

MK. GENETIKA (Biologi sem 4)

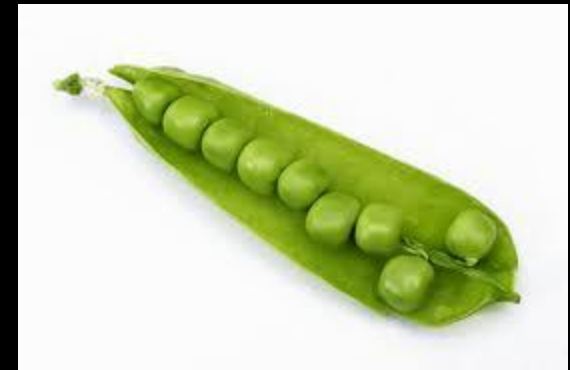


IIA. MENDELIAN GENETICS

Paramita Cahyaningrum Kuswandi*

FMIPA UNY

2015



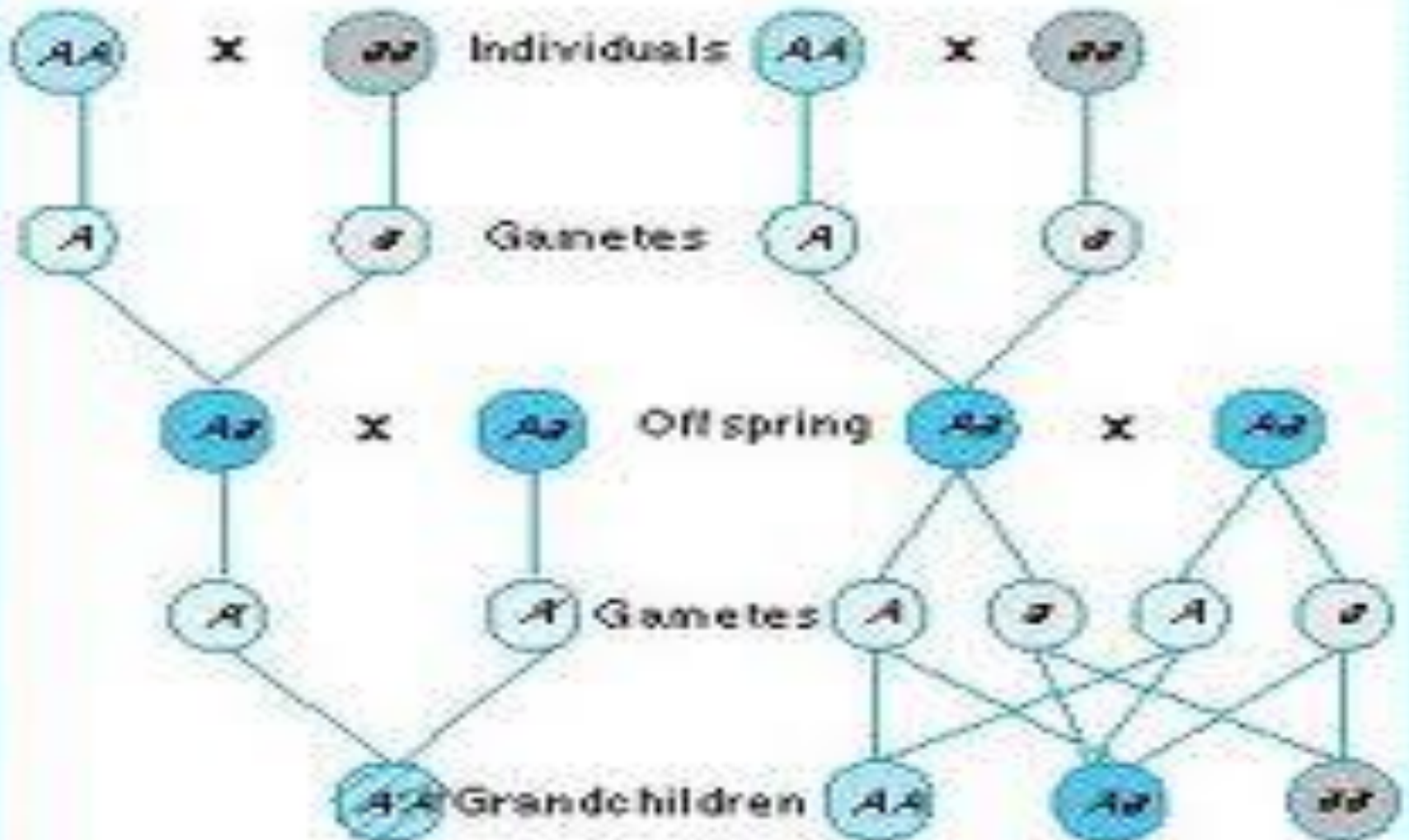
Email* : paramita@uny.ac.id

- Introduction
- I. Monohybrid Cross
- II. Dihybrid Cross
- III. Trihybrid Cross

Introduction

- Meski pewarisan sifat biologis telah memunculkan banyak pemikiran /persepsi selama ribuan tahun, tetapi terobosan pertama mengenai mekanismenya terjadi sekitar 135 tahun yang lalu
- Pada tahun 1866 Gregor Johann Mendel mempublikasi hasil penelitian yang akan menjadi fondasi bagi ilmu genetika saat ini

(a) Blending heredity (b) Mendelian heredity



Mendels' method

- Mendel menggunakan suatu metodologi untuk melakukan penelitiannya
- Digunakan suatu desain dan analisis yang sistematis untuk melakukan penelitiannya
- Digunakan statistik untuk analisis hasil penelitiannya



The model organism

- Tanaman yang mudah tumbuh
- Dapat disilangkan secara artifisial
- Mempunyai sifat-sifat kontras yang mudah diamati











Key to Mendel's success

- Menggunakan organisme yang tepat
- Membatasi pengamatan pada beberapa sifat saja
- Sifat yang akan diamati harus dapat dibedakan secara jelas (fenotipe jelas berbeda), dapat dibedakan secara langsung
- Menyimpan data kuantitatif secara akurat

Characters observed by Mendel

Table 11.1 Pea-Plant Characters Studied by Mendel

Character studied	Dominant trait	Recessive trait
Seed shape	smooth 	wrinkled 
Seed color	yellow 	green 
Pod shape	inflated 	wrinkled 
Pod color	green 	yellow 

Flower color

purple



white



Flower position

on stem



at tip



Stem length

tall



dwarf





GREGOR MENDEL

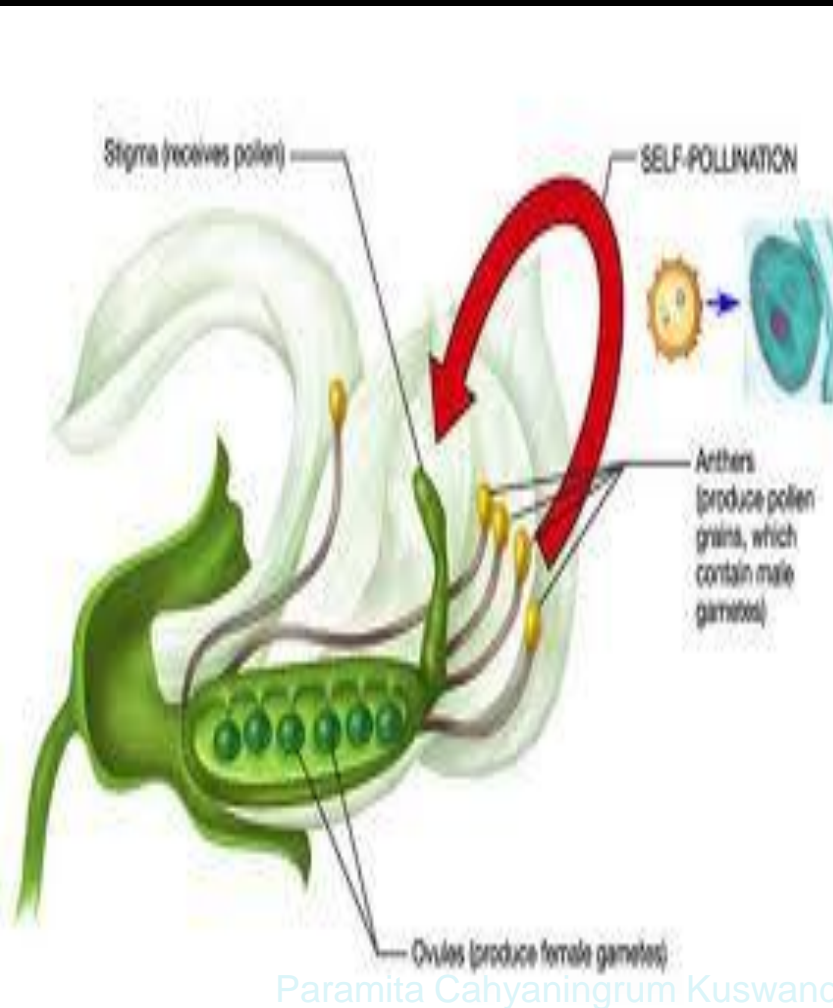
The Pea That Grew His Law

Paramita Cahyaningrum Kuswandi/FMIPA UNY/2015

I. MONOYBRID CROSS

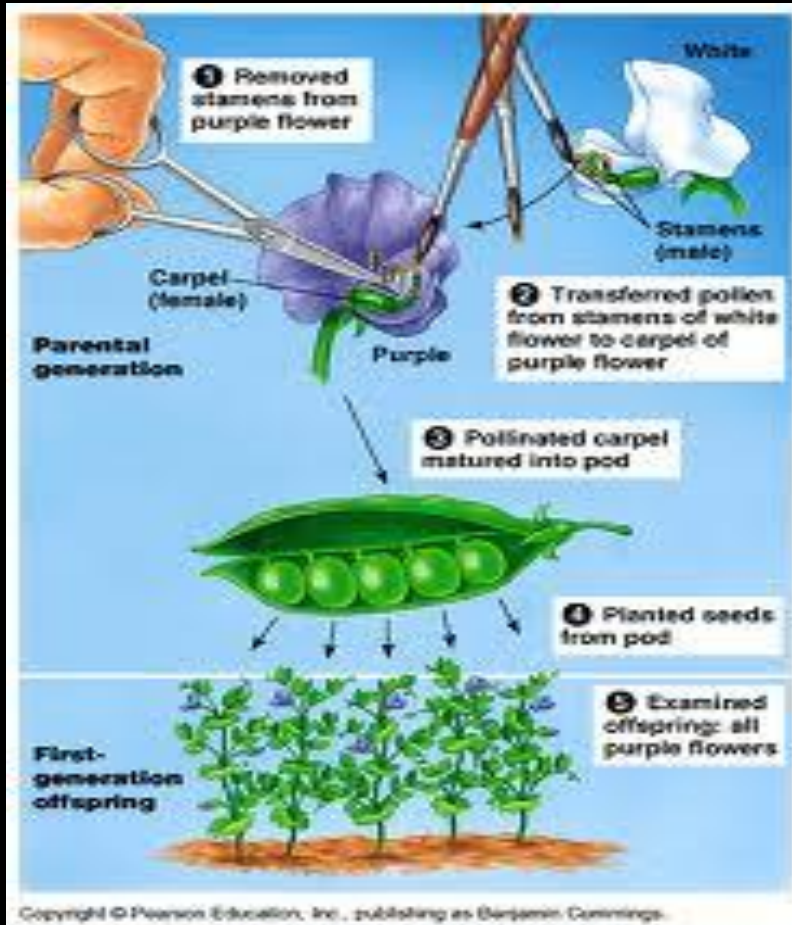
- **Monohybrid cross (Persilangan Monohibrid) :**
mating true-breeding individuals from 2 parent strains
- Tiap parent / tetua mempunyai sifat kontras / berlawanan untuk suatu sifat tertentu
- Tiap parent merupakan lini murni (sudah hasil selfing beberapa generasi)

Selfing untuk mendapat parent



"Selfing"	
Generations	%Homozygous
0	0
1	50.0%
2	75.0%
3	87.5%
4	93.8%
5	96.9%
6	98.4%
7	99.2%
8	99.6%
9	99.8%
10	99.9%

Crossing antar parent dengan sifat beda

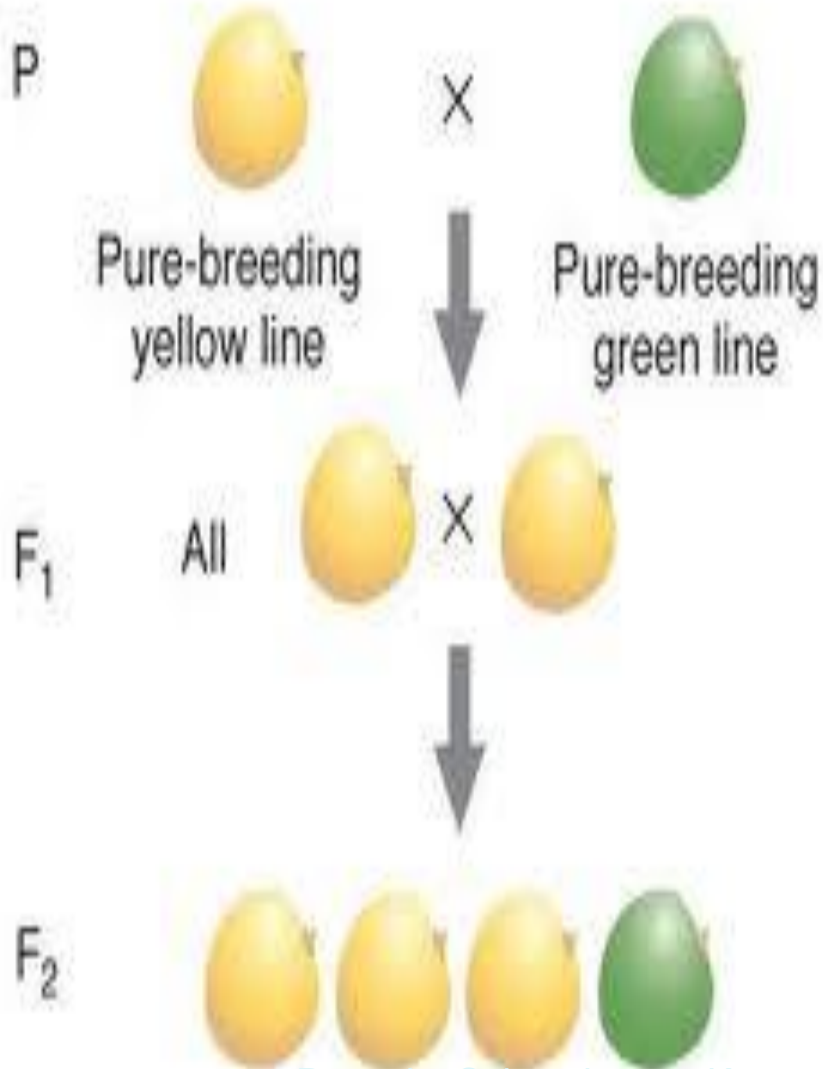


Hasil persilangan monohibrid

- Untuk **generasi pertama** (F1 = fillial 1) dari persilangan antar tetua yang beda sifat dihasilkan tanaman yang serupa dengan **salah satu tetua**
- Generasi F1 di-selfing untuk menghasilkan generasi F2
- Pada F2 terdapat individu dengan sifat yang tidak ada pada F1. Tetapi serupa dengan tetua / parentnya.

- Jika tetua yang sebelumnya digunakan sebagai jantan kemudian digunakan sebagai betina (dan sebaliknya), maka hasilnya akan sama
- Percobaan persilangan tersebut dinamakan **reciprocal cross**
- Sehingga hasil persilangan Mendel tidak tergantung pada kelamin / **not sex-dependent**

Observations



P Generation

(true-breeding parents)



Purple flowers

White flowers

F₁ Generation
(hybrids)



All plants had purple flowers

F₂ Generation



Hasil F1 dan F2

Data Persilangan dan F₁ Percobaan Mendel

Sifat	Persilangan	Tanaman F ₁
Bentuk biji	bundar >< keriput	100 % bundar
Wama albumen	kuning >< hijau	100 % kuning
Wama bunga	merah-ungu >< putih	100 % merah-ungu
Bentuk polong	gembung >< berkerut	100 % gembung
Wama polong	hijau >< kuning	100 % hijau
Kedudukan bunga	aksial >< terminal	100 % aksial
Tinggi tanaman	tinggi >< pendek	100 % tinggi

Data F₂ Percobaan Mendel

Sifat	Dominan	Resesif	Perbandingan
Bentuk biji	5474 bundar	1850 keriput	2.95 : 1
Wama albumen	6022 kuning	2001 hijau	3.01 : 1
Wama bunga	705 merah-ungu	224 putih	3.15 : 1
Bentuk polong	882 gembung	299 berkerut	2.95 : 1
Wama polong	428 hijau	152 kuning	2.85 : 1
Kedudukan bunga	451 aksial	207 terminal	3.14 : 1
Tinggi tanaman	787 tinggi	287 pendek	2.84 : 1

Some of these peas
have a smooth texture,
while others are
wrinkled.



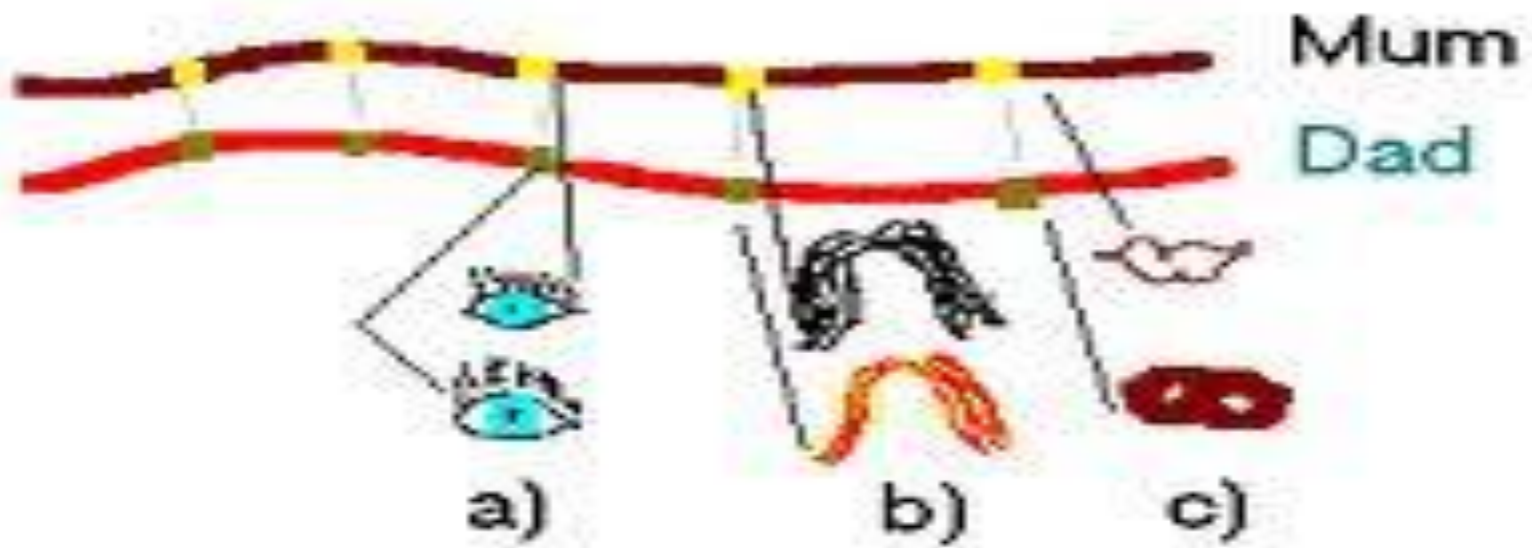
Interpretasi Mendel

- Ada pola yang konsisten untuk pewarisan sifat
- Tiap sifat mempunyai **unit** tertentu dan tiap unit mempunyai lebih dari satu bentuk
- Bentuk yang berbeda menentukan sifat yang berbeda
- Misal : unit untuk tinggi tanaman ada 2 → tinggi dan pendek

Gen dan Alel

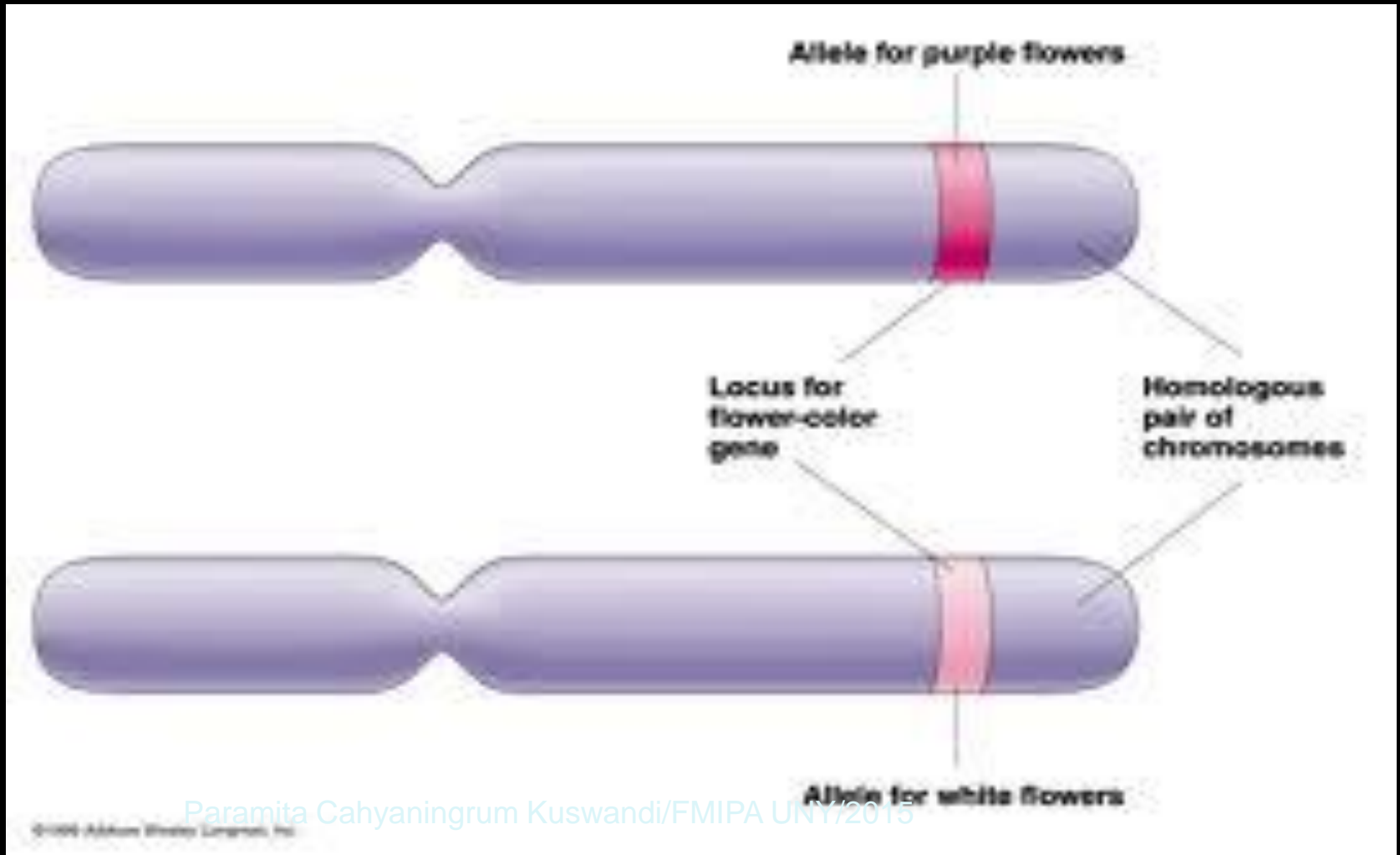
- Mendel membayangkan unit tersebut sebagai suatu struktur di dalam sel
- Sekarang kita menamakan unit tersebut **gen**
- Tiap unit (gen) terdiri lebih dari 1 bentuk (**allele**)
- Kesimpulan :

Each gene exists as a pair of alleles



Genes, alleles and the result I

Pada suatu individu...



Homosigot vs heterosigot

- Pada hasil F1 hanya salah satu sifat tetua yang tampak
- Maka tanaman F1 pasti mengandung kedua bentuk / sifat tersebut tetapi hanya satu yang tampak
- Individu dengan 2 bentuk yang sama disebut homosigot (e.g. TT, tt)
- Individu dengan 2 bentuk yang berbeda disebut heterosigot (e.g. Tt)

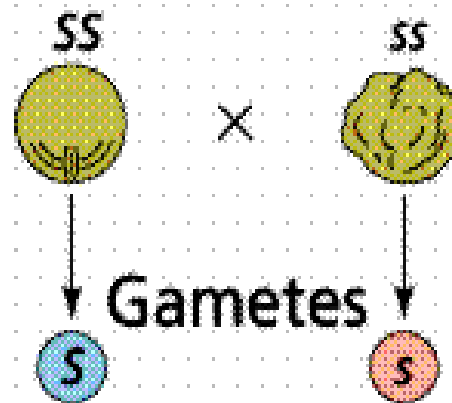
- Bentuk dari unit yang diwariskan (allele) dapat bersifat **dominan atau resesif**
- Pada individu heterosigot, sifat yang muncul adalah dari alel yang dominan
- Sehingga hanya tampak sifat dari salah satu tetua (sifat yang dominan)

Rasio 3 : 1

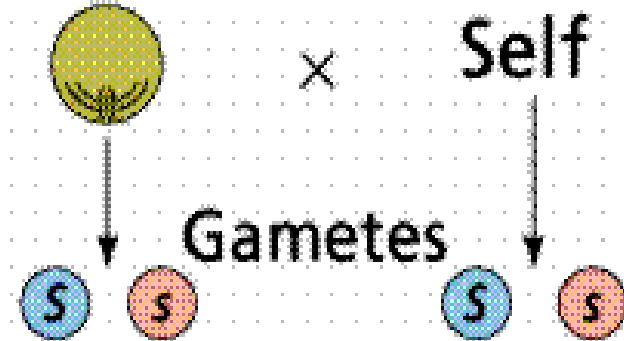
- Tanaman F1 semua memiliki fenotipe seperti salah satu tetua meskipun membawa kedua bentuk unit pewarisan (allel)
- Sehingga tanaman F1 pasti heterosigot (misal : Tt)
- Tanaman F2 menunjukkan rasio 3:1 dengan $\frac{1}{4}$ tanaman serupa dengan salah satu tetua dan $\frac{3}{4}$ serupa dengan tetua yang lain
- Pada $\frac{1}{4}$ tanaman F2, mempunyai sifat resesif sehingga genotipenya pasti tt

- Pada individu tt, pasti mendapat alel t dari tetua 1 dan t dari tetua 2
- Hal ini menunjukkan bahwa pada tiap tetua, kedua bentuk alel pasti berpisah saat pembentukan struktur pembawa alel trsbt (**gamet**)
- Untuk mendapatkan hasil rasio 3:1 pada keturunannya maka alel trsbt harus bersegregasi secara acak

Parental generation

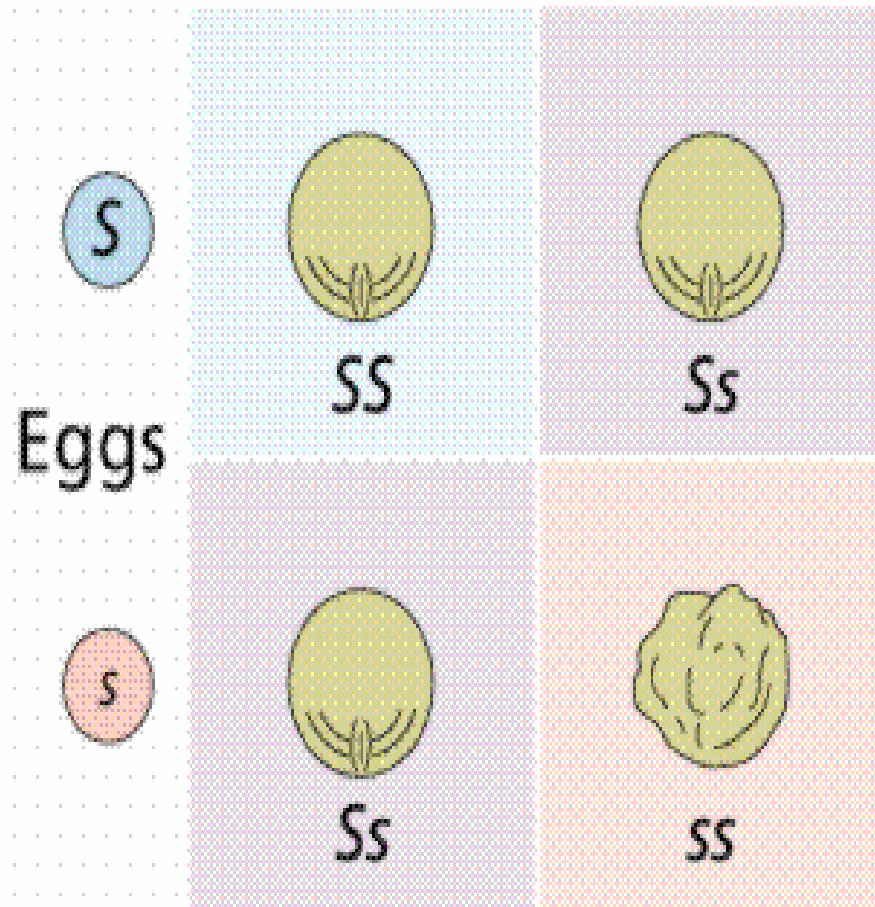


F₁ generation



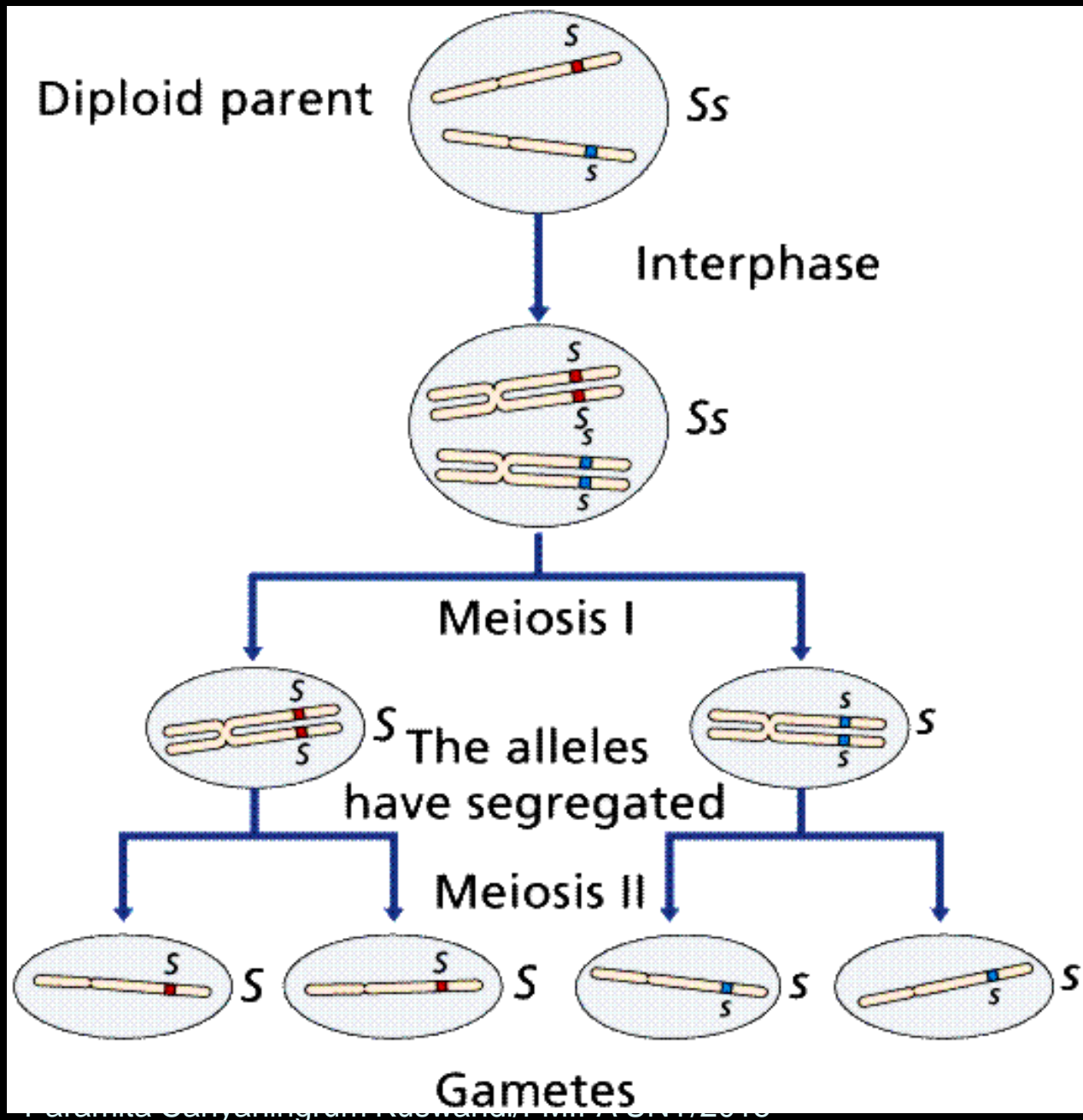
F₂ generation

S Sperm s



Allele
bersegregasi
secara acak

Hukum Mendel I



Istilah-istilah Genetika

- **Parent (P)** : parental generation = tetua
- **F1** : first filial generation = generasi filial (anak/keturunan) pertama
- **F2** : second filial generation = generasi filial (anak / keturunan) kedua

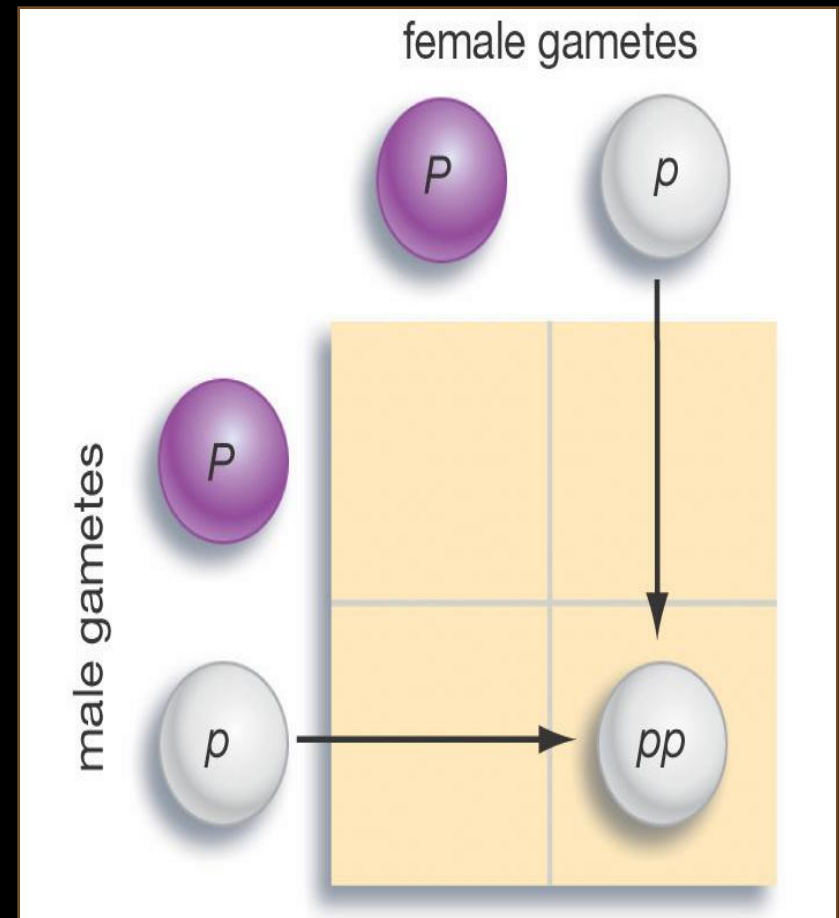
- **Fenotipe** : penampakan fisik suatu sifat pada suatu individu
- **Gen** : unit pewarisan sifat
- **Alel** : bentuk yang berbeda dari suatu gen
- **Genotipe** : simbol yang digunakan untuk menjelaskan alel yang berada pada suatu individu (misal : DD, Dd, dd)

- **Dominan** : bentuk alel yang lebih kuat dan terekspresikan dalam suatu individu dalam bentuk homosigot atau heterosigot. Dilambangkan dengan huruf besar/kapital (misal : D)
- **Resesif** : bentuk alel yang lemah / tidak kuat dan hanya dapat terekspresi pada fenotipe jika dalam bentuk homosigot . Dilambangkan dengan huruf kecil (misal : d)

- **Homosigot / homozygous** : keadaan individu dengan 2 alel yang sama untuk suatu sifat (misal : DD, dd)
- **Heterosigot / heterozygous** : keadaan individu dengan 2 alel yang berbeda untuk suatu sifat (misal : Dd)

Punnett Squares

- Digunakan untuk membantu persoalan genetika
- Dinamakan dari penemunya Reginald C. Punnett yang menggunakan metode ini untuk persilangan monohibrid



How to Make a Punnett Square

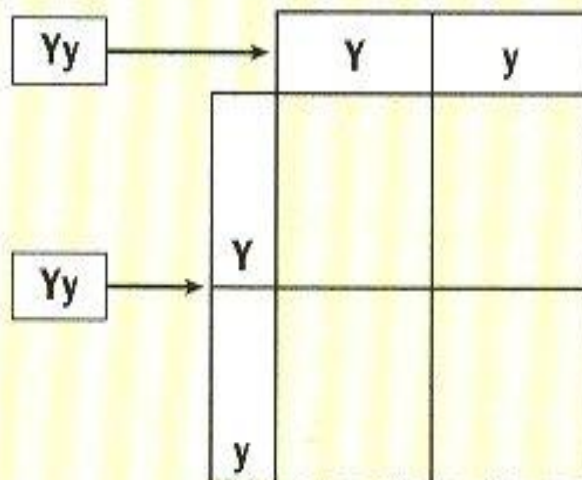
Punnett squares allow geneticists to predict the possible genotypes and phenotypes of offspring.

In this example, both parents are heterozygous for yellow-pea allele (Yy).

Parent 1



Parent 2

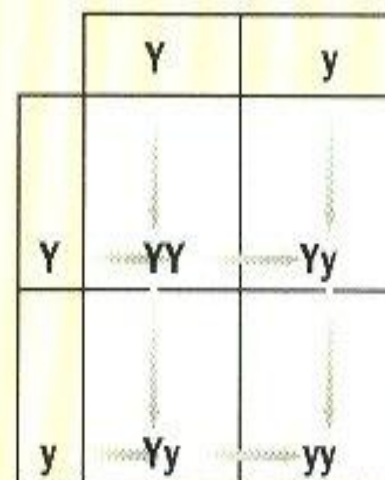


1 Make the grid

Place the alleles of the gametes of one parent along the top of a grid and those of the other parent along the left-hand side.

2 Fill in the grid

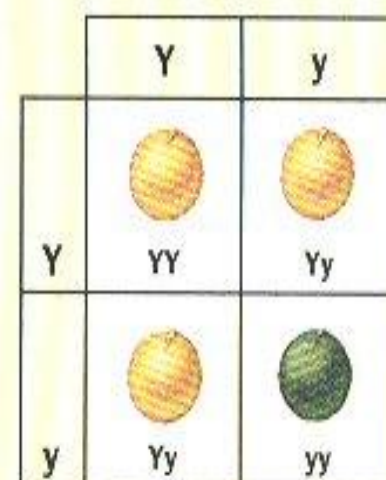
Combine the parent alleles inside the boxes. The letters show the genotypes of the offspring.



The genotype ratio is 1:2:1, meaning 1 YY , 2 Yy , 1 yy .

3 Fill in the offspring

Use the Law of Dominance to determine the phenotypes and phenotype ratio of the offspring.



The phenotype ratio is 3:1, meaning 3 yellow peas to 1 green pea.

Testcross

- Suatu uji untuk menentukan genotipe suatu individu
- Individu dengan sifat dominan (tapi belum tahu homosigot atau heterosigot) disilangkan dengan individu homosigot resesif
- Hasil testcross memperkuat kesimpulan Mendel bahwa terdapat unit-unit pengendali sifat yang kemudian dinamakan gen dan alel

DD x dd
Homosigot Homosigot
Tinggi pendek

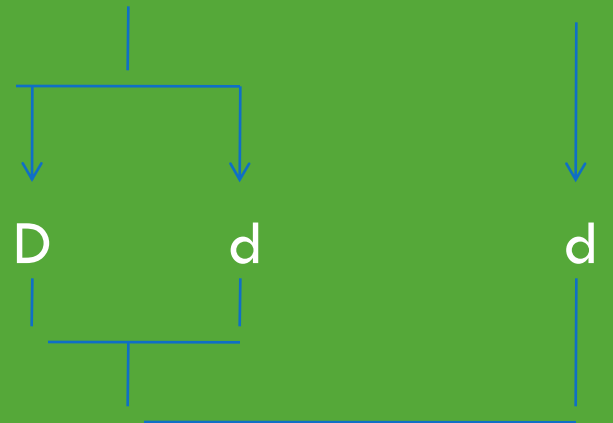


Dd

semua tinggi

Paramita Cahyaningrum
Kuswandi/FMIPA UNY/2015

Dd x dd
Heterosigot Homosigot
Tinggi Pendek



Dd

1/2 tinggi

dd

1/2 pendek

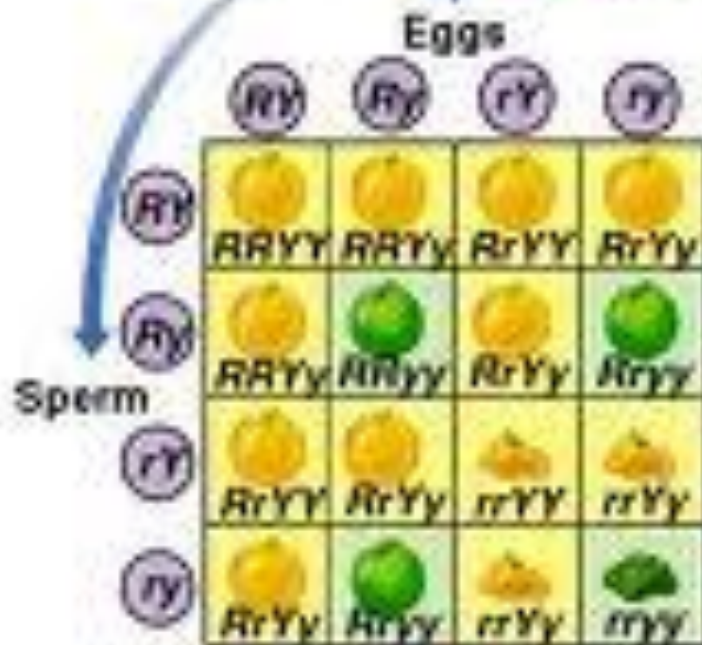
II. DIHYBRID CROSS

- Dihybrid cross adalah persilangan antar individu dengan 2 sifat yang berbeda
- Disebut juga two-factor cross
- Misalnya : persilangan antara tanaman kapri biji bulat berwarna kuning dengan yang berbiji hijau berkeriput
- Hasil pada F2 menunjukkan rasio yang spesifik yaitu 9:3:3:1

Dihybrid Cross



F₁ generation
All round, yellow seeds ($RrYy$)



F₂ generation
3/16 are round, yellow
3/16 are round, green
3/16 are wrinkled, yellow
1/16 are wrinkled, green

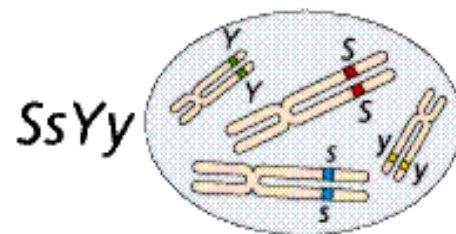
- Pada generasi F2 terdapat individu dengan sifat yang tidak ada pada tetua
- Misal kuning berkeriput dan hijau bulat
- Hal ini menunjukkan bahwa sifat-sifat tersebut (warna biji dan bentuk biji) diwariskan secara independen dan tidak selalu bersama
- Dan alel untuk tiap sifat juga diwariskan secara independen sehingga terbentuk individu-individu baru / berbeda dari tetua

Pasangan alel yang
berbeda bersegregasi
secara independen
(The Law of Independent
Assortment)

Hukum Mendel II

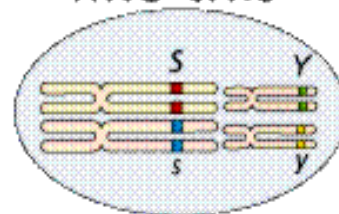
- During gamete formation, alleles in one gene pair segregate into gametes independently of the alleles of other gene pairs.
- True only in certain cases
- When the genes are on different chromosomes
- or separated very far on the same chromosomes

Diploid parent



During Meiosis I
homologues are
separated into
new cells

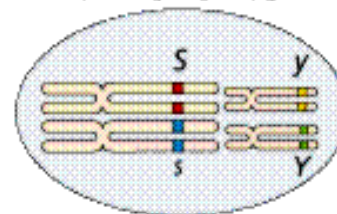
like this



SsYy

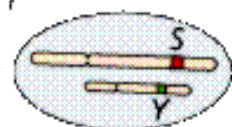
or

like this

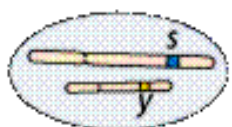


SsYy

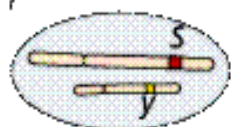
Meiosis continues



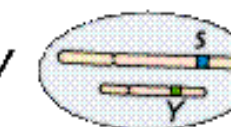
SY



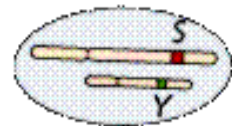
sy



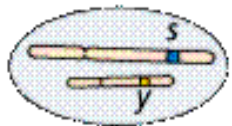
Sy



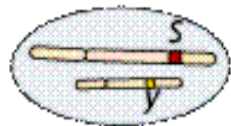
sY



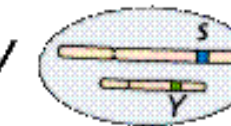
SY



sy



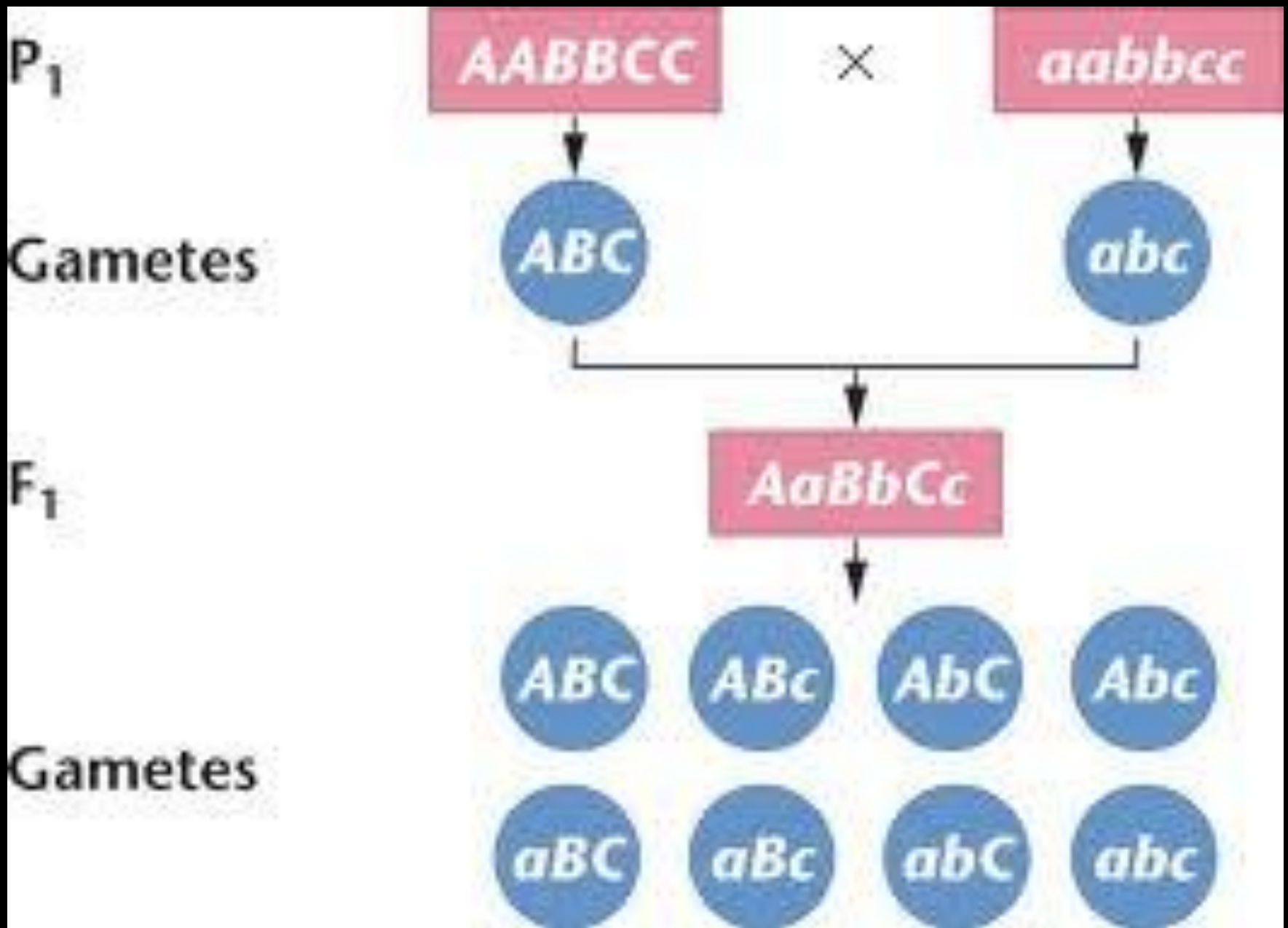
Sy



sY

S assorts with Y or y
s assorts with Y or y

III. TRIHYBRID CROSS



- Mendel menunjukkan bahwa segregasi alel dan penyusunan kembali secara acak (Hukum Mendel I dan II) dapat diterapkan pada 3 pasang sifat
- Persilangan yang dilakukan antar 2 individu dengan 3 sifat beda disebut trihybrid cross atau three-factor cross
- Dapat menggunakan Punnett Square, Forked-line method atau segitiga Pascal untuk melihat generasi F₂

Dengan Punnet-Square

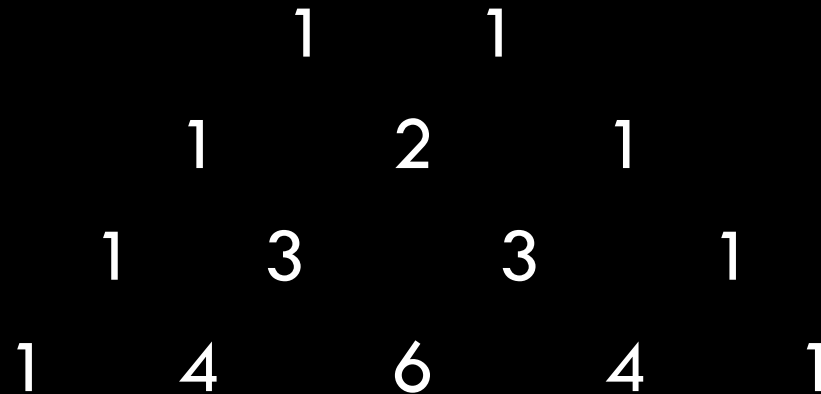
	ABC	ABc	AbC	aBC	Abc	aBc	abC	abc
ABC	AABBCC	AABBCCc	AABbCC	AaBBCC	AABbCc	AaBBCCc	AaBbCC	AaBbCc
ABc	AABBCCc	AABBcc	AABbCc	AaBbcc	AABbcc	AaBBcc	AaBbCc	AaBbcc
AbC	AAbBCC	AAbBCCc	AAbbCC	AabBCC	AAbbCc	AabBCCc	AabbCC	AabbCc
aBC	aABBCC	AaBBCCc	aABbCC	aaBBCC	aABbCc	aaBBCCc	aaBbCC	aaBbCc
Abc	AAbBcC	AAbBcc	AAbbcC	AabBcC	AAbbcc	AabBcc	AabbcC	Aabbcc
aBc	aABBcC	aABBcc	aABbcC	aaBBcC	aABbcc	aaBBcc	aaBbcC	aaBbcc
abC	aAbBCC	aAbBCCc	aAbbCC	aabBCC	aAbbCc	aabBCCc	aabbCC	aabbCc
abc	aAbBcC	aAbBcc	aAbbcC	aabBcC	aAbbcc	aabBcc	aabbcC	aabbcc

Dengan Forked-Line Method

Generation of F₂ trihybrid phenotypes

A or a	B or b	C or c	Combined proportion
3/4 A	3/4 B	3/4 C →	$(3/4)(3/4)(3/4) ABC = 27/64$ ABC
		1/4 c →	$(3/4)(3/4)(1/4) ABc = 9/64$ ABc
	1/4 b	3/4 C →	$(3/4)(1/4)(3/4) AbC = 9/64$ AbC
		1/4 c →	$(3/4)(1/4)(1/4) Abc = 3/64$ Abc
1/4 a	3/4 B	3/4 C →	$(1/4)(3/4)(3/4) aBC = 9/64$ aBC
		1/4 c →	$(1/4)(3/4)(1/4) aBc = 3/64$ aBc
	1/4 b	3/4 C →	$(1/4)(1/4)(3/4) abC = 3/64$ abC
		1/4 c →	$(1/4)(1/4)(1/4) abc = 1/64$ abc

Dengan Segitiga Pascal



A Pascal's Triangle with 4 rows. The numbers are arranged in a triangular pattern, with each number being the sum of the two numbers directly above it. The first row has two 1s. The second row has 1, 2, 1. The third row has 1, 3, 3, 1. The fourth row has 1, 4, 6, 4, 1.

		1		1	
	1		2		1
	1	3		3	1
1	4	6	4	1	

monohibrid

- $1 \times 3^1 = 3 = 3$ kombinasi 1 macam gen dominan
= D_, DD, _D
- $1 \times 3^0 = 1 = 1$ tanpa gen dominan = dd

Dihybrid

- $1 \times 3^2 = 9 = 9$ kombinasi 2 macam gen dominan
- $2 \times 3^1 = 6 = 6$ kombinasi 1 macam gen dominan
- $1 \times 3^0 = 1 = 1$ tanpa gen dominan

trihybrid

- $1 \times 3^3 = 27 = 27$ kombinasi dengan 3 macam gen dominan
- $3 \times 3^2 = 27 = 27$ kombinasi dengan 2 macam gen dominan
- $3 \times 3^1 = 9 = 9$ kombinasi dengan 1 macam gen dominan
- $1 \times 3^0 = 1 = 1$ tanpa gen dominan



KESIMPULAN

- Mendel melakukan penelitian secara sistematis dengan metodologi dan analisis yang sudah direncanakan
- Dengan percobaan pertama persilangan monohibrid dihasilkan Hukum Mendel I
- Dengan persilangan dihibrid dihasilkan Hukum Mendel II
- Persilangan trihibrid membuktikan kedua hukum Mendel

Minggu depan

- Topik 3 : Probabilitas dan Uji X^2

