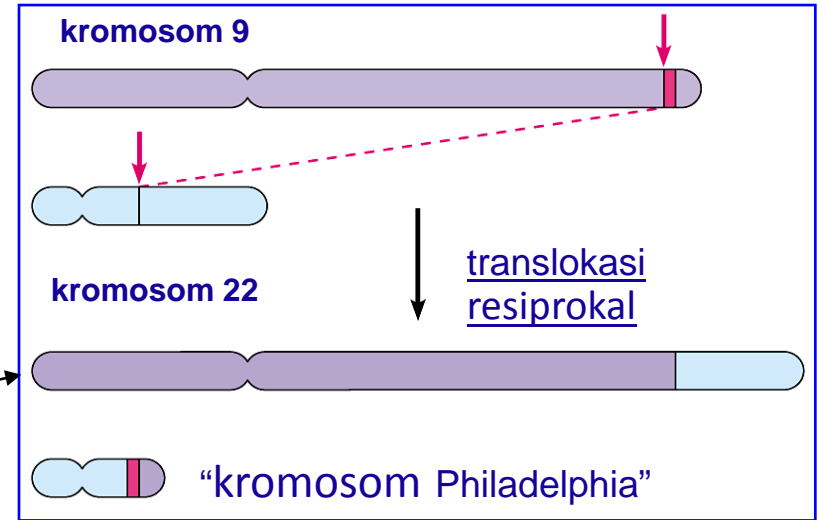
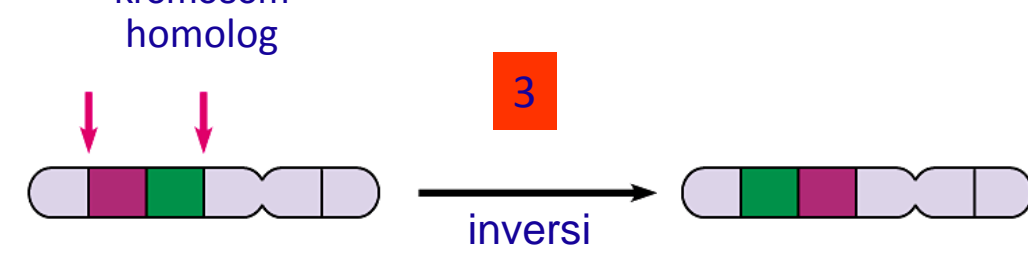


"cri du chat" (tangis kucing)
delesi kromosom 5



Perubahan kromosom
dalam sel somatik: kanker

contoh



gen penyebab Kanker aktif

"Chronic myelogenous leukemia" (CML)

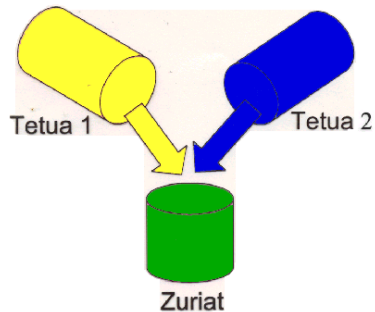
Pola Pewarisan Sifat



GENETIKA: Ilmu yang mempelajari pewarisan sifat (hereditas)

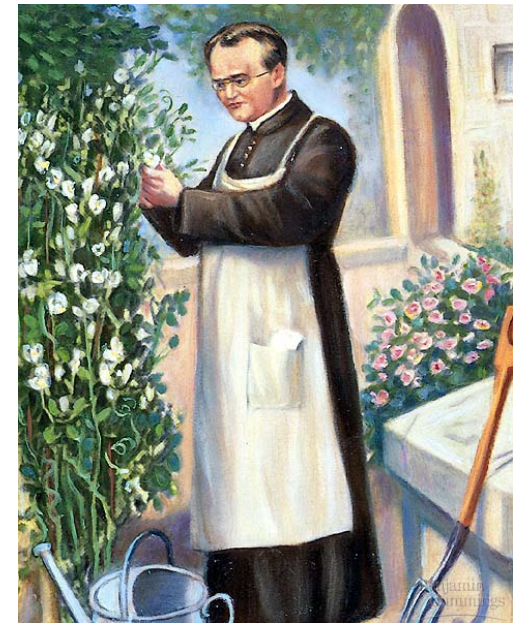
- Awalnya, orang bertani atau berternak akan **menyeleksi** tumbuhan atau hewan yang unggul untuk dibudidayakan
- Sampai abad ke 20: banyak orang percaya kekeliruan bahwa sifat-sifat di dapat selama hidupnya diteruskan ke anaknya
- Sifat-sifat dari kedua tetuanya bercampur pada zuriatnya dan tak dapat balik (Teori Percampuran ("*Blending*")

Teori Pewarisan Pencampuran (*Blending*)



Sifat/karakter yang dimiliki oleh zuriat merupakan hasil pencampuran sifat-sifat kedua tetuanya (Tetua 1 dan Tetua 2)

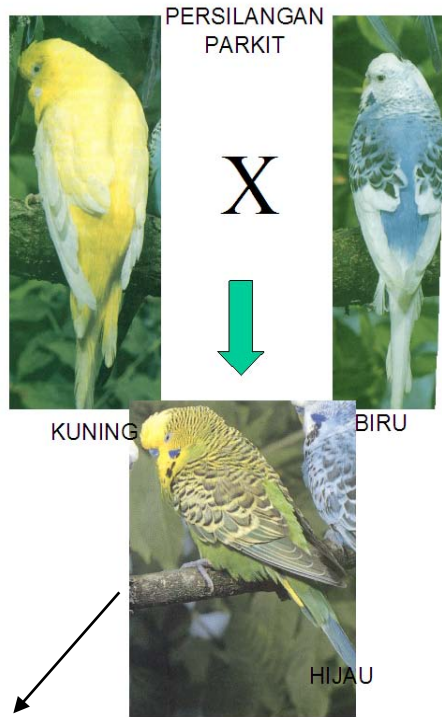
Genetika Modern dimulai, setelah percobaan kuantitatif pada tanaman kapri (*Pisum sativum*) oleh Mendel



Pola Pewarisan Sifat: Apakah Mengikuti Pola Pewarisan Monohybrid?

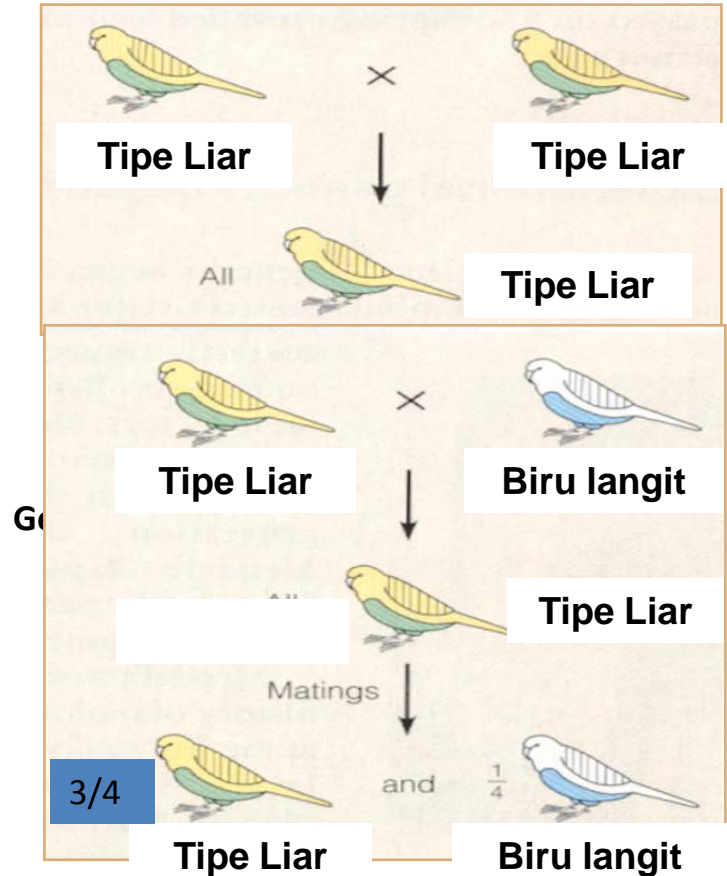


Burung parkit

















Kuning + biru → hijau

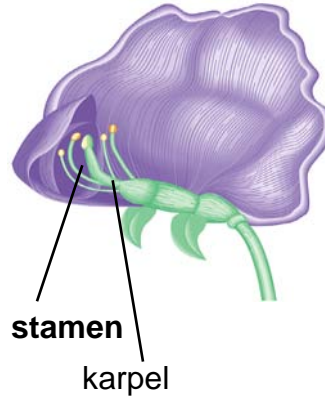
Teori Percampuran (*Blending*) ?



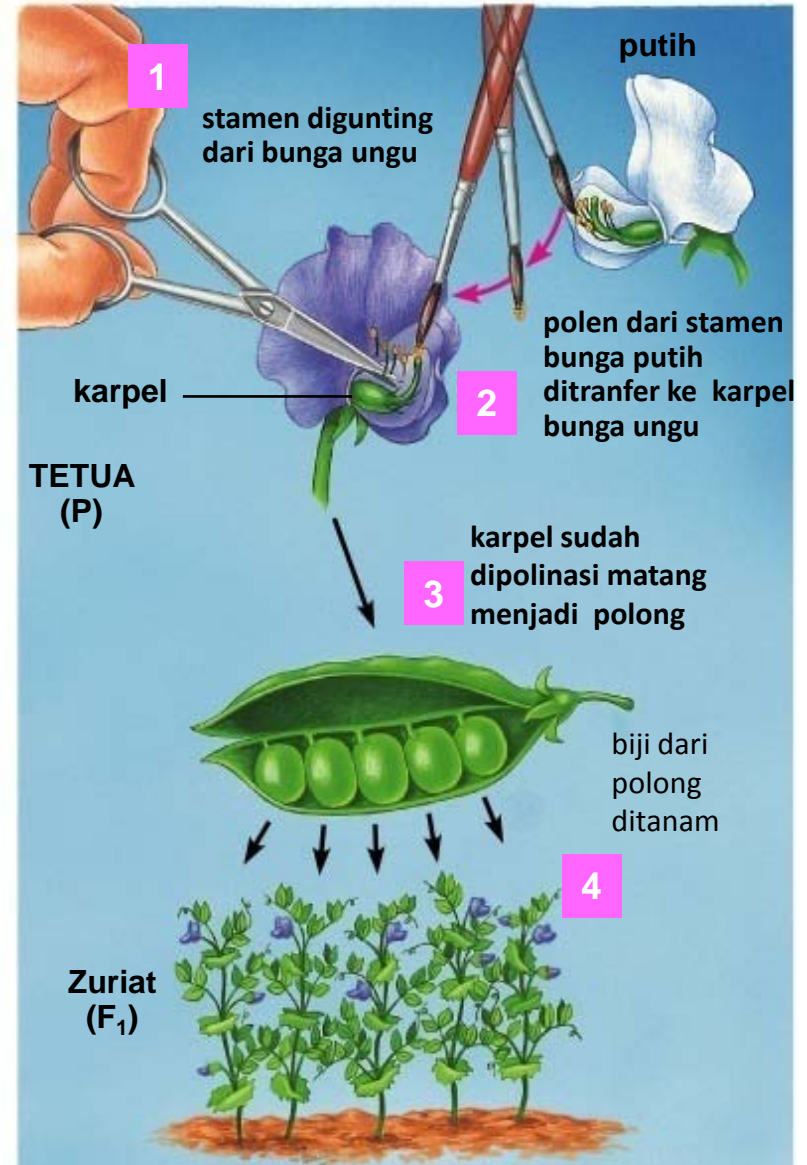
Generasi II

Percobaan Genetika Persilangan Mendel

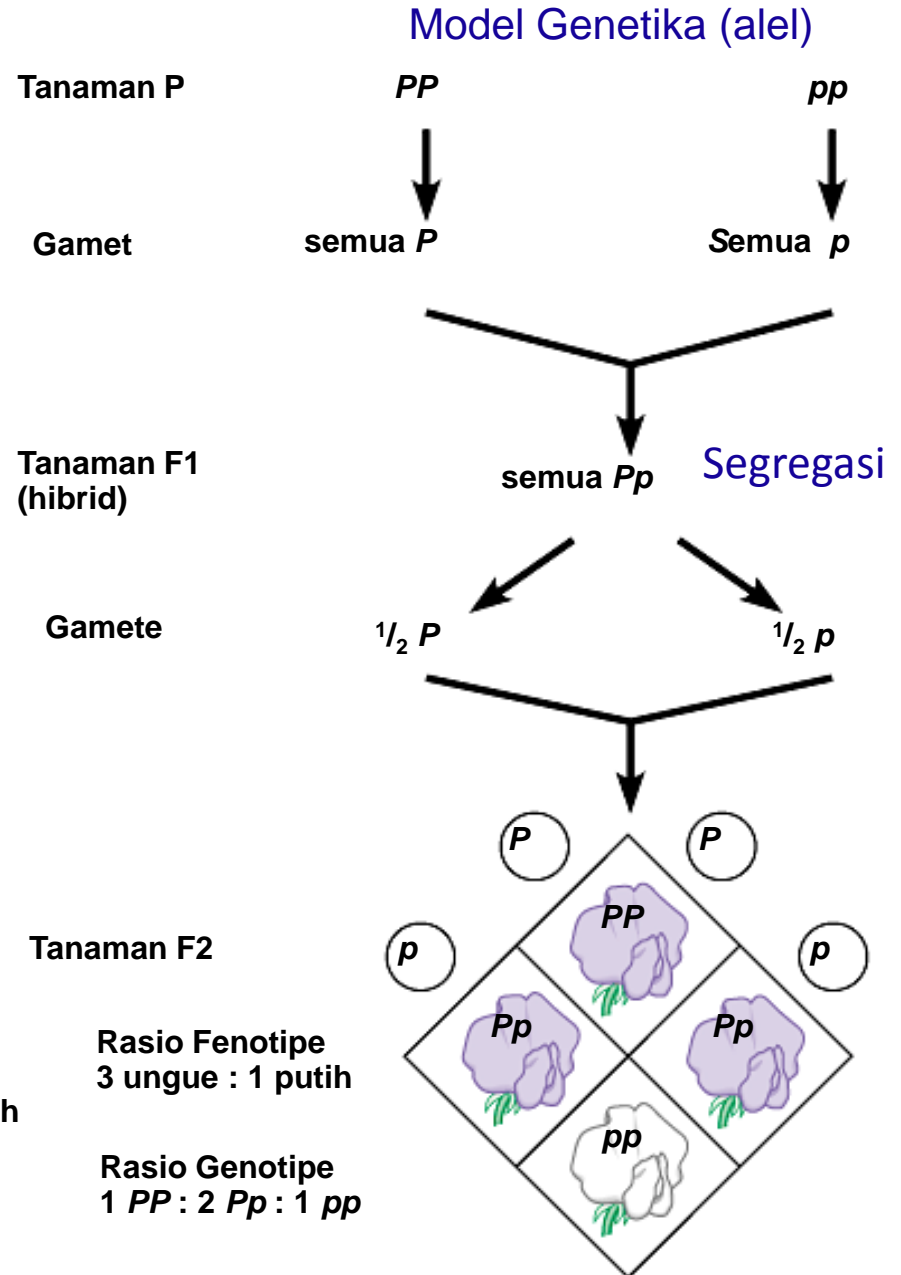
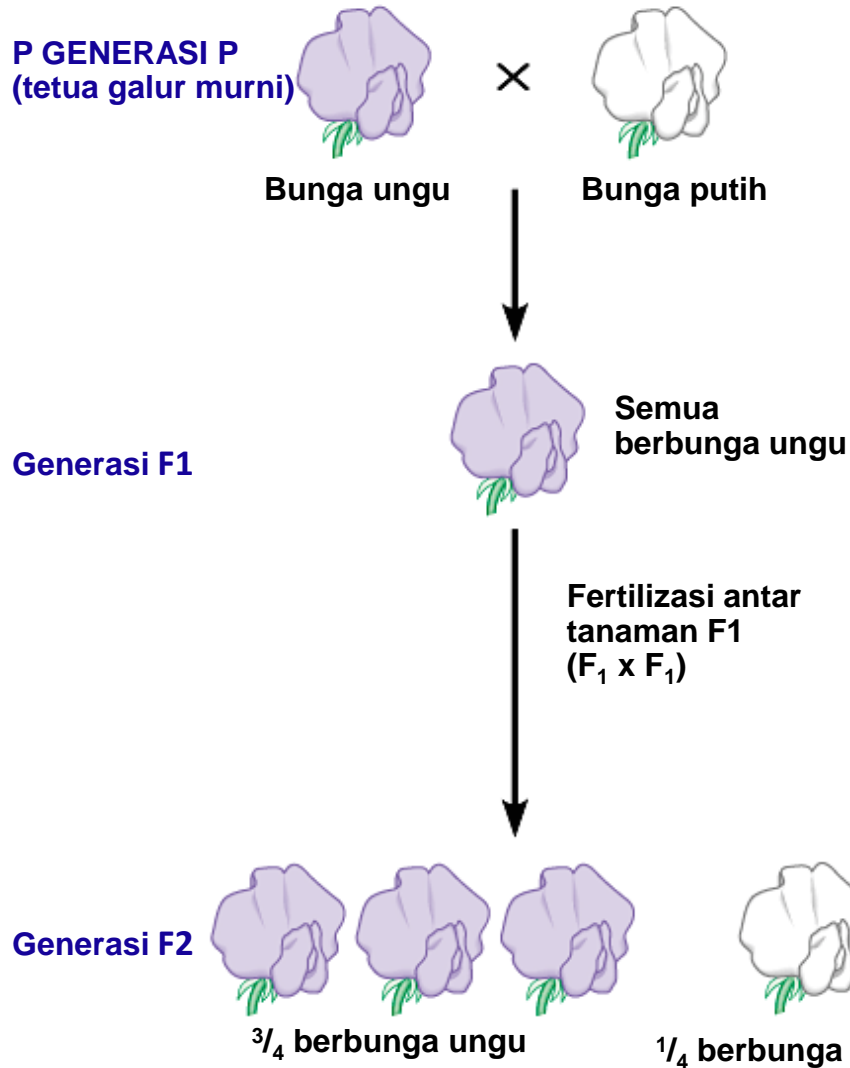
Warna bunga		
1	ungu	putih
Posisi bunga		
2	axial	terminal
Warna biji		
3	kuning	hijau
Bentuk biji		
4	bulat	keriput
Bentuk Polong		
5	rata	bergelombang
Warna polong		
6	hijau	kuning
Tinggi tanaman		
7	tinggi	pendek



Mendel mempelajari 7 sifat

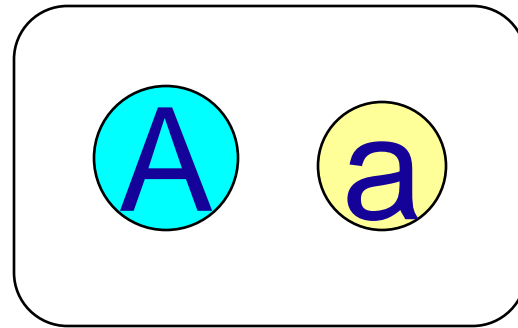


Prinsip Mendel (Segregasi Satu Sifat)

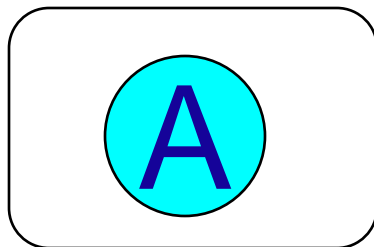
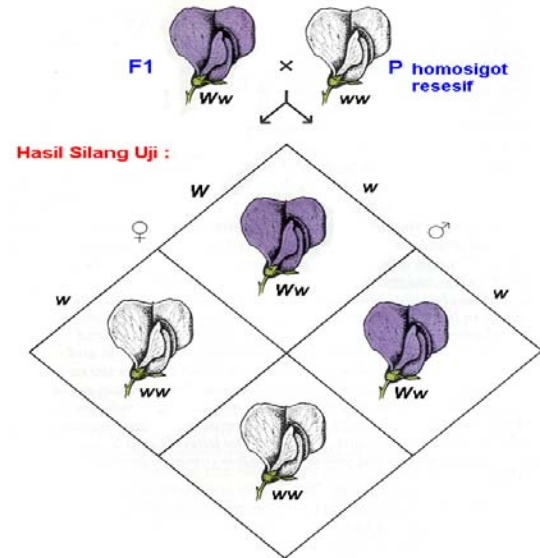


Hukum Segregasi (Hukum Mendel I)

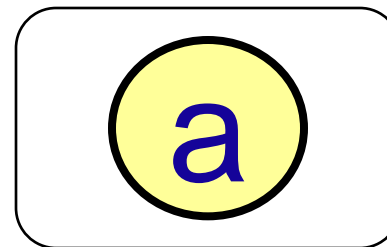
Sepasang gen
(alel) heterosigot



Alel = bentuk ALTERNATIF dari Gen



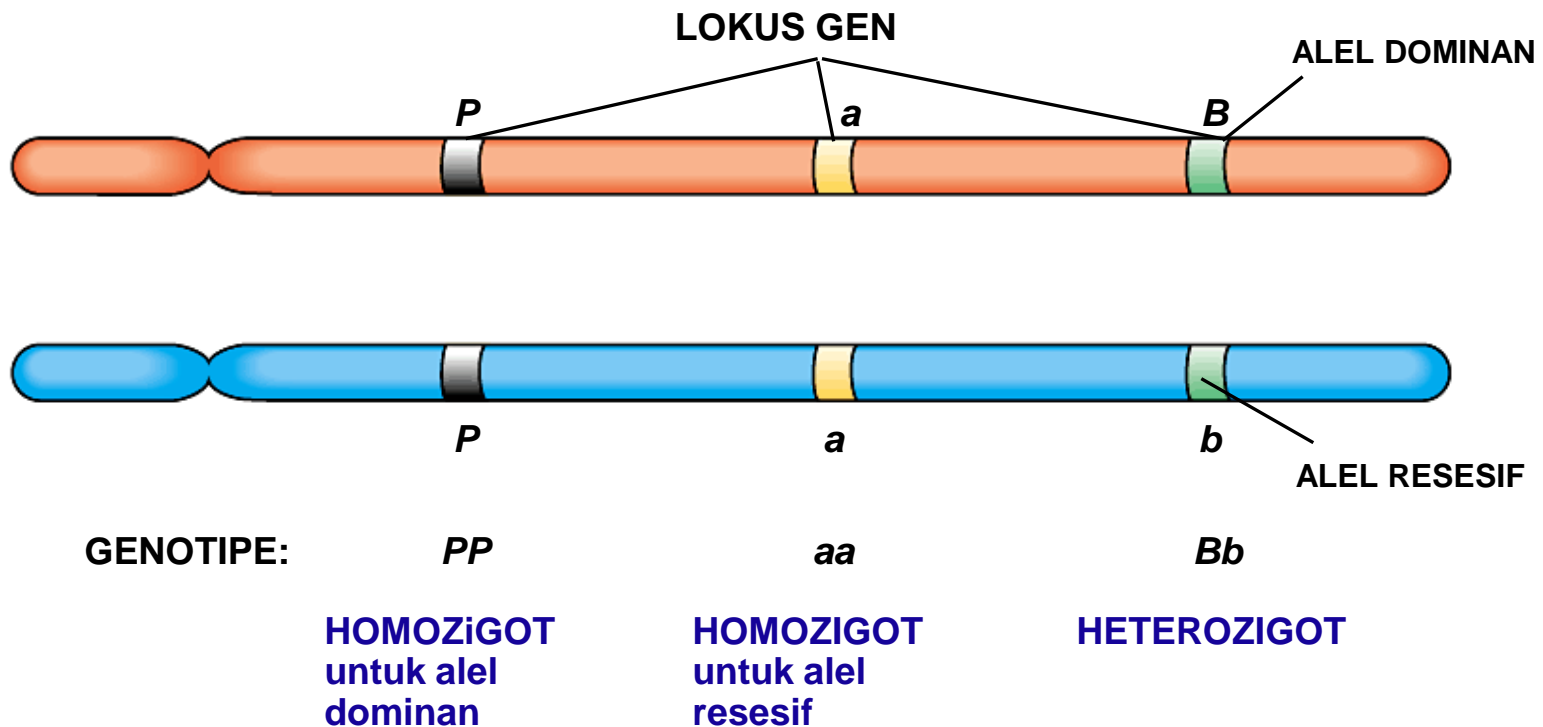
gamet



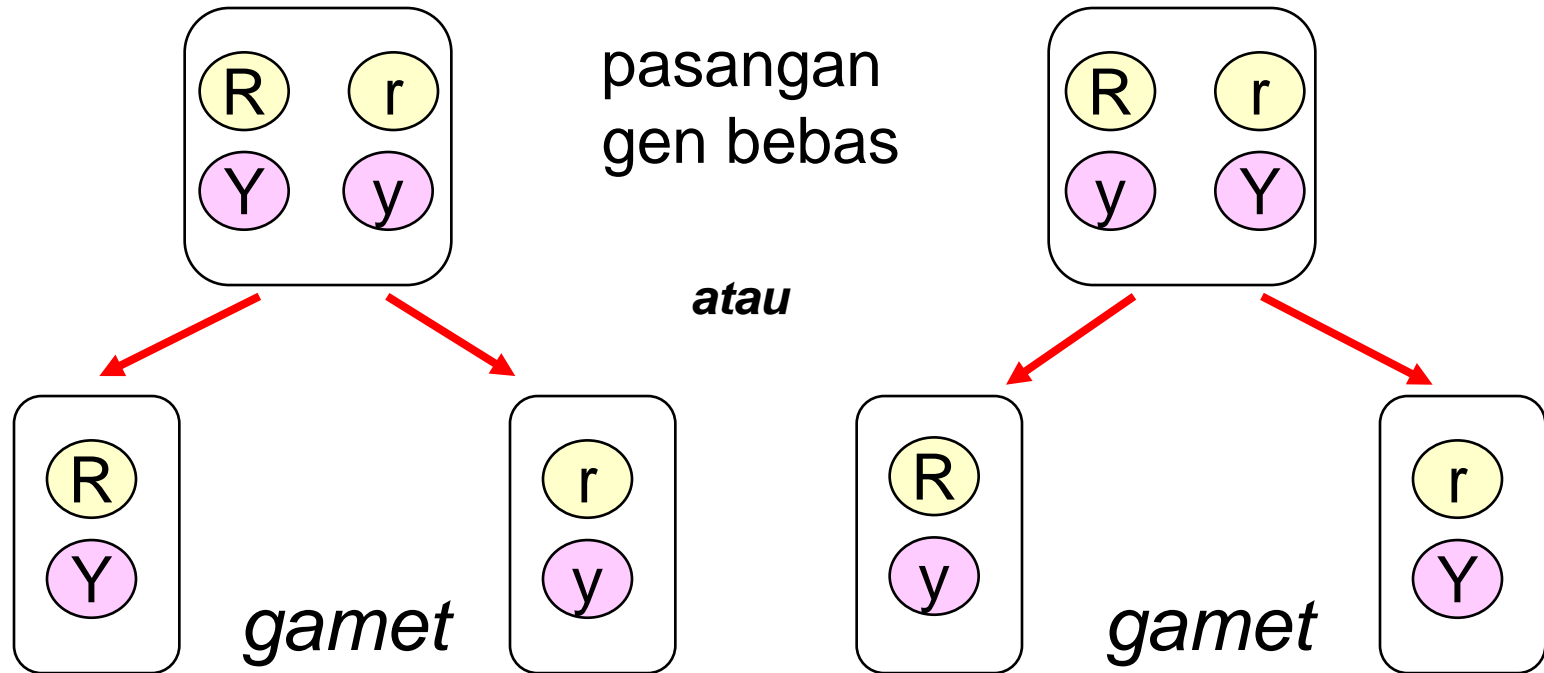
Pada waktu pembentukan gamet, alel dari sepasang gen suatu sifat bersegregasi (berpisah)

Kromosom Homologous Membawa Dua Alel untuk Setiap Sifat

Bentuk alternatif untuk suatu gen (alel) berada pada **lokus** yang sama di kromosom homologous



Hukum Berpadu Bebas (*Independent Assortment*) (Hukum Mendel II)



Pada waktu pembentukan gamet F1, masing-masing alel dari gen sifat pertama (Y atau y) **berpadu bebas** dengan masing-masing alel dari gen sifat kedua (R atau r)

Prinsip Berpadu Bebas (*Independent Assortment*) pada Pengamatan Dua Sifat secara Bersamaan

















P Licin, Kuning ($RRYY$) X Keriput, Hijau ($rryy$)





F1 Licin, Kuning ($RrYy$)

Hukum Mendel II

F2

Pada waktu pembentukan gamet F1, masing-masing alel dari gen sifat pertama (Y atau y) berpadu bebas dengan masing-masing alel dari gen sifat kedua (R atau r)

	$R Y$ $\frac{1}{4}$	$R y$ $\frac{1}{4}$	$r y$ $\frac{1}{4}$	$r Y$ $\frac{1}{4}$
$R Y$ $\frac{1}{4}$	$RR YY$ $\frac{1}{16}$ 	$RR Yy$ $\frac{1}{16}$ 	$Rr Yy$ $\frac{1}{16}$ 	$Rr YY$ $\frac{1}{16}$ 
$R y$ $\frac{1}{4}$	$RR Yy$ $\frac{1}{16}$ 	$RR yy$ $\frac{1}{16}$ 	$Rr yy$ $\frac{1}{16}$ 	$Rr Yy$ $\frac{1}{16}$ 
$r y$ $\frac{1}{4}$	$Rr Yy$ $\frac{1}{16}$ 	$Rr yy$ $\frac{1}{16}$ 	$rr yy$ $\frac{1}{16}$ 	$rr Yy$ $\frac{1}{16}$ 
$r Y$ $\frac{1}{4}$	$Rr YY$ $\frac{1}{16}$ 	$Rr Yy$ $\frac{1}{16}$ 	$rr Yy$ $\frac{1}{16}$ 	$rr YY$ $\frac{1}{16}$ 

9  : 3  : 3  : 1 

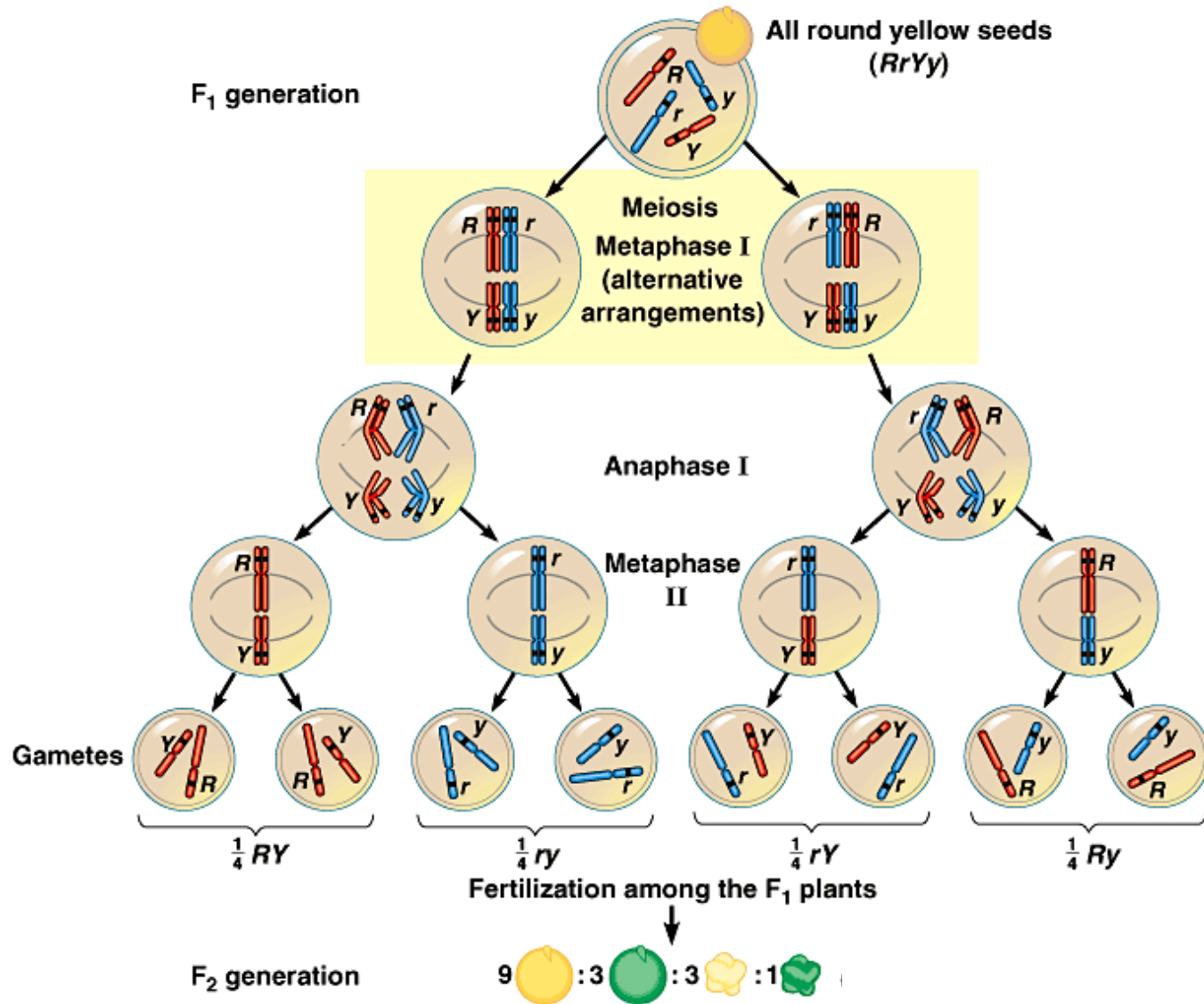
 Licin, Kuning

 Keriput, Kuning

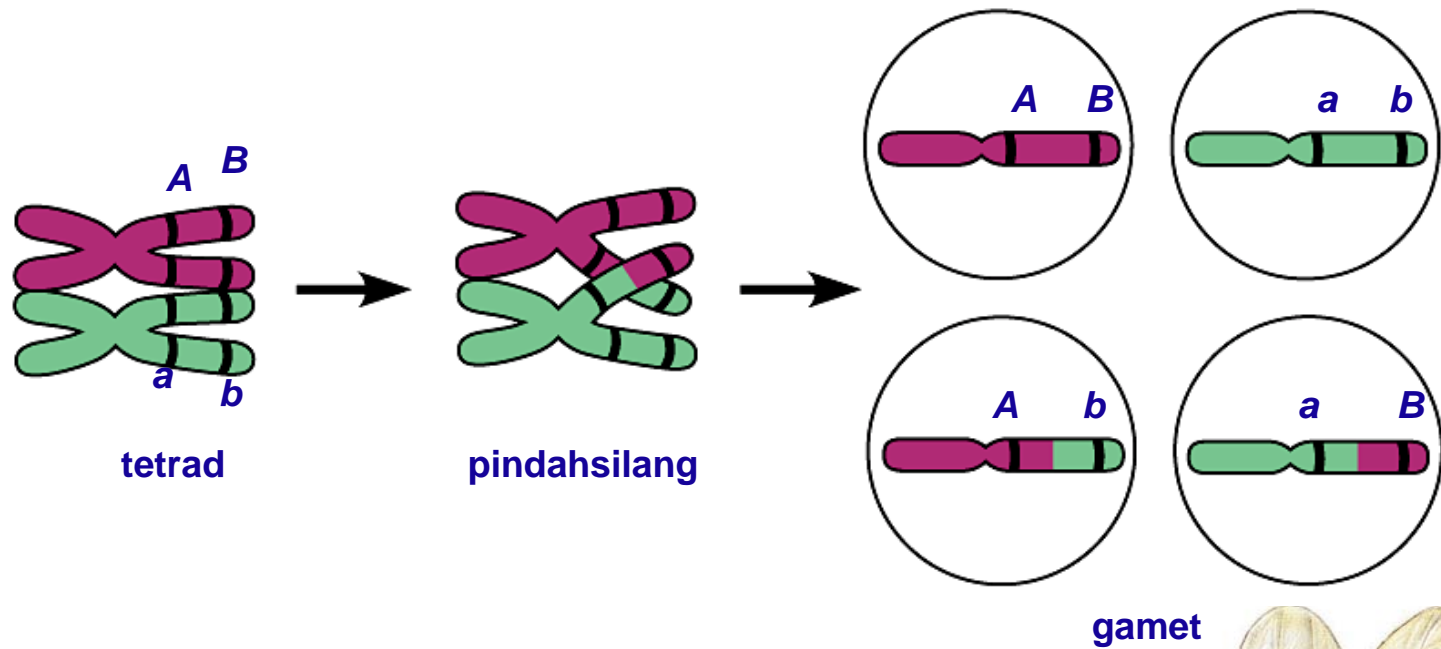
 Licin, Hijau

 Keriput, Hijau

Kromosom sebagai Dasar Prinsip Mendel



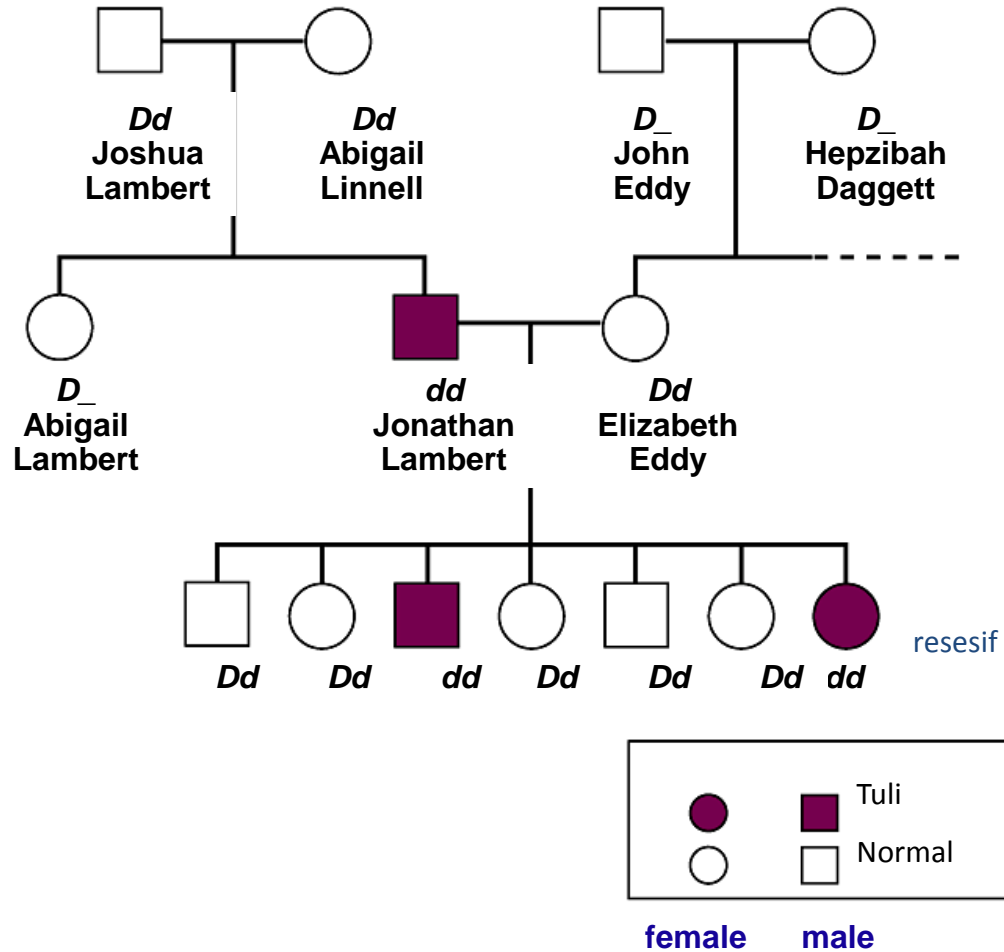
Gen-Gen Tidak Selalu Bebas pada Kromosom Berbeda



Pindahsilang → rekombinan , keragaman genetik



Silsilah Keluarga Digunakan untuk Menentukan Pola Pewarisan dan Genotipe Individu Manusia



Sifat Dominan dan Resesif pada Manusia

15

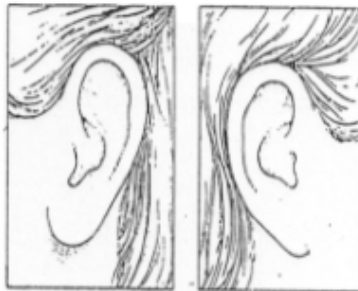
9.8. Contoh Sifat Manusia yang Diwariskan



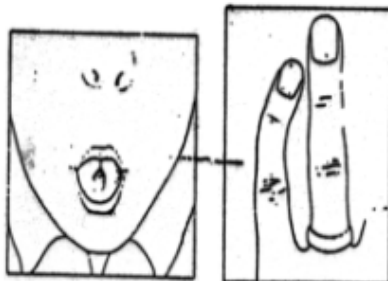
Garis rambut lurus pada jidat berlokuk vs lurus



c. Jari jempol bisa dibengkokkan ke belakang



b. Daun telinga tidak melekat vs melekat



c. Lidah bisa bergulung

c. Kelingking bengkok

Dominant Traits

Recessive Traits



Freckles



No freckles



Widow's peak



Straight hairline



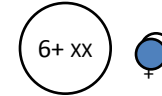
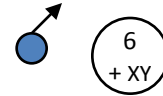
Free earlobe



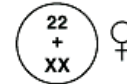
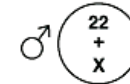
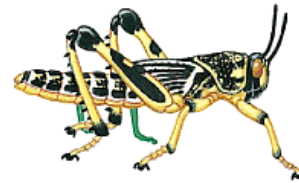
Attached earlobe

Sistem Penentu Seks pada Hewan

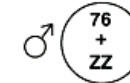
- Sistem X-Y



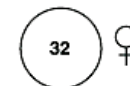
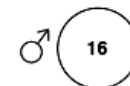
- Sistem X-O



- Sistem Z-W

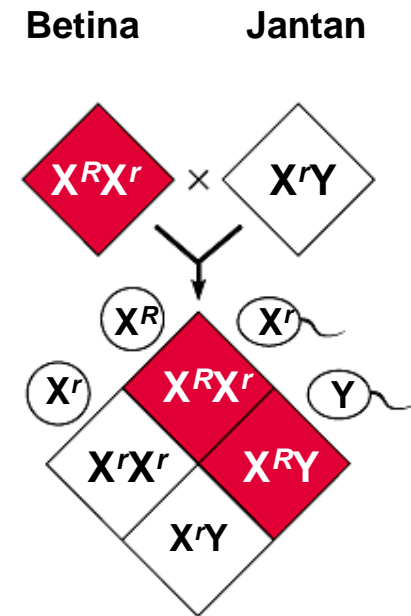
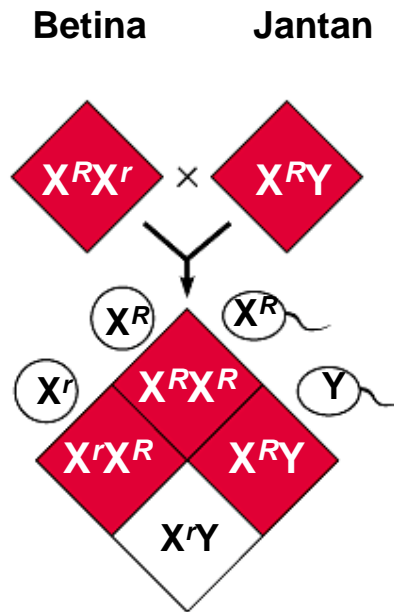
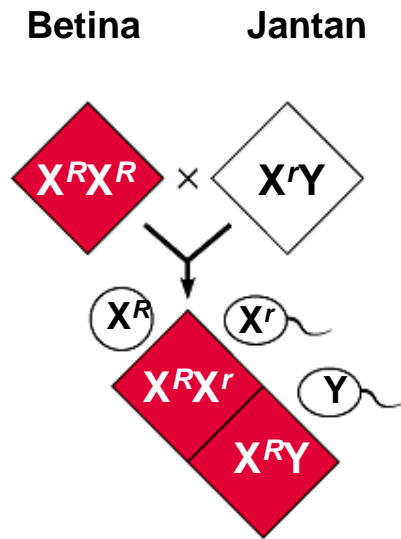


Banyaknya Kromosom



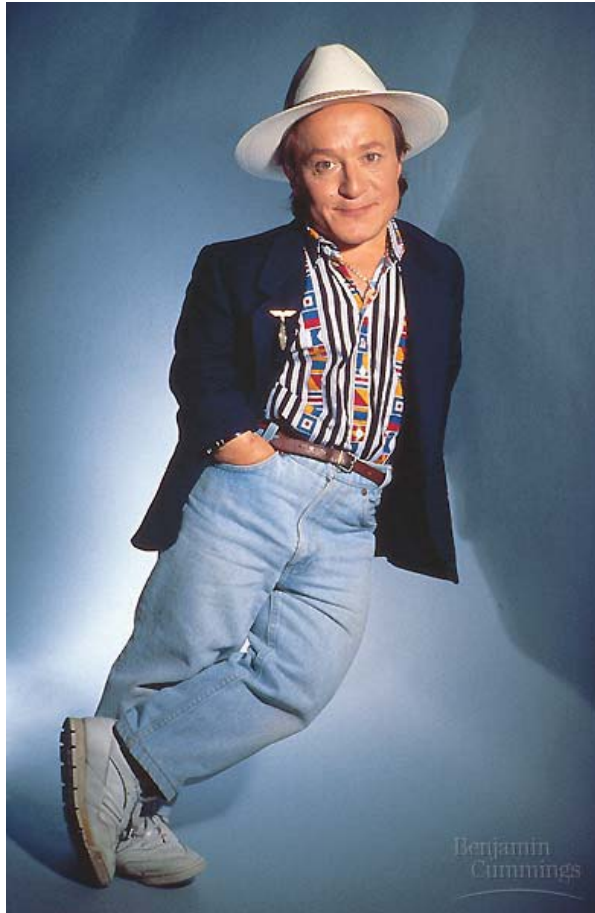
Sistem Penentu Seks pada Hewan

- Pola pewarisan sifat gen ada pada kromosom X
- Jantan membawa satu kromosom X (XY) dan betina dua (XX)
- Ilustrasi pola pewarisan warna mata putih (*r*) pada lalat buah, sifat terpaut-X gen resesif



R = alel mata-merah
 r = alel mata-putih

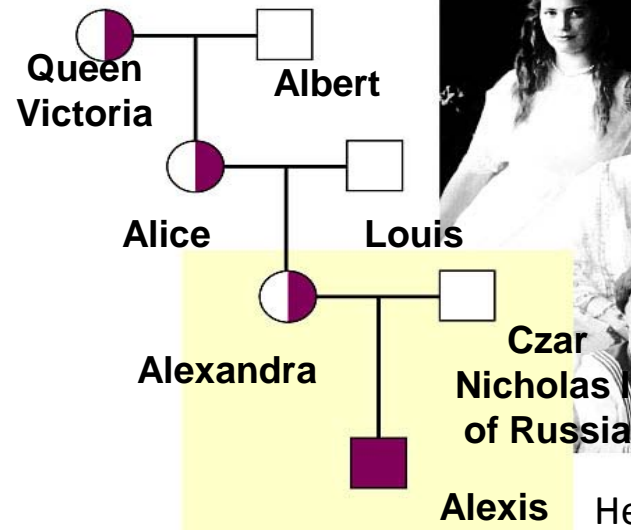
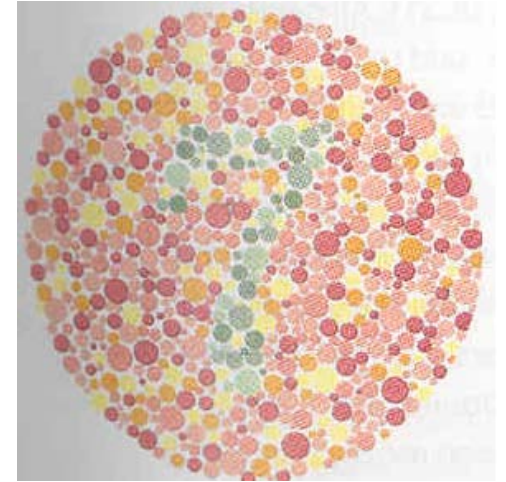
Pewarisan Sifat pada Manusia



Achondroplasia,
alel dominan (autosom)

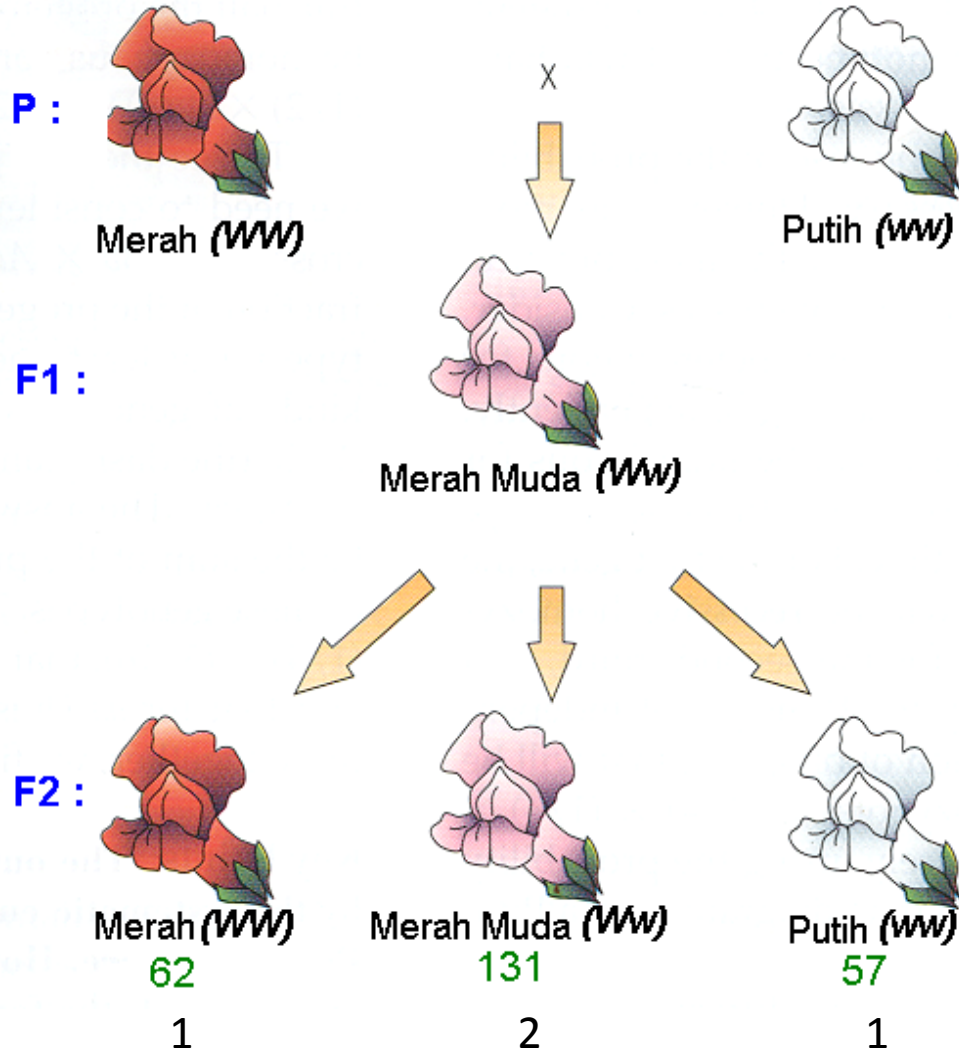
Buta warna, alel resesif
terpaut sex (kromosom-X)

Sistem X-Y



Hemofilia, alel resesif terpaut seks

Pengembangan Pola Pewarisan Mendel: Kasus Dominan Tak-Penuh



Pengembangan Pola Pewarisan Mendel: Kasus Kodominan dan Alel Ganda













Alel Ganda: dalam satu lokus/gen > 2 alel

Contoh:

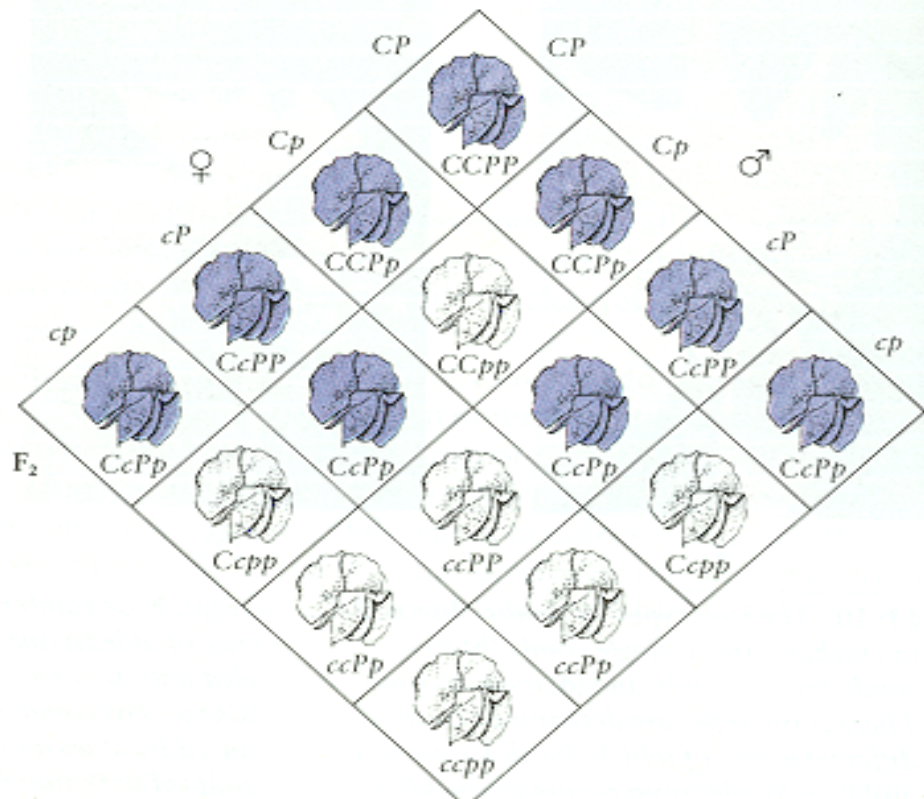
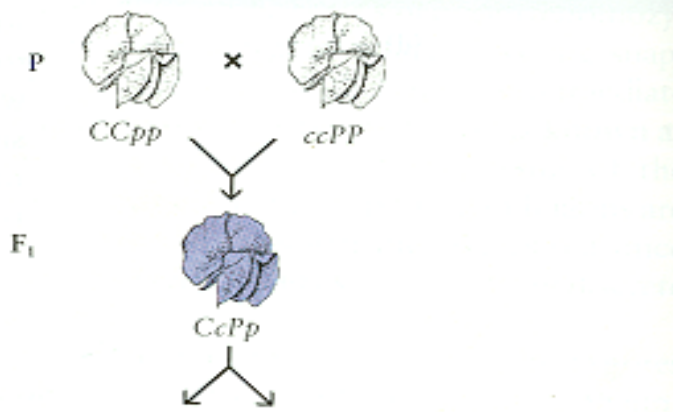
Golongan Darah pada manusia
Sistem ABO = 3 alel

Alel I^A bersifat **kodominan**
terhadap alel I^B

Alel I^A dan I^B bersifat **dominan**
terhadap alel I^O

Genotipe	Reaksi Positif (+) (menggumpal)		Reaksi Negatif (-)		Gol. Darah
	Serum Anti-A		Serum Anti-B		
$I^A I^A$		(+)		(-)	A
$I^A I^O$		(+)		(-)	A
$I^B I^B$		(-)		(+)	B
$I^B I^O$		(-)		(+)	B
$I^A I^B$		(+)		(+)	AB
$I^O I^O$		(-)		(-)	O

Pengembangan Pola Pewarisan Mendel: Epistasis (Kasus Segregasi Fenotipe F2 = 9 : 7)







Pleiotropi:

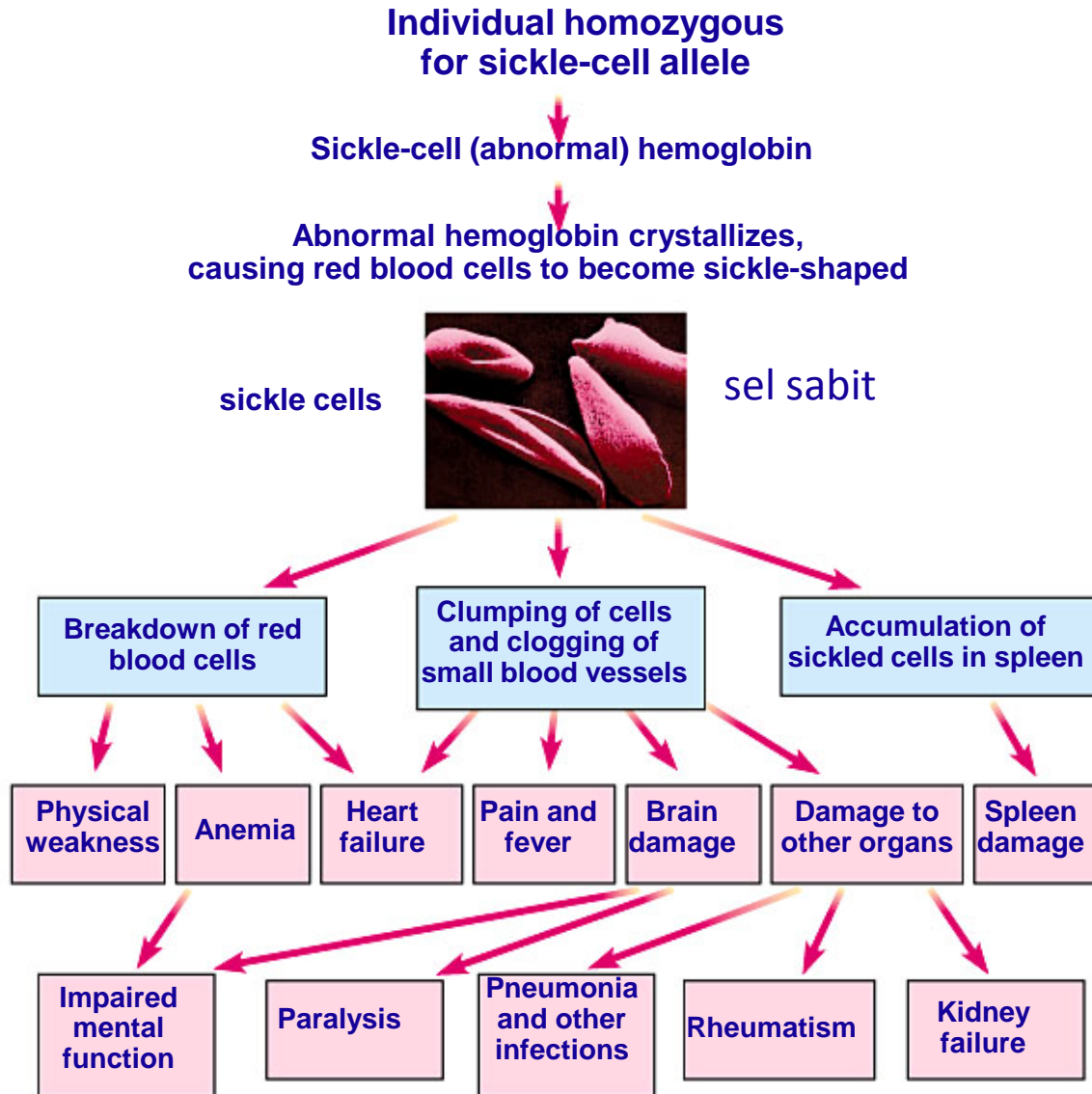
satu gen terekspresi dalam banyak sifat

Sifat Epistasis (Poligenik) :

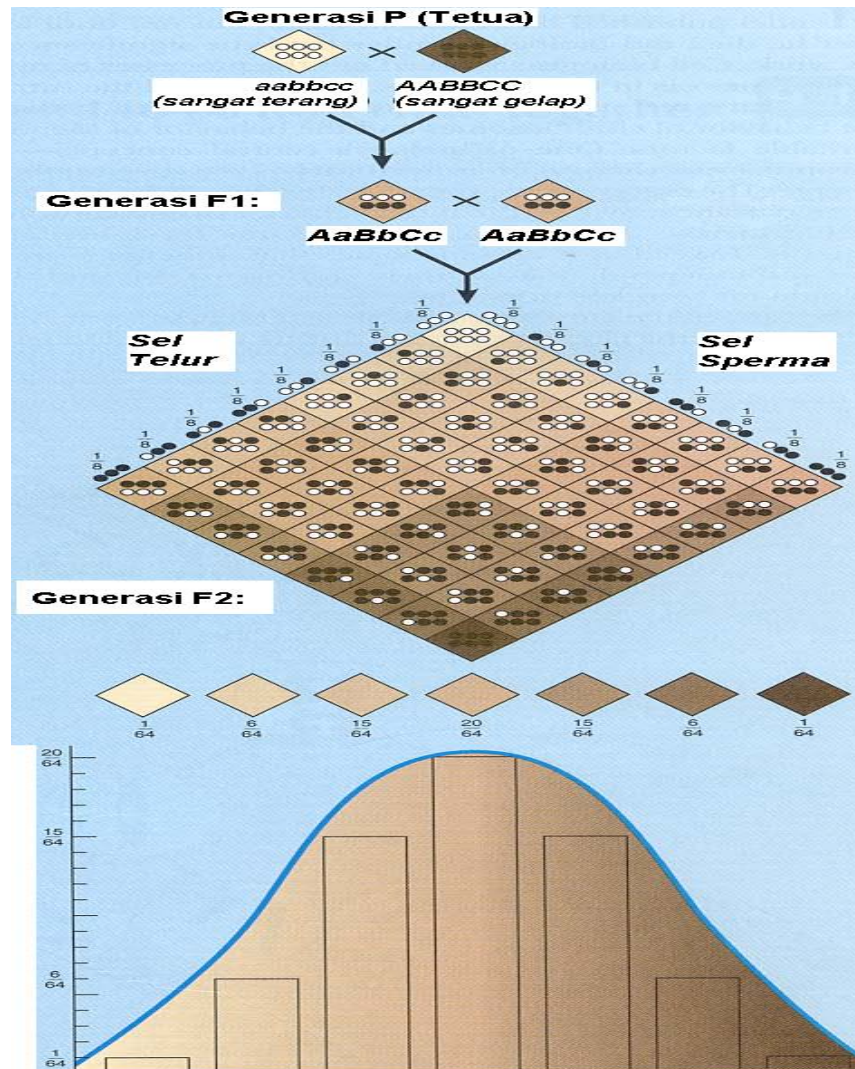
suatu sifat dikendalikan oleh lebih dari satu (banyak) gen

Phenotypes				
Genotypes	$B_C_$	$bbC_$	B_cc	$bbcc$
Mating of heterozygotes	(Green and yellow) $BbCc$ × $BbCc$ (Green and yellow)			
Phenotypic ratio of offspring	9 Green and yellow	3 Blue	3 Yellow	1 White

Contoh PLEIOTROPI: Sel Sabit Darah Merah



Sifat Poligenik: Suatu Sifat Dikendalikan oleh Banyak Gen



Poligen pada warna kulit manusia

terima kasih

