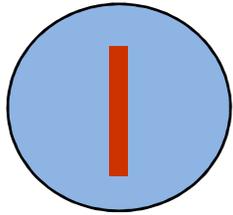




MATERI KULIAH IPA-3 JURUSAN PENDIDIKAN IPA FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM



UNIT III: Pewarisan Sifat dan Penerapannya dalam Pemuliaan Makhluk Hidup



Introduction – 5'

Latar Belakang

- Pada K-13 terdapat KD sebagai berikut :
 - 3.8 Mengidentifikasi proses dan hasil pewarisan sifat serta penerapannya dalam pemuliaan makhluk hidup
 - 4.7 Melakukan percobaan sederhana untuk menemukan hukum pewarisan sifat makhluk hidup
- Kemampuan apa saja yang harus dilatihkan ke siswa?
- Materi apa saja yang harus dipelajari siswa?
- Bagaimana kegiatan belajar yang sesuai dengan kemampuan dan materi tersebut?

Tujuan

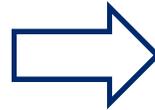
Setelah mengikuti sesi ini, mahasiswa mampu:

- Memahami maksud Kompetensi Dasar (KD) dan lingkup materi dalam KD 3.8 Kelas IX
 - Memahami hukum pewarisan sifat dan aplikasinya dalam pemuliaan makhluk hidup.
 - Mengembangkan ide pembelajaran di sekolah yang sesuai dengan “kemampuan” dan “Konten Materi” pada KD 3.8 Kelas IX
-

Garis Besar Kegiatan

Introduction - 5'

- Dosen menyampaikan latar belakang, tujuan, dan garis besar langkah kegiatan.



Connection – 10'

- Recall : Pemahaman tentang Hukum mendel 1, 2 dan konsep monohibrid dan dihibrid, fenotip, genotip, resesif



Extension/ Penguatan – 2'

- Baca buku Biologi Universitas mengenai aplikasi pewarisan sifat pada pemuliaan tanaman

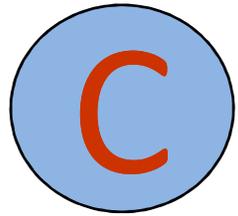
- denugasan

Reflection – 3'

- Mengingat kembali:
 - Komponen “Kemampuan” dan “Konten Materi” apa saja yang terdapat pada KD 3.8

Application – 80'

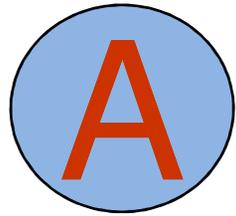
- Observasi bagan proses dan hasil pewarisan sifat.



Connection

Ungkap Pendapat (10')

- Bagaimana hukum mendel 1, 2?
- Bagaimana proses persilangan pada monohibrid dan dihibrid?
- Jelaskan konsep genotip, fenotip, dominan, resesif, intermediet, alel, homozigot, heterozigot?



Application – 80'

Kemampuan apakah yang harus dikuasai siswa?

Materi apakah yang terkandung di dalamnya?

3.8 Mengidentifikasi proses dan hasil pewarisan sifat serta penerapannya dalam pemuliaan makhluk hidup

4.7 Melakukan percobaan sederhana untuk menemukan hukum pewarisan sifat makhluk hidup

Catatlah hasil amatan Saudara menggunakan kertas plano dengan format seperti berikut:

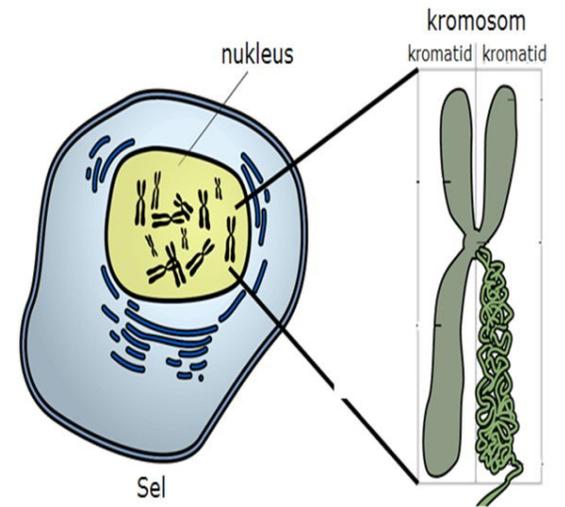
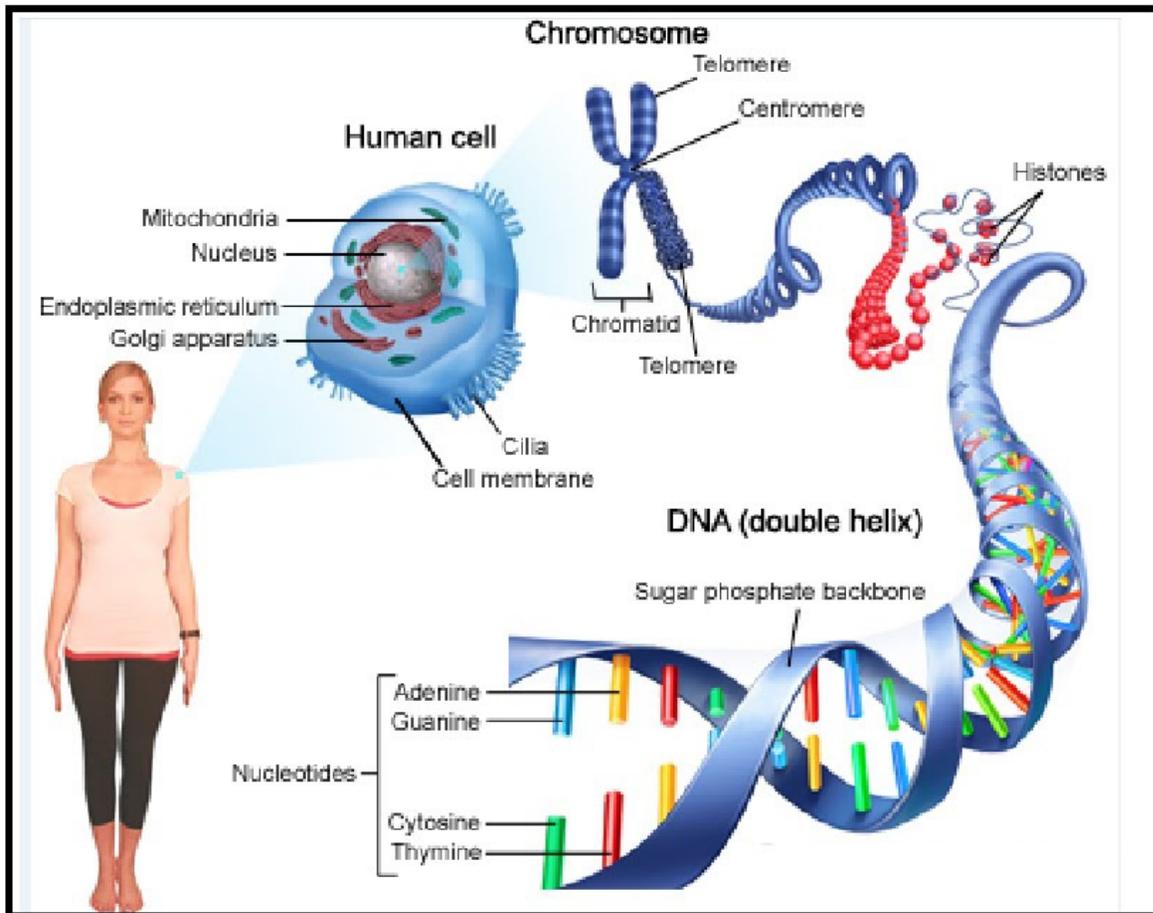
| KD 3.8 | | KD 4.7 | |
|-----------|--------|-----------|--------|
| Kemampuan | Materi | Kemampuan | Materi |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

HEREDITY

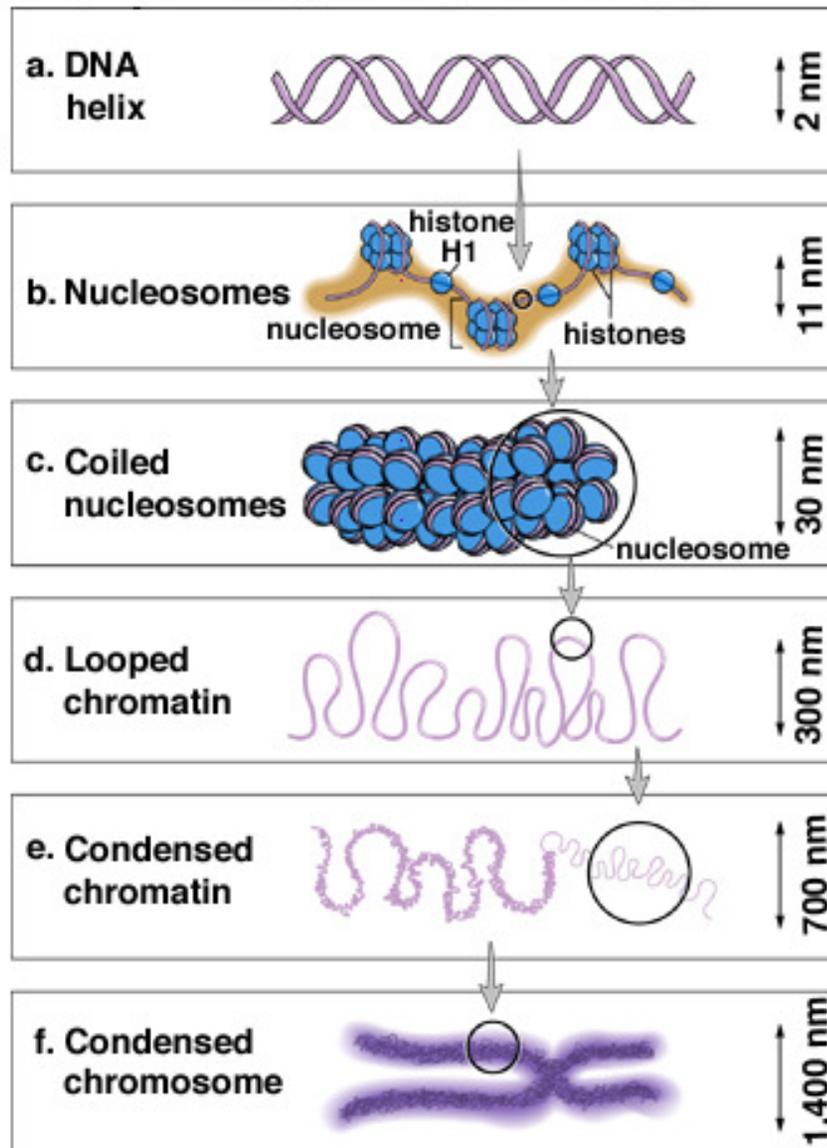
- **Heredity** is the transmission of genetic information from parent to offspring.
- **Genetics** is the science of heredity, studies both genetics similarities and genetics variation
- **Genetics variation** is the differences between parents and offspring or among individuals of population.

The term in heredity

- Phenotype, physical appearance of an organism
- Genotype, arrangement of gene in the locus
- Parental generation (P generation)
- F1 generation :the first filial generation
- Dominant:factor expressed
- Recessive:factor that hidden
- Alleles: the alternative forms of genes, example the tall plant had two different alleles that control plant height:a **dominant allele** for tallness (T) and a **recessive allele** for shortness (t).



Levels of chromosome structure



DNA to Protein

Genome: the complete set of information in an organism's DNA

Total length of DNA about 2 meters long in a human cell, encoding about 30000 proteins

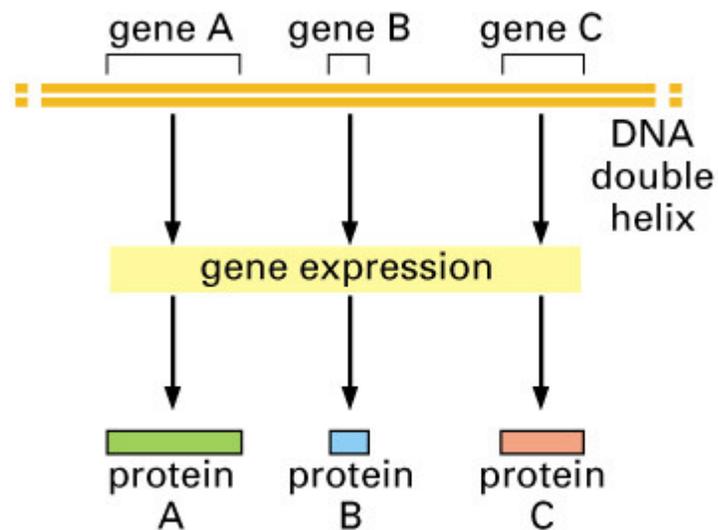


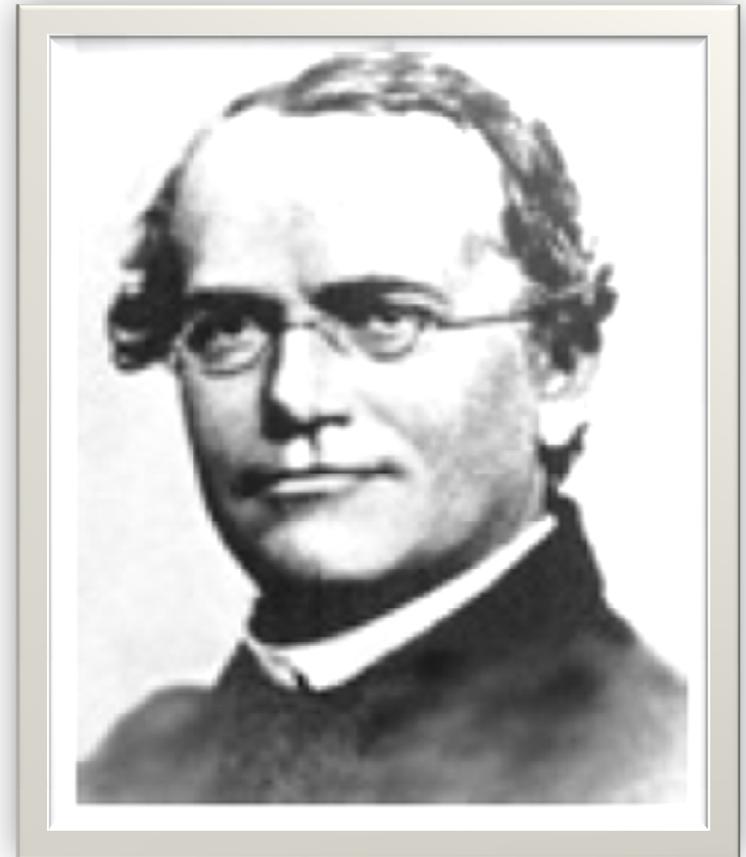
Figure 4-6. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.

Hukum Mendel



1. Hukum I Mendel
2. Hukum II Mendel
3. *Testcross, Backcross,*
& Persilangan
Resiprok

Asal mula genetika modern terjadi ketika seorang biarawan yang bernama Greror Mendel mencatat sebuah mekanisme penurunan sifat, yaitu *Theory of Particulate Inheritance*.



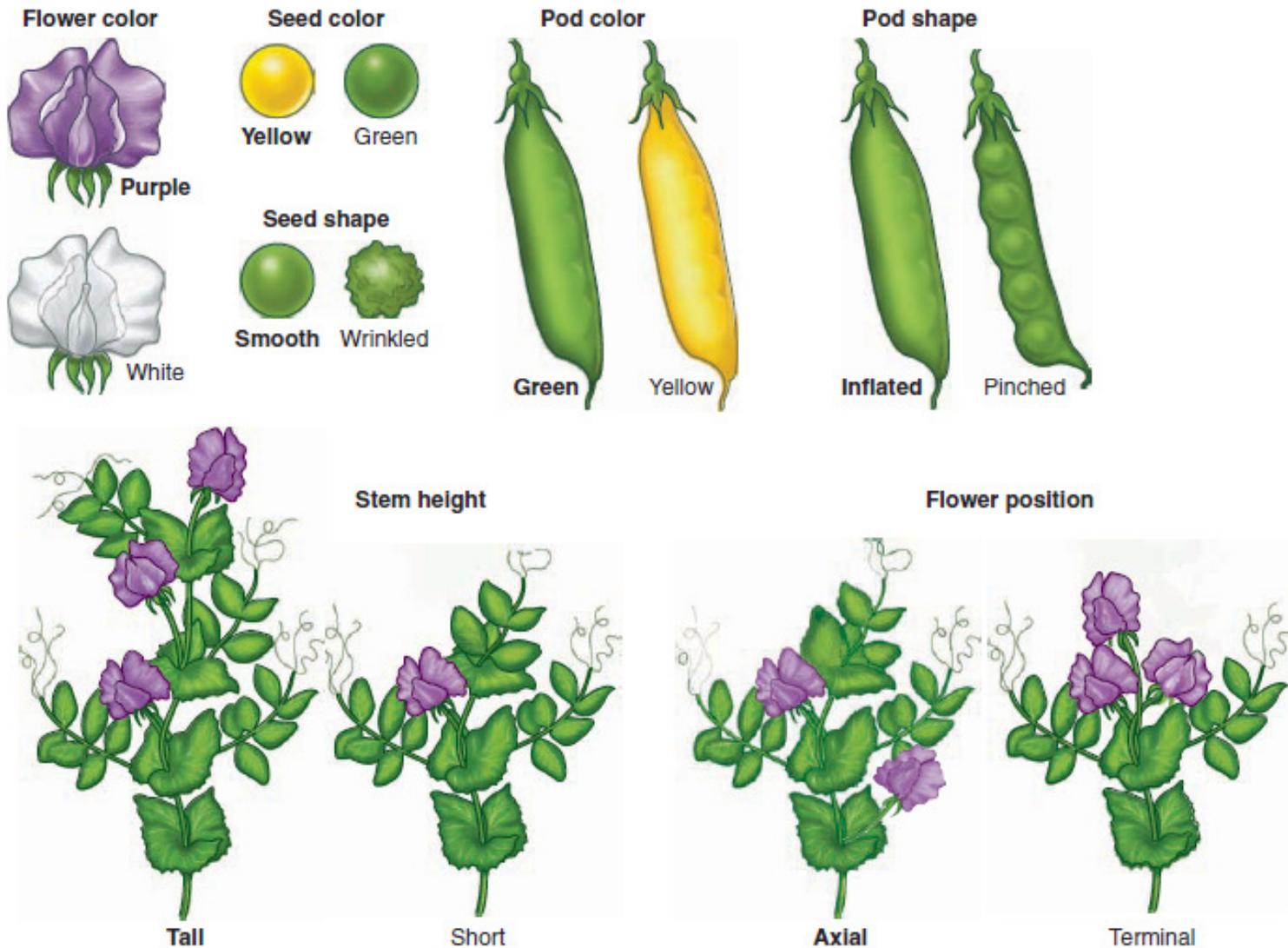
Eksperimen Mendel thdp Tanaman Ercis



Tanaman ercis dipilih oleh Mendel karena memiliki sifat-sifat:

- Memiliki pasangan-pasangan sifat yang kontras
- Melakukan perkawinan sendiri (self pollination)
- Mudah disilangkan
- Memiliki keturunan yang banyak
- Cepat menghasilkan keturunan

Pasangan Sifat-Sifat Tanaman Ercis yang Kontras

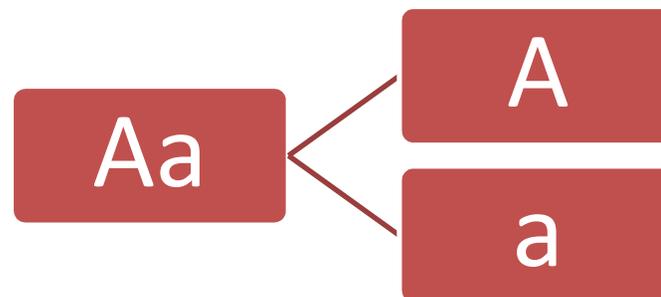


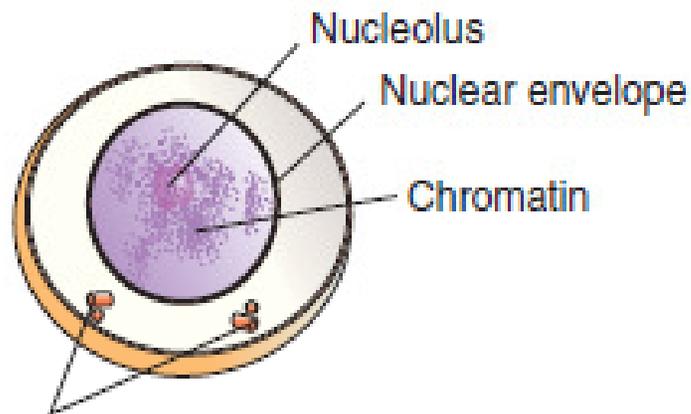
Pasangan Sifat-Sifat Tanaman Ercis yang Kontras

| Character | Dominant trait | Recessive trait | Character | Dominant trait | Recessive trait | |
|--------------|--|---|-----------------|--|---|--|
| Seed shape |  Spherical |  Wrinkled | Flower position |  Axial |  Terminal | |
| Seed color |  Yellow |  Green | | Stem height |  Tall |  Dwarf |
| Flower color |  Purple |  White | | | | |
| Pod shape |  Inflated |  Constricted | | | | |
| Pod color |  Green |  Yellow | | | | |

Hukum I Mendel

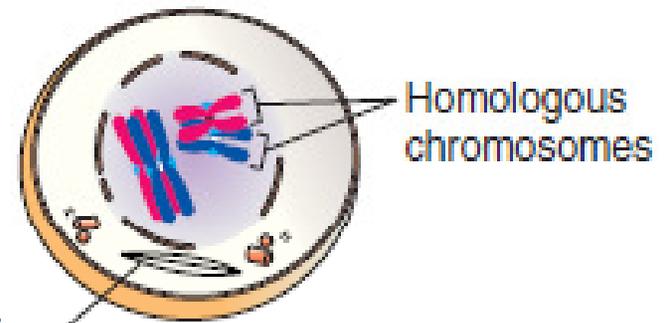
Hukum I Mendel disimpulkan dari persilangan monohibrid. Hukum I Mendel disebut sebagai hukum segregasi (pemisahan). Hukum segregasi menyatakan bahwa pada saat pembentukan gamet terjadi segregasi alel-alel secara bebas, dari diploid menjadi haploid.





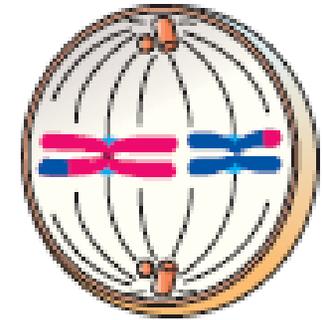
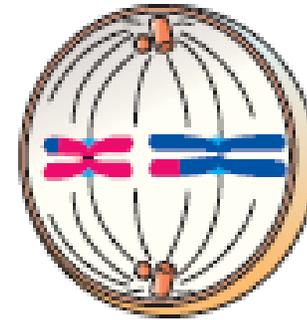
Centrioles

Interphase preceding meiosis; DNA replicates.



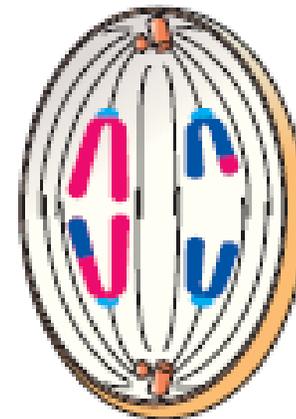
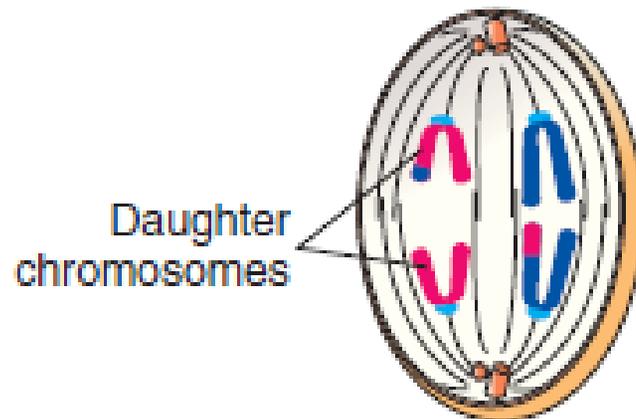
Developing
meiotic spindle

Homologous chromosomes synapse, forming tetrads; nuclear envelope breaks down.

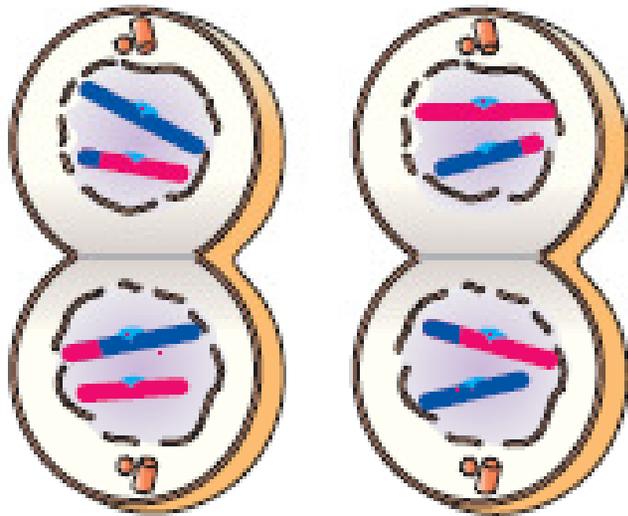


Chromosomes condense again following brief period of interkinesis. DNA does not replicate again.

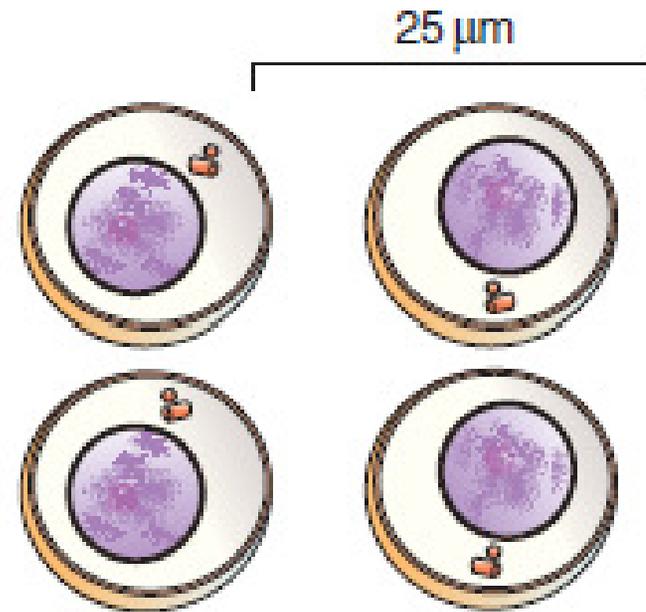
Chromosomes line up along cell's midplane.



Sister chromatids separate, and chromosomes move to opposite poles.



Nuclei form at opposite poles of each cell. Cytokinesis occurs.



Four gametes (animal) or four spores (plant) are produced.

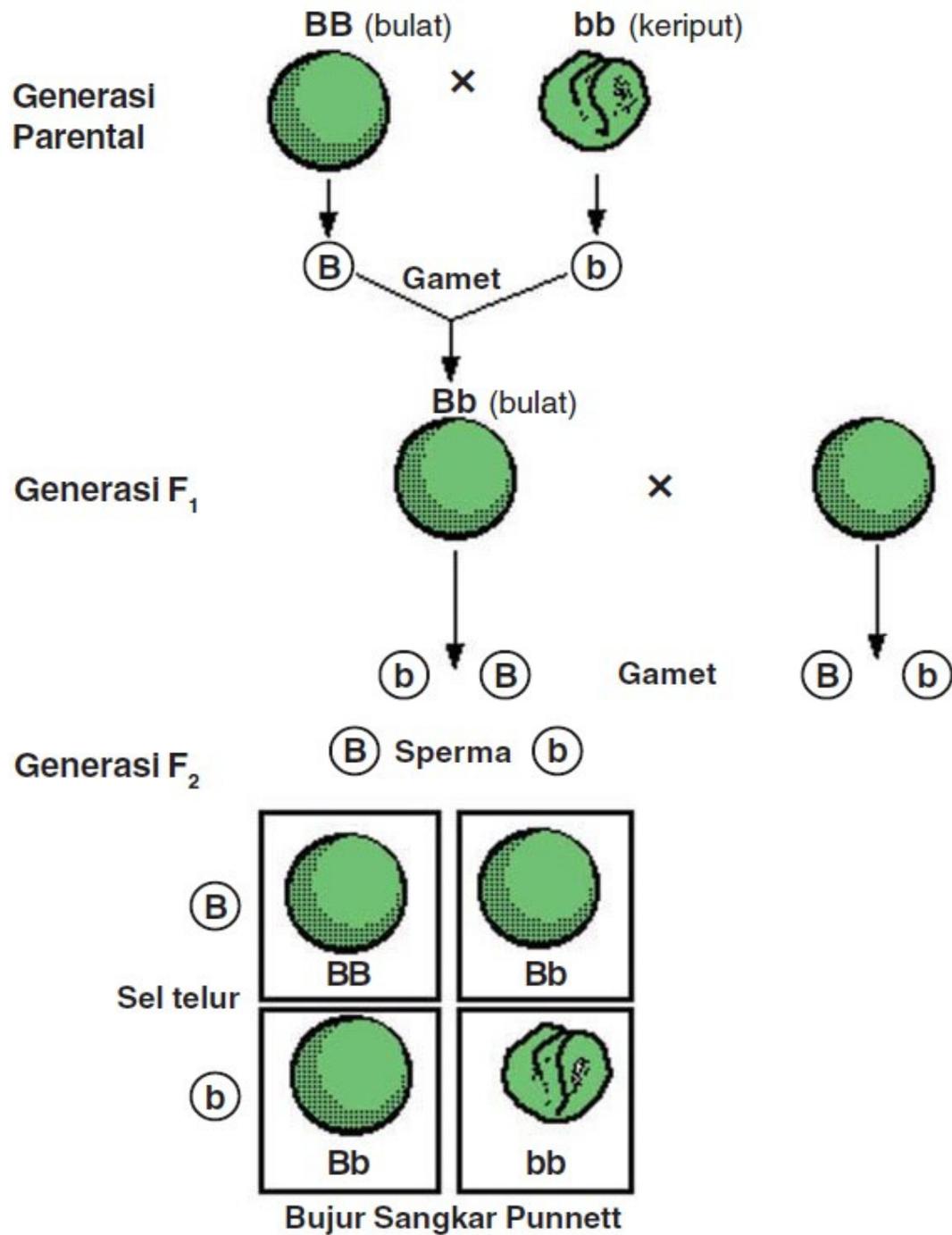
Secara garis besar, hukum ini mencakup tiga pokok:

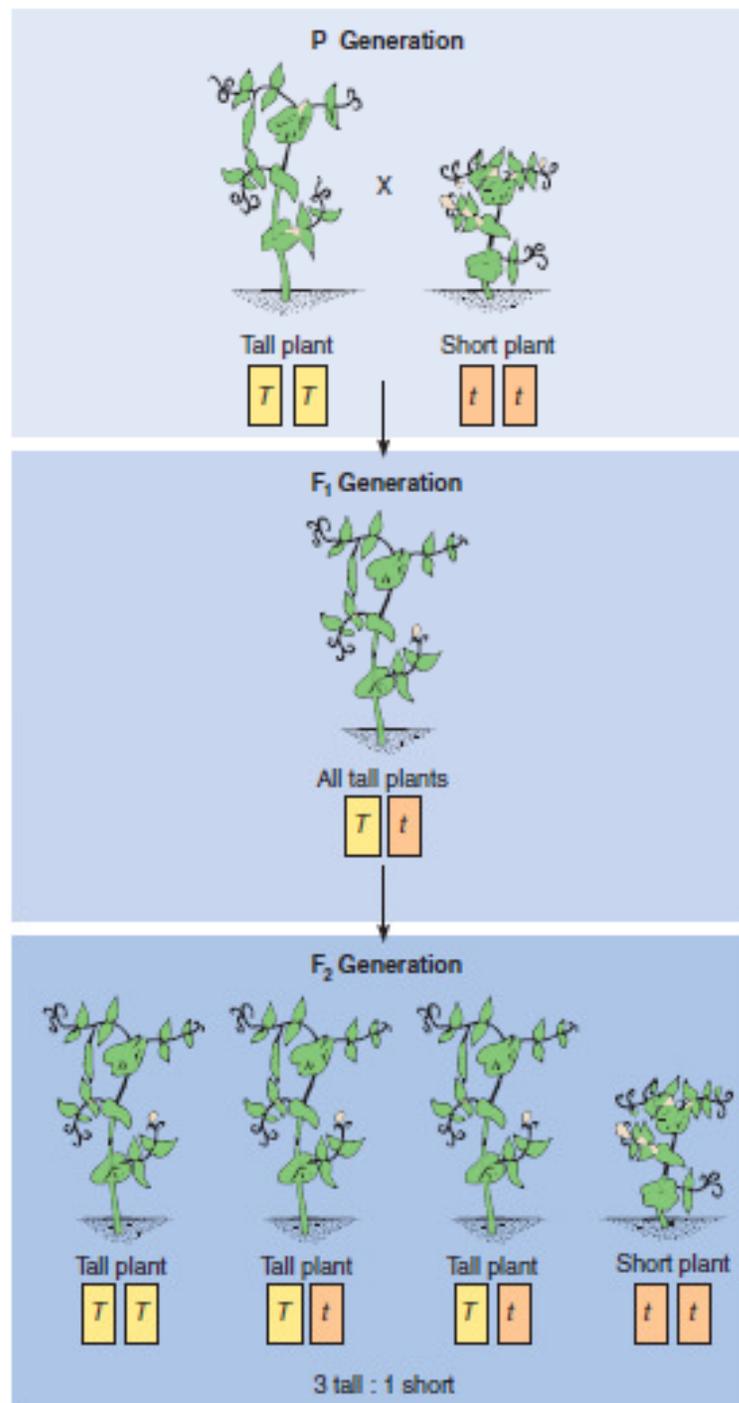
1. Gen memiliki bentuk-bentuk alternatif yang mengatur variasi pada karakter.
2. Setiap individu membawa sepasang gen, satu dari induk jantan dan satu dari induk betina.
3. Jika sepasang gen ini merupakan dua alel yang berbeda, alel dominan akan terekspresikan. Alel resesif tidak terekspresikan. Alel resesif yang tidak terekspresikan tetap akan diwariskan pada gamet yang terbentuk.

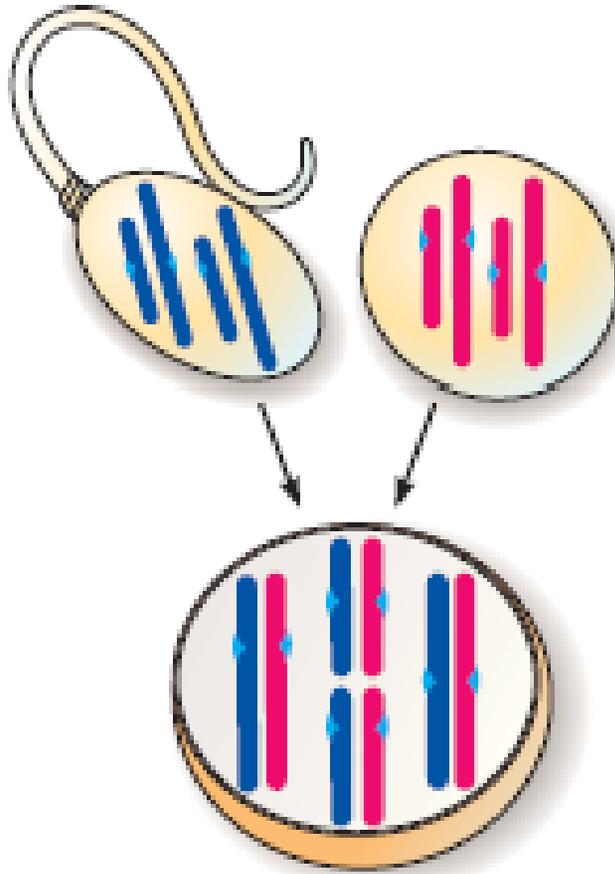
Alel pembawa warna bunga



Dalam percobaan ini, Mendel menggunakan individu dari galur murni, yaitu individu yang selalu menurunkan sifat kepada keturunannya yang sama dengan sifat induknya. Sifat ini dimungkinkan jika individu itu homozigot.

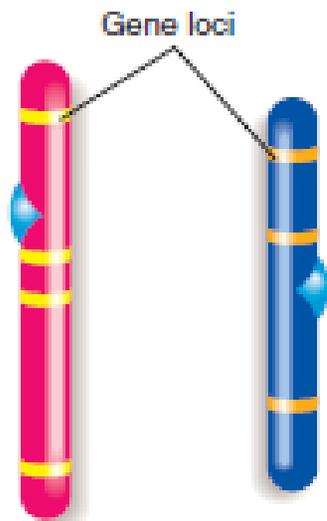




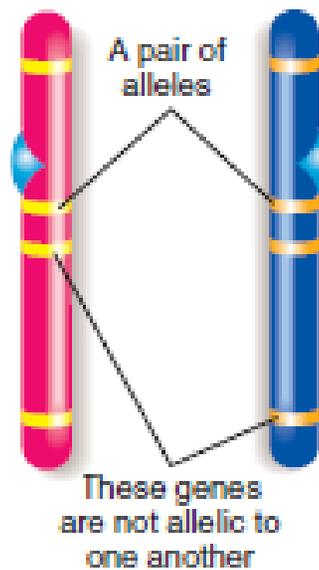


A gamete has one set of chromosomes, the n number. It carries *one* chromosome of each homologous pair. A given gamete can only have one gene of any particular pair of alleles.

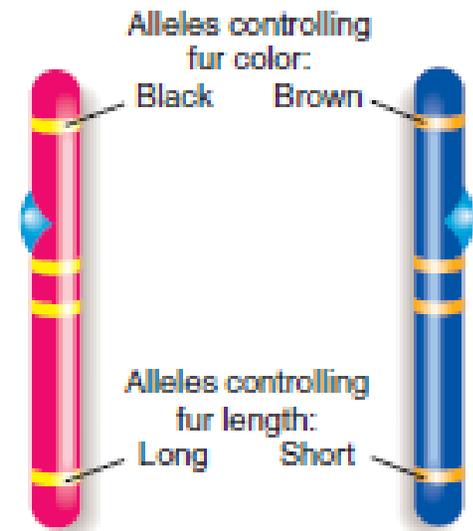
When the gametes fuse, the resulting zygote is diploid ($2n$) and has homologous pairs of chromosomes. For purposes of illustration, these are shown physically paired.



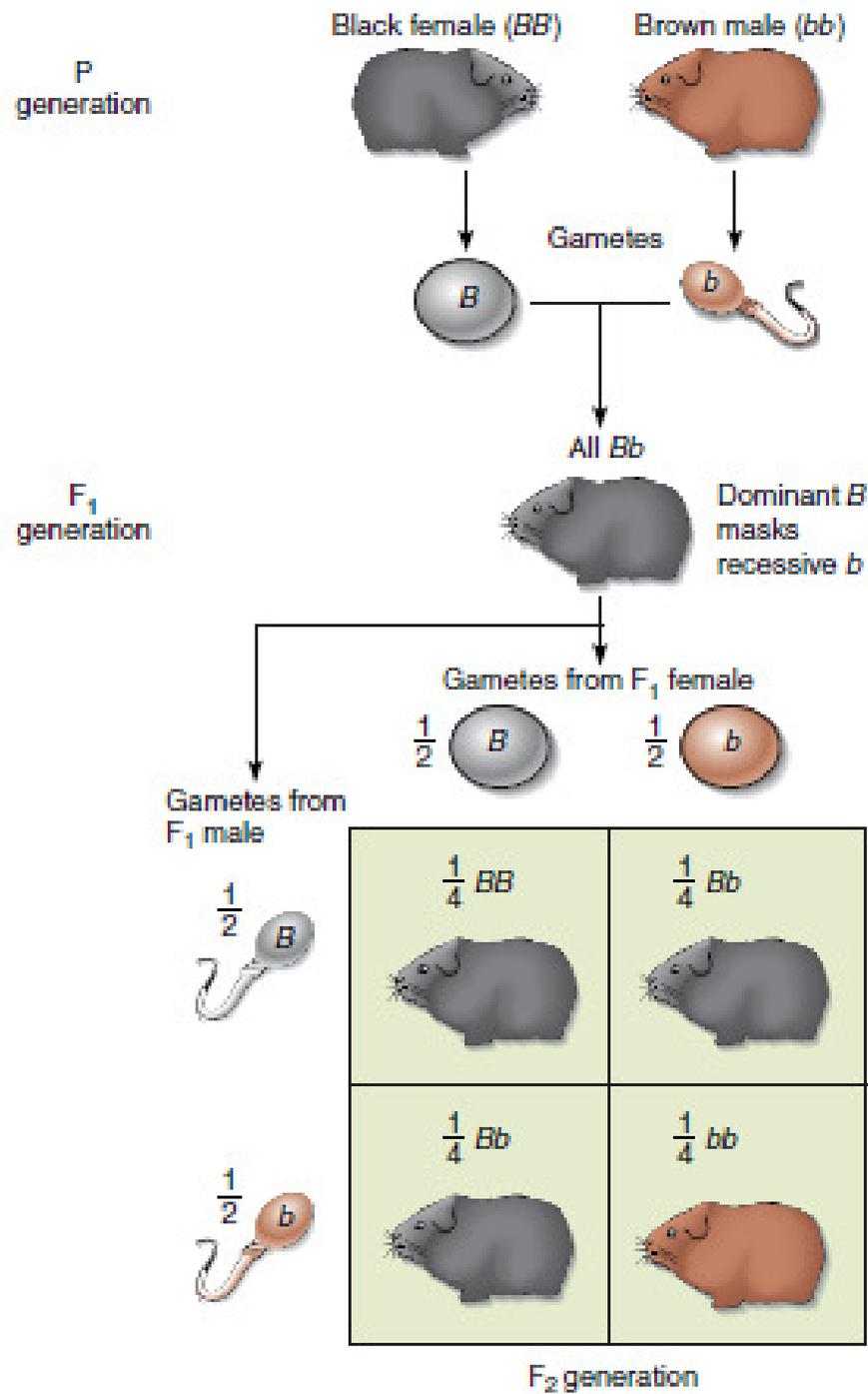
(b) These chromosomes are nonhomologous. Each chromosome is made up of hundreds or thousands of genes. A locus is the specific place on a chromosome where a gene is located.

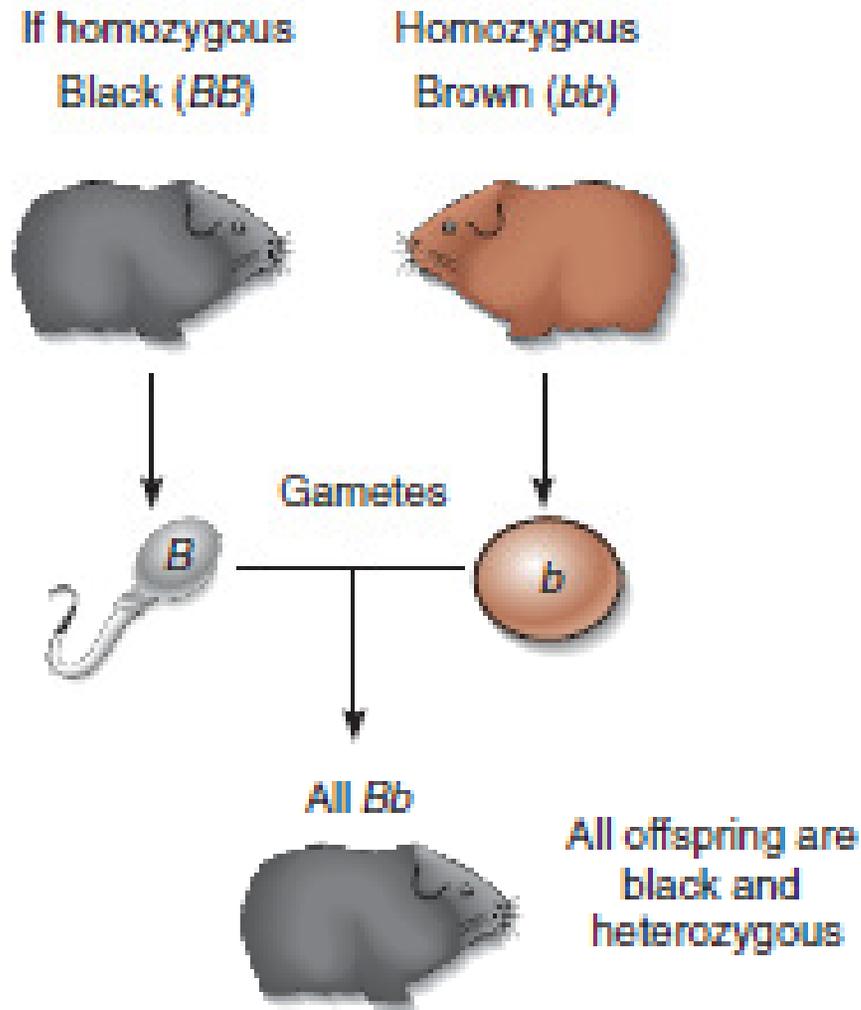


(c) These chromosomes are homologous. Alleles are members of a gene pair that occupy corresponding loci on homologous chromosomes.

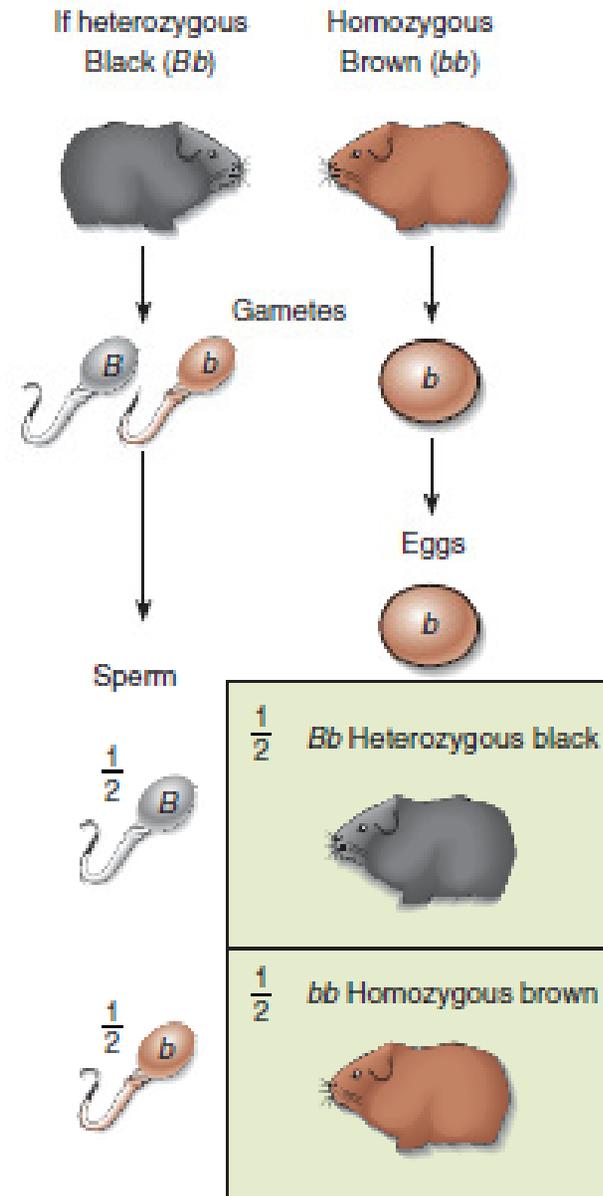


(d) Alleles govern the same character but do not necessarily contain the same information.





(a) If a black guinea pig is mated with a brown guinea pig and all the offspring are black, the black parent probably has a homozygous genotype.



(b) If any of the offspring is brown, the black guinea pig must be heterozygous. The expected phenotypic ratio is 1 black to 1 brown.

Hukum II Mendel

Hukum II Mendel, atau dinamakan hukum penggabungan bebas (*the Mendelian law of independent assortment*) mengenai ketentuan penggabungan bebas yang harus menyertai terbentuknya gamet pada perkawinan dihibrid.

Genotip

AaBb

Gamet

AB

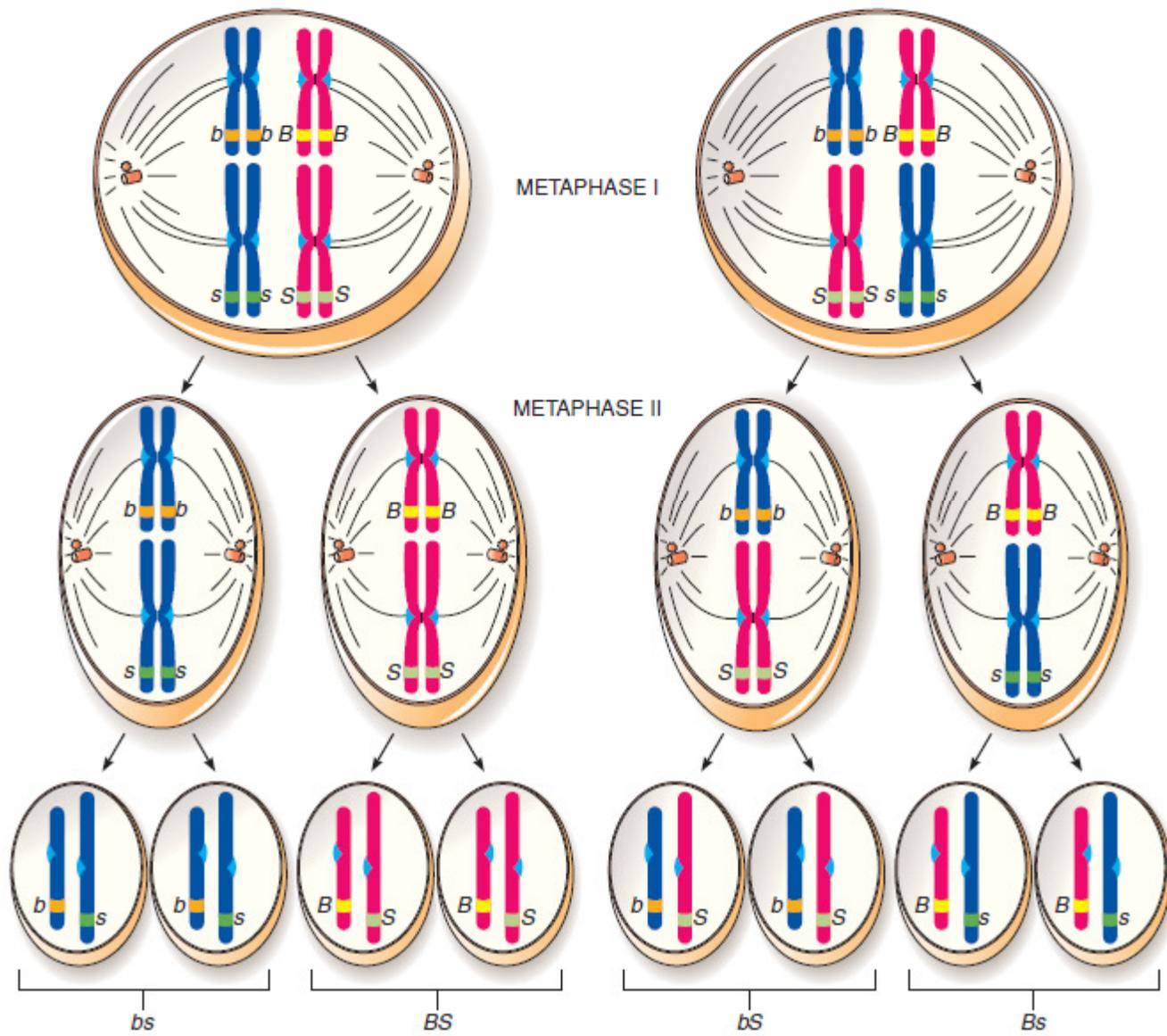
aB

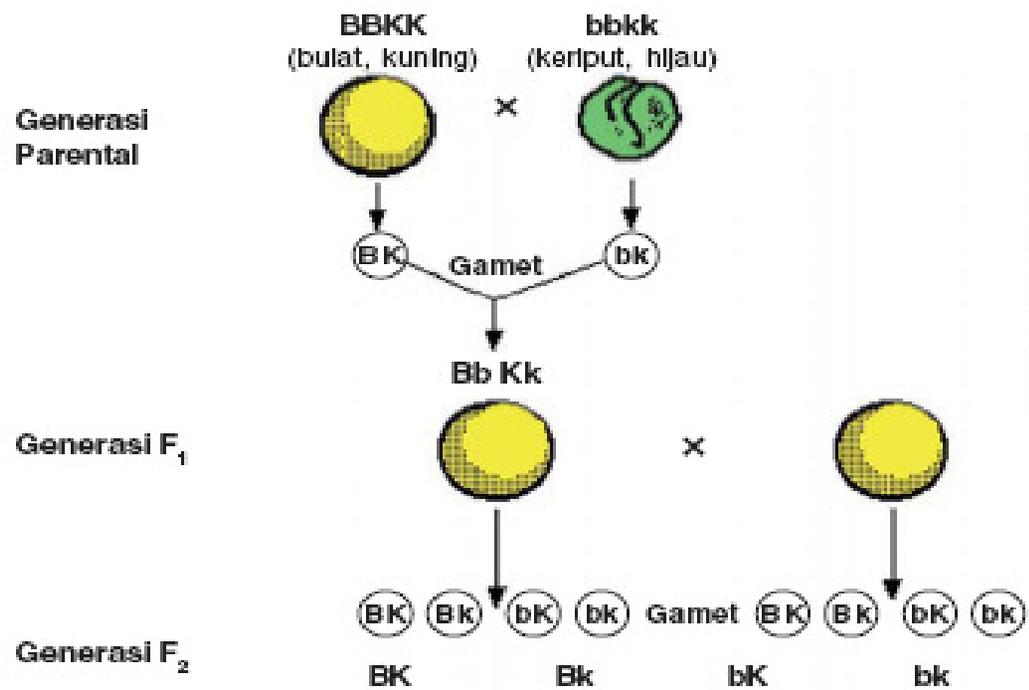
Ab

ab

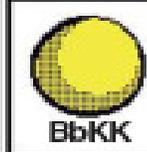
Hukum Kedua Mendel menyatakan bahwa alel dengan gen sifat yang berbeda tidak saling mempengaruhi. Hal ini menjelaskan bahwa gen yang menentukan tinggi tanaman dengan warna bunga suatu tanaman tidak saling mempengaruhi.

Eksperimen mendel menunjukkan bahwa ketika tanaman induk membentuk sel-sel reproduksi jantan dan betina, semua kombinasi bahan genetik dapat muncul dalam keturunannya dan selalu dalam proporsi yang sama dalam setiap generasi. Informasi genetik selalu ada meskipun ciri tertentu tidak tampak di dalam beberapa generasi karena didominasi oleh gen yang lebih kuat. Dalam generasi kemudian, bila ciri dominan tidak ada, ciri resesif itu akan muncul lagi.





Sumber: Image.google.co.id

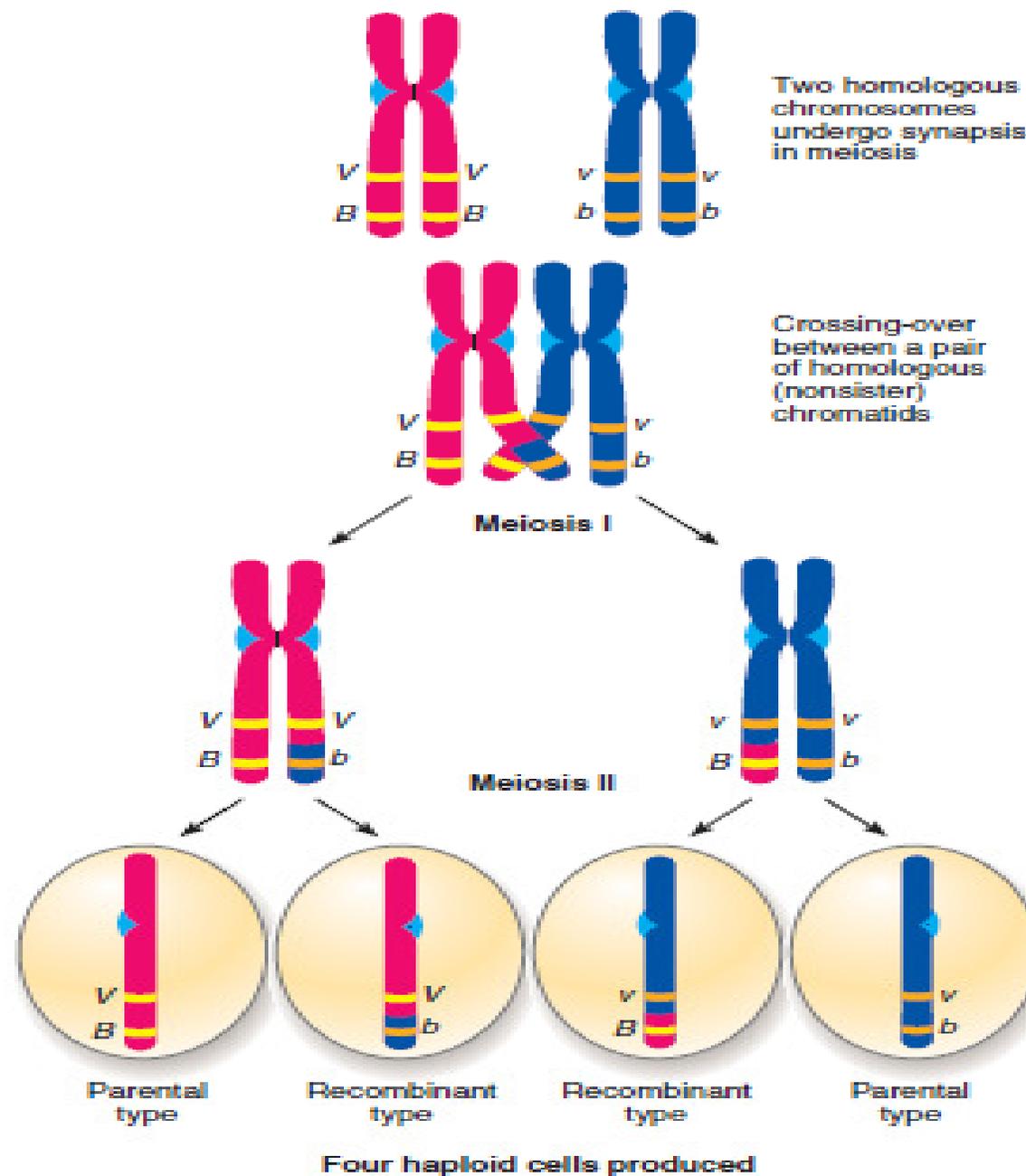
| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| BK |  BBKK |  BBKk |  BbKK |  BbKk |
| Bk |  BBKk |  BBkk |  BbKk |  Bbkk |
| bK |  BbKK |  BbKk |  bbkk |  bbKk |
| bk |  BbKk |  Bbkk |  bbKk |  bbkk |

Bujur Sangkar Punnett

Semua tumbuhan generasi pertama mempunyai biji bulat kuning. Generasi kedua akan menunjukkan 16 macam kombinasi, bulat kuning ada 9, bulat hijau ada 3, kisut kuning ada 3, dan kisut hijau ada 1. Dengan demikian, perbandingan bulat kuning: bulat hijau: kisut kuning: kisut hijau adalah 9:3:3:1. Perbandingan ini akan terpenuhi pada persilangan dihibrid jika dua sifat beda dalam keadaan dominasi penuh.

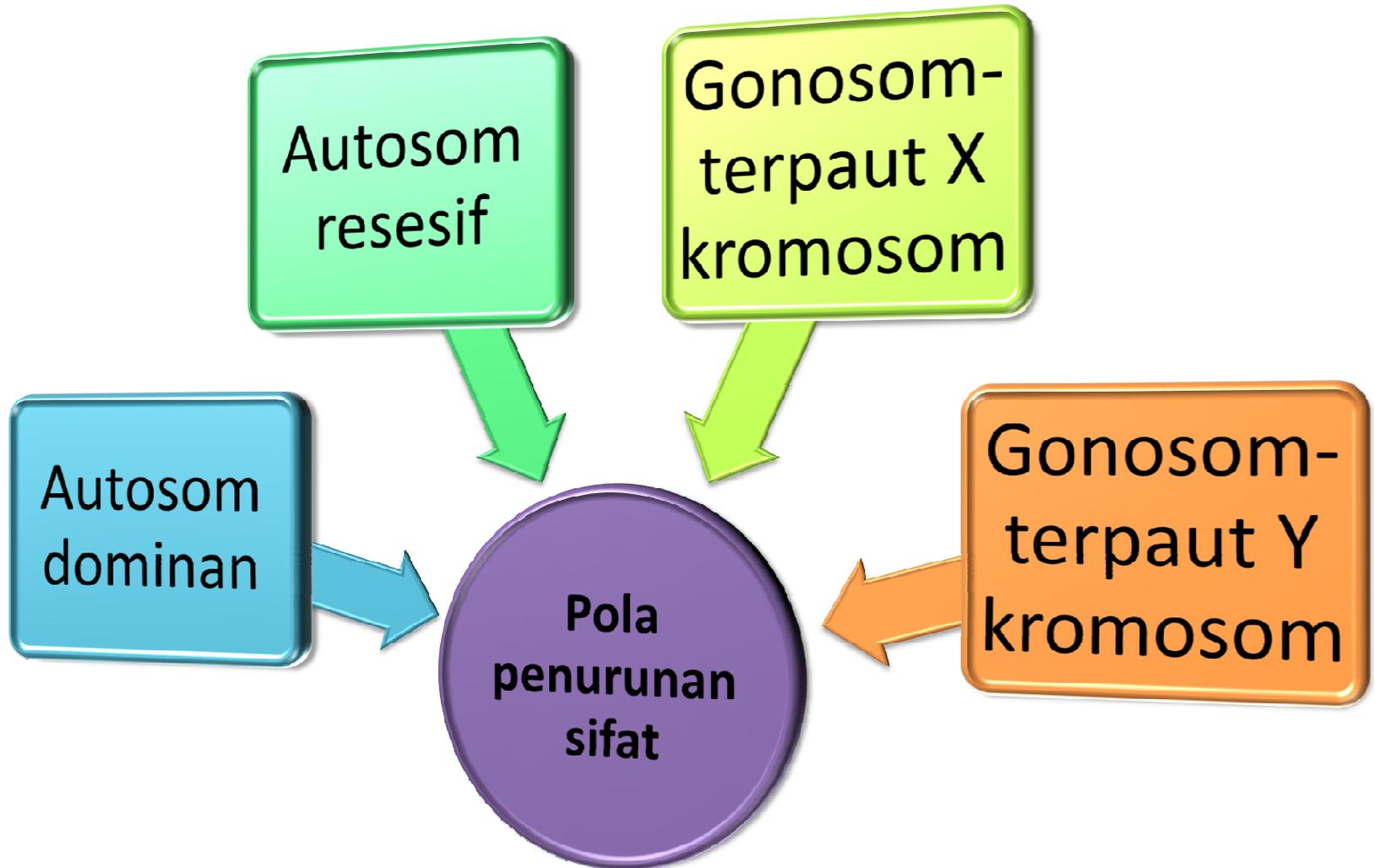
Testcross

Testcross merupakan persilangan antara suatu individu yang tidak diketahui genotipnya dengan induk yang homozigot resesif. *Testcross* digunakan untuk menguji heterozigositas suatu persilangan. Misalnya, jika biji bulat disilangkan dengan induk resesif menghasilkan 50% biji bulat dan 50% biji keriput, biji bulat tersebut adalah heterozigot. Jika hasilnya 100% biji bulat, maka biji bulat tersebut adalah homozigot.



Backcross

Backcross merupakan persilangan anakan F1 yang heterozigot dengan induknya yang homozigot dominan. Oleh karena itu, gamet dari parental (induk) kemungkinannya hanya satu macam. Dengan demikian analisa sifat genetis suatu karakter yang sedang diamati menjadi lebih mudah.



Polidaktili

- Penderita polidaktili mempunyai jari lebih atau tambahan jari pada satu atau dua tangan dan kakinya, tempat tambahannya yaitu di dekat kelingking..

P **pp**

Ibu normal

Gamet **p**

F1 **Pp = polidaktili = 50%**

pp = normal = 50%

>< **Pp**

Bapak polidaktili

P, p



Brakhidaktili

Penderita brakhidaktili memiliki ruas-ruas tulang jari pendek, sehingga jari-jari tangan dan kaki pendek. Brakhidaktili dikendalikan oleh gen dominan yang dalam keadaan homozigot bersifat letal,

• P. $Bb \times Bb$

Ibu brakhidaktili

Bapak brakhidaktili

• G B, b

B, b

• F1 $BB = \text{normal}$

$Bb = \text{brakhidaktili}$

$Bb = \text{brakhidaktili}$

$bb = \text{LETAL}$

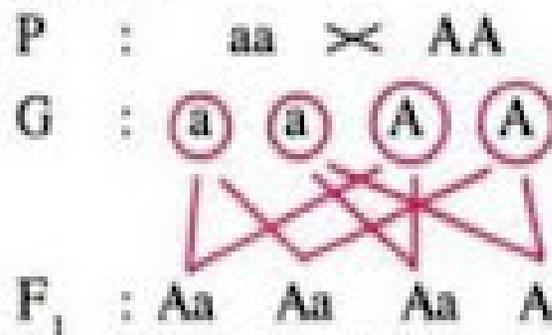


ALBINO

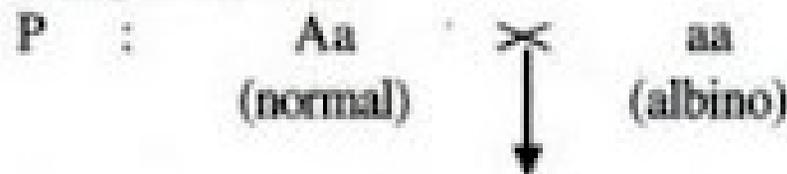
- Merupakan kelainan yang disebabkan tubuh seseorang tidak mampu memproduksi pigmen melanin, sehingga rambut dan badanya putih
- Cacat albino memiliki penglihatan yang peka terhadap cahaya, disebabkan irisnya tidak memiliki pigmen
- Disebabkan oleh gen resesif a

Gen A adalah gen yang mengatur pigmentasi. Gen a yang merupakan alelnya adalah gen yang tidak menyebabkan pigmentasi. Jika seorang albino menikah dengan orang normal homozigot, bagaimanakah keturunannya?

Jawab:



Seluruh anak yang dilahirkan akan normal tetapi merupakan pembawa gen (*carrier*) albino. Jika seorang albino menikah dengan orang yang normal *carrier*, keturunannya memiliki kemungkinan sebagai berikut.



F₁ : Aa = 50 % berkulit normal carrier
aa = 50 % berkulit albino

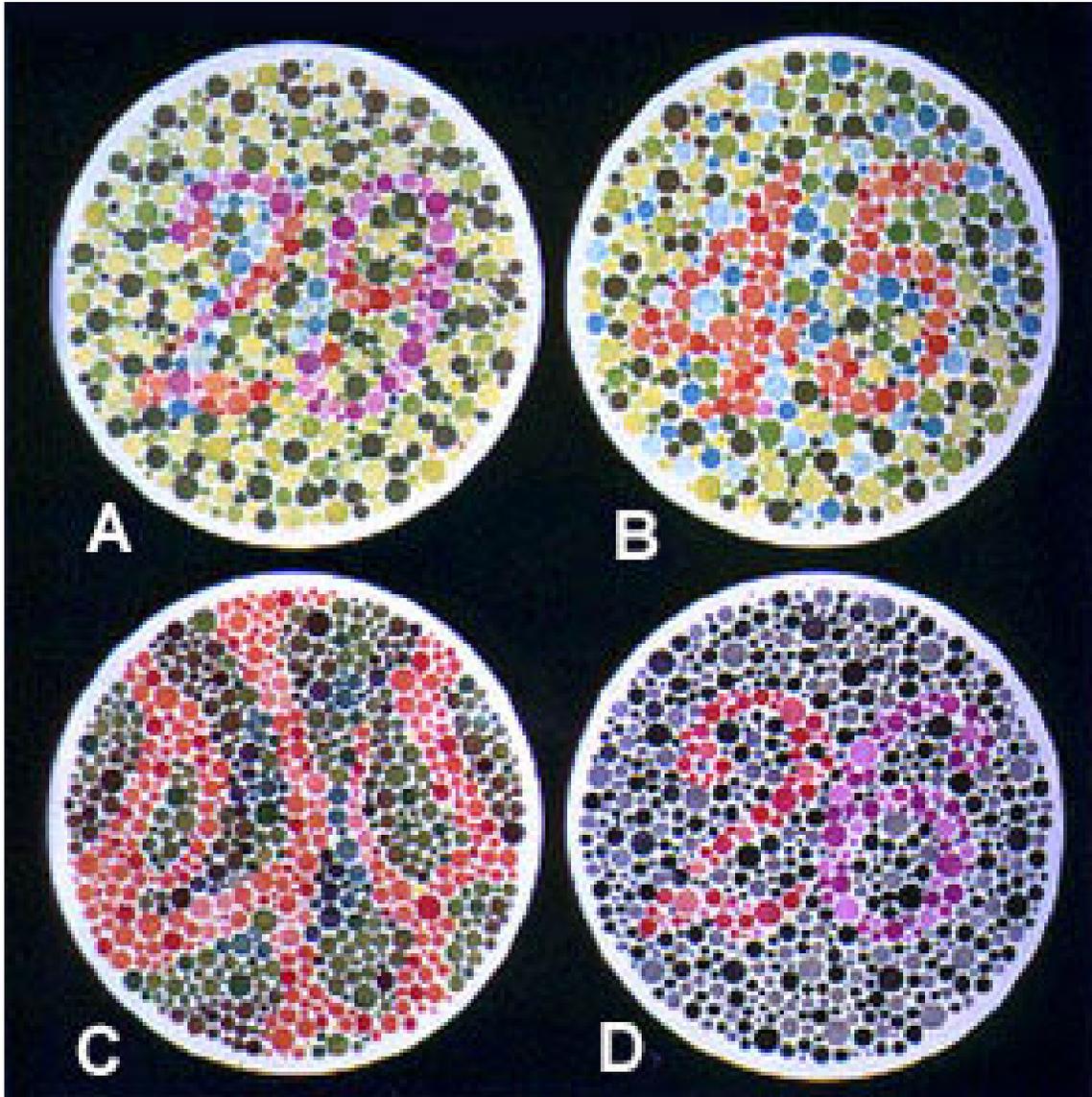
Anak-anak yang dilahirkan 50 % normal, tetapi membawa gen albino. Sementara itu, 50 % lainnya adalah anak normal.



BUTAWARNA

Color Blindness In Humans: An X-Linked Trait

Numbers That You Should See If You Are In One Of The Following Four Categories: [Some Letter Choices Show No Visible Numbers]



Sex-Linked Traits:

1. Normal Color Vision:
A: 29, B: 45, C: --, D: 26
2. Red-Green Color-Blind:
A: 70, B: --, C: 5, D: --
3. Red Color-blind:
A: 70, B: --, C: 5, D: 6
4. Green Color-Blind:
A: 70, B: --, C: 5, D: 2

How Color-Blind People See Things



What people with normal color vision see.



What a red-green color-blind person sees.

How Color-Blind People See Things



Normal



**Defect in L-cone
(poor red vision)**



**Defect in M-cone
(poor green vision)**

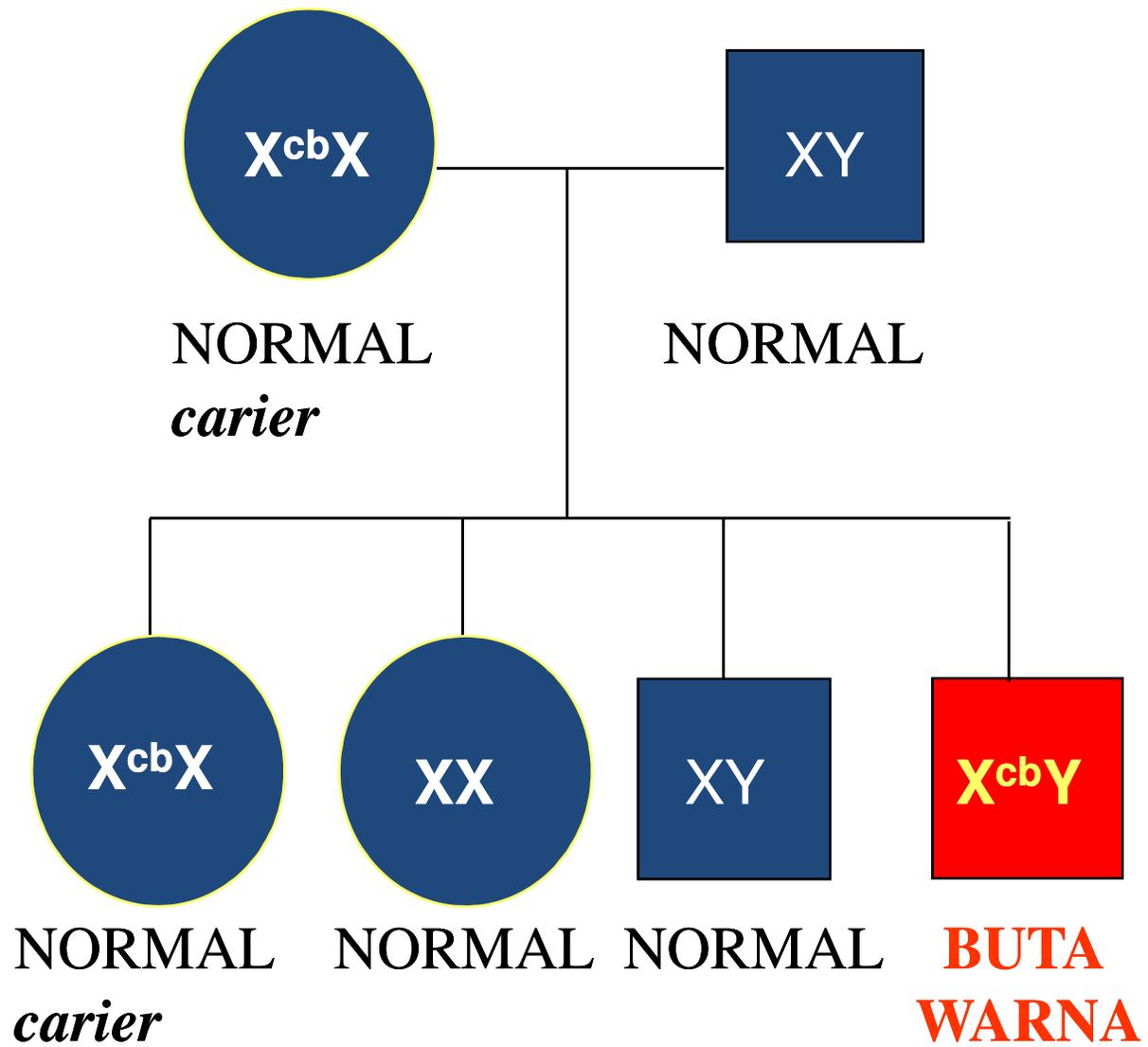


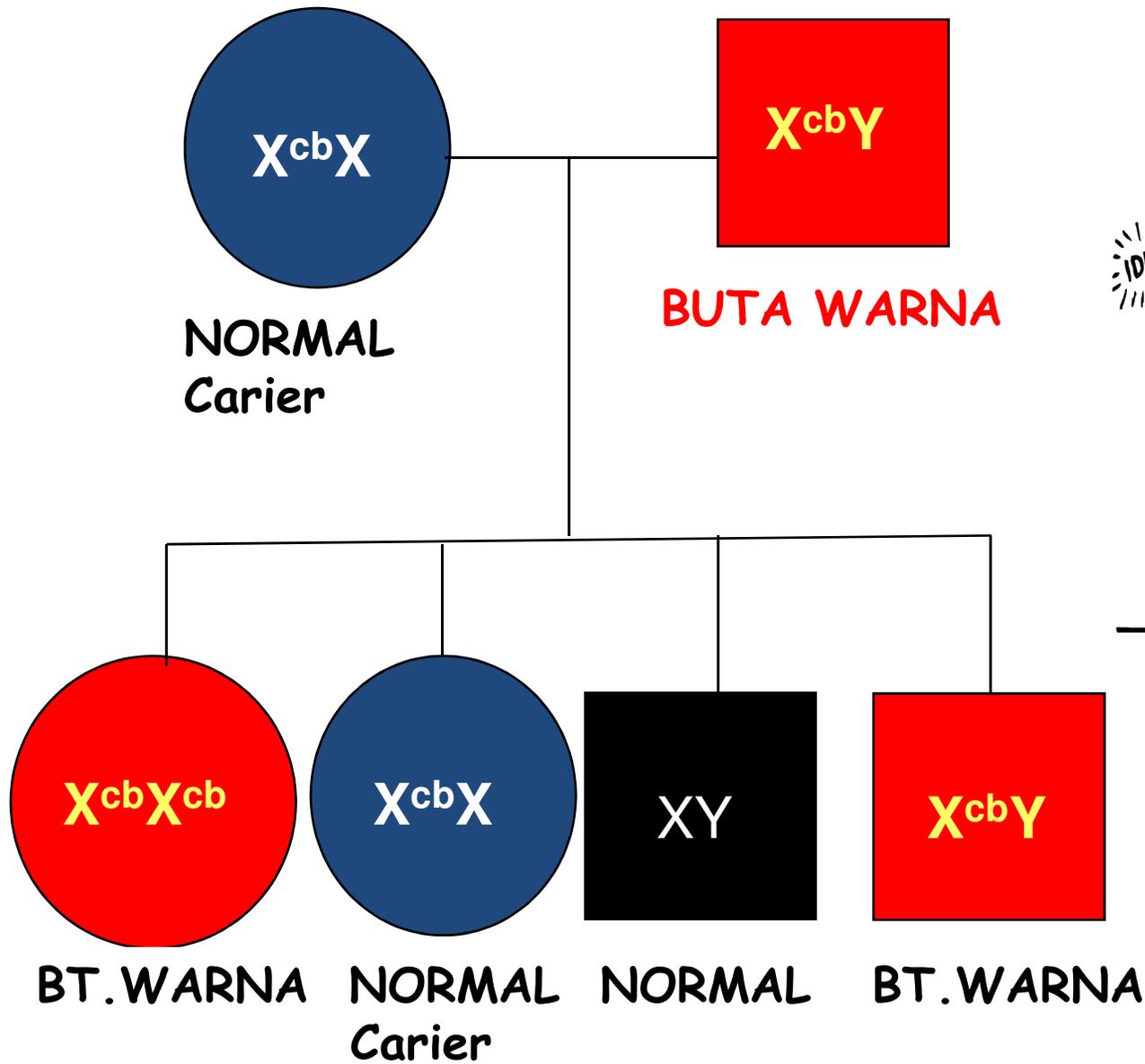
**Defect in S-cone
(poor blue vision)**

concept

1. Butawarna dipengaruhi oleh gen/alele resesif. (cb = colorblind)
2. Terdapat hubungan antara pewarisan sifat butawarna dengan jenis kelamin
3. Alele untuk butawarna terpaut pada kromosom seks X.



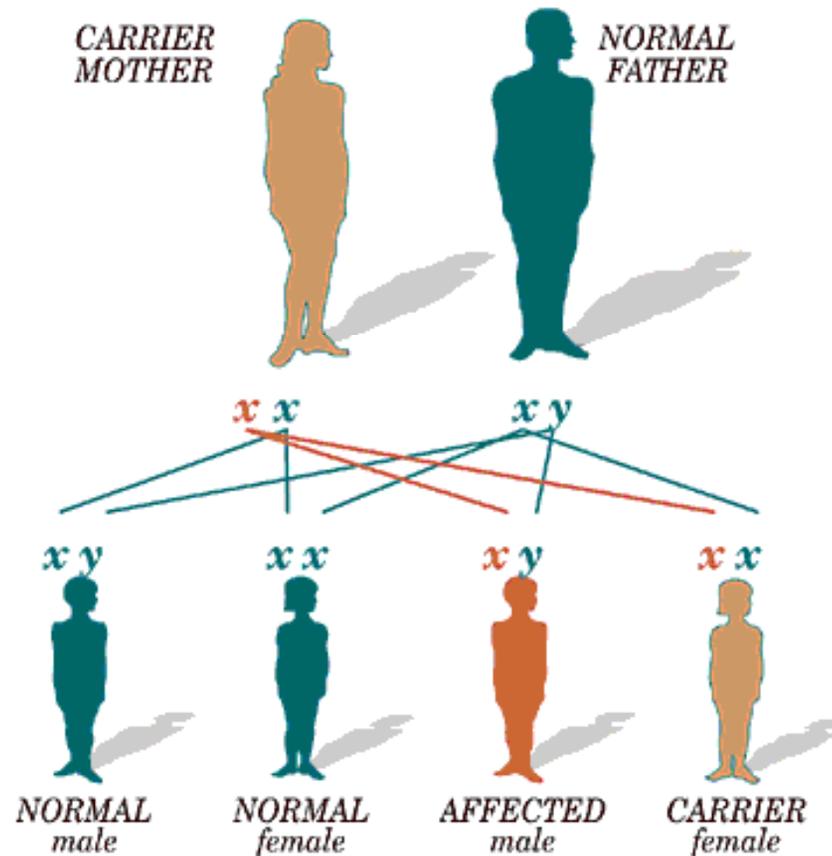


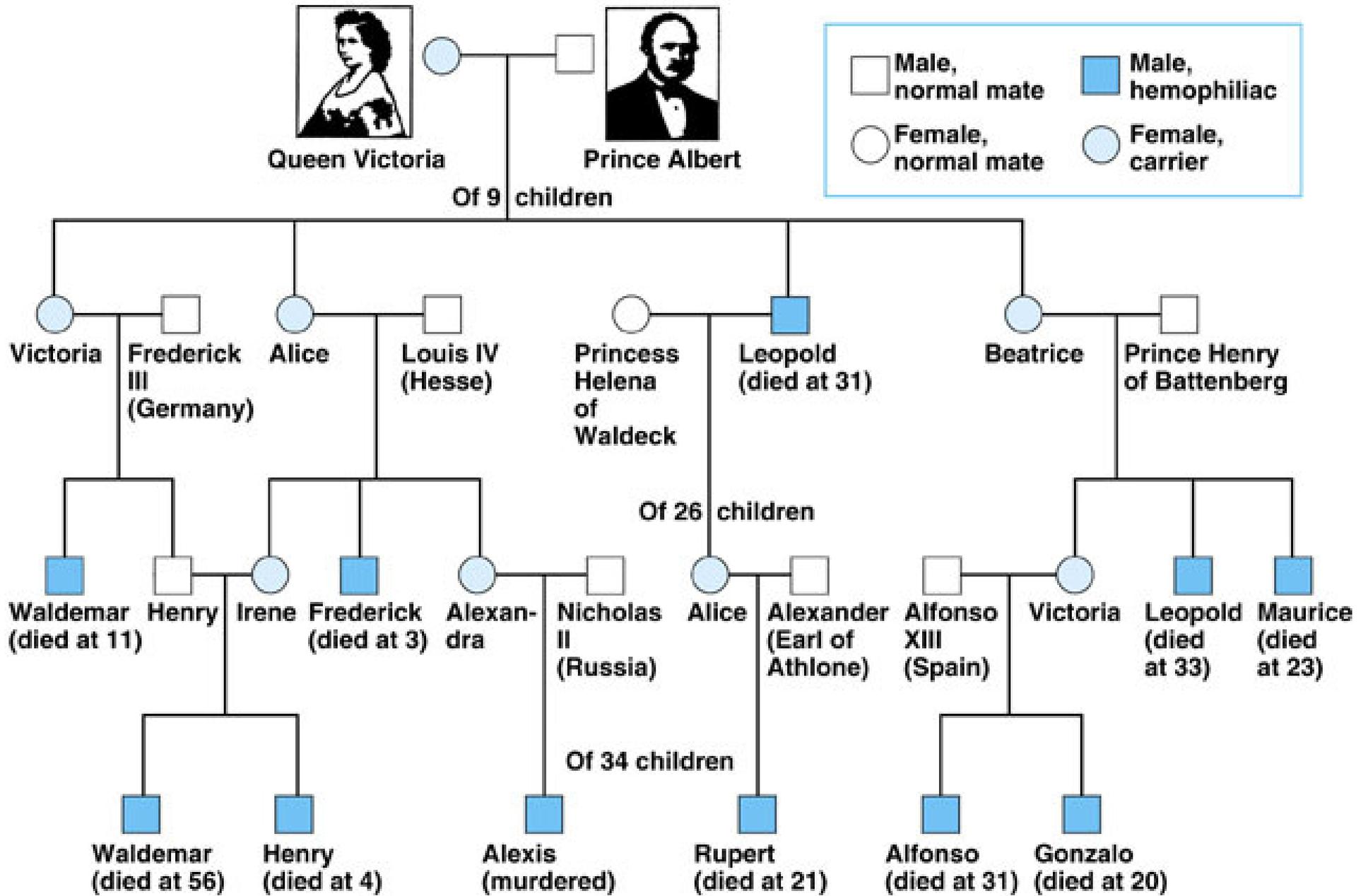


Hemofilia

- Hemofili merupakan suatu kelainan dimana darah seseorang sulit untuk membeku. Penyakit ini disebabkan gen resesif h, sedangkan sifat normal dikendalikan oleh gen H.
- Bila pada kedua kromosom X terdapat gen h wanita tersebut menderita hemofili dan umumnya lethal. Pria menderita hemofili bila pada kromosom X-nya terdapat gen h, dan normal bila terdapat gen H. Seorang anak laki-laki hemofili dapat lahir dari ibu carrier.

Laki laki hemofili dari ibu karier dan ayah normal





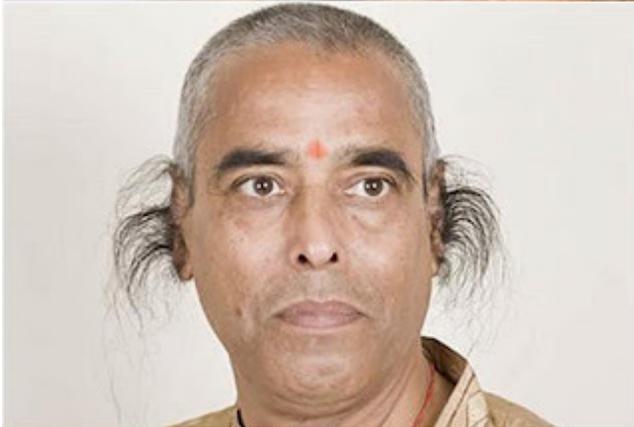
Gonosom-terpaut Y kromosom

- **Hypertrichosis**

- ~ Hypertrichosis merupakan sifat keturunan berupa tumbuhnya rambut di bagian tertentu dari daun telinga, wajah dan anggota tubuh lainnya.

- ~ penyebab adalah gen-gen resesif (h) yang terpaut pada kromosom Y

- ~ penyakit ini hanya dimiliki oleh laki-laki



Gen ht yang terdapat pada kromosom Y menyebabkan tumbuhnya rambut di tepi daun telinga. Kelainan seperti ini banyak dijumpai pada para pria Pakistan.

P : XY^{ht} x XX

F : XY^{ht} : laki-laki

hypertrichosis

XY^{ht} : laki-laki

hypertrichosis

Golongan darah

- Ada banyak klasifikasi golongan darah, diantaranya adalah golongan ABO, Rhesus, dan MN. Dua yang pertama memiliki nilai medis, sedang yang terakhir tidak. Ketiga golongan tersebut ditemukan oleh K. Landsteiner

- **Golongan Rhesus ini memiliki arti penting pada perkawinan. Bila seorang pria Rhesus + menikah dengan wanita Rhesus -, kemungkinan anaknya menderita eritroblastosis fetalis (penyakit kuning bayi).**

| Golongan | Genotif | Gamet |
|-----------------|----------------|--------------|
| Rhesus + | RhRh / Rhrh | Rh, h |
| Rhesus - | rhrh | rh |

Penerapan Pewarisan Sifat dalam Pemuliaan Makhluk Hidup

- Pemuliaan tanaman, hewan atau ternak merupakan suatu usaha yang dapat kita lakukan untuk mendapatkan bibit tanaman atau hewan ternak yang lebih unggul sehingga dapat kita nikmati hasilnya.
- pemuliaan tanaman merupakan suatu usaha yang dilakukan untuk memperoleh bibit yang secara genetic baik dan dengan cara menyeleksi, sehingga kita akan memperoleh tanaman yang memiliki kualitas yang unggul.

Ada beberapa Organisme yang dikategorikan bibit unggul yang perlu kita ketahui, antara lain :

1. Masa pertumbuhan pendek (cepat menghasilkan)
2. Tahan hama dan penyakit
3. Produksi tinggi dan rasanya enak
4. Adaptif terhadap kondisi lingkungan
5. Masa produksi lama

Ada beberapa cara yang bisa kita lakukan untuk memperoleh bibit yang unggul yaitu dengan

- cara hibridasi (perkawinan silang),
- mutasi genetic
- radiasi,
- dan rekayasa genetic

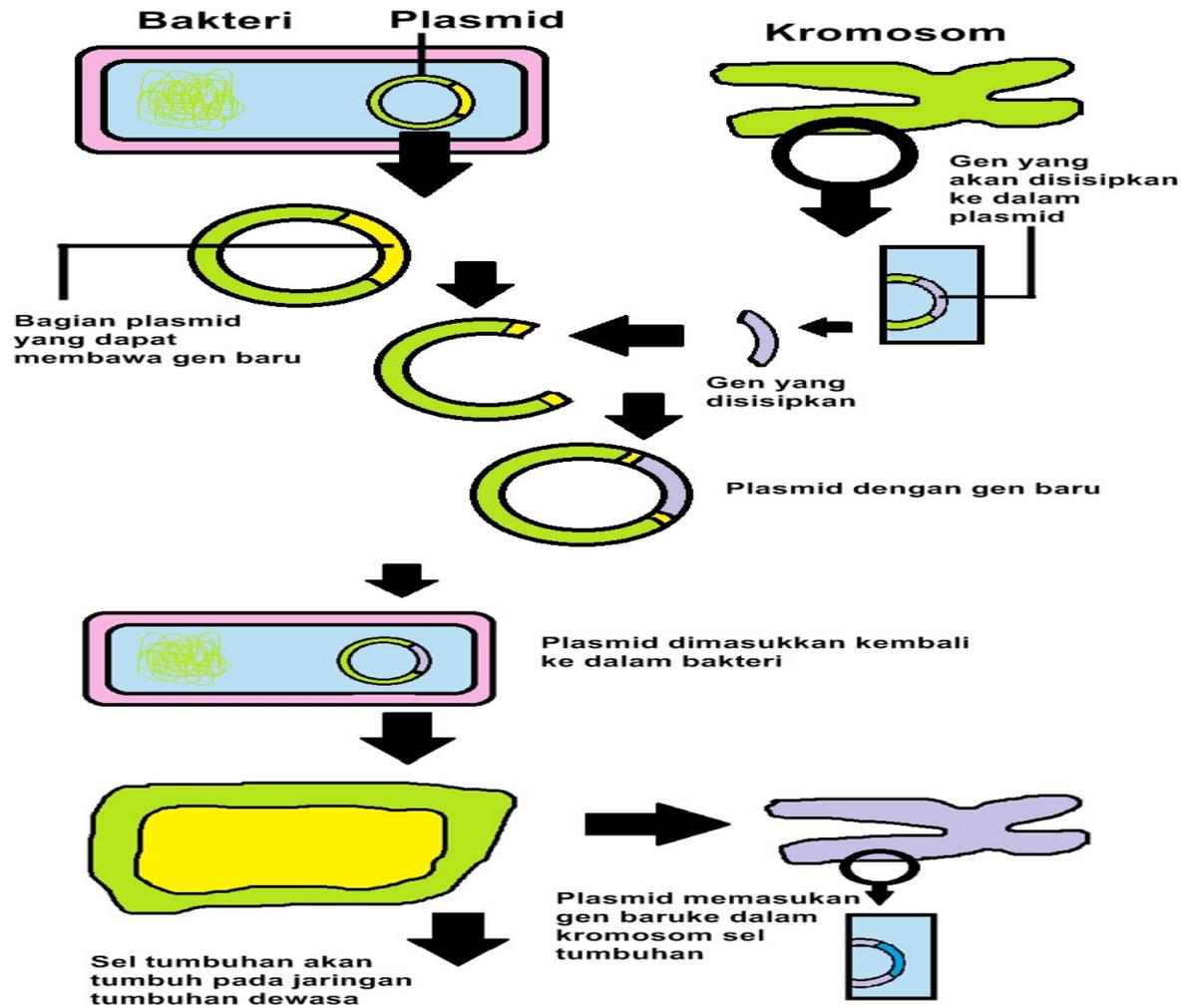
Hibridasi

- Hibridasi ini merupakan suatu proses perkawinan silang antara dua individu tumbuhan yang memiliki jenis yang sama, tetapi berbeda varietasnya.
- Di dalam proses hibridasi, perlu diperhatikan hal-hal, sebagai berikut :
 - a. Sifat anak dari hasil hibridasi merupakan sifat gabungan dari kedua induknya.
 - b. Untuk mengetahui sifat unggul dari suatu tanaman budi daya, sebaiknya kita mengetahui susunan gen (genotipe) tanaman yang akan kita hibridasi.

Rekayasa Genetic

- Teknik ini dilakukan dengan cara memanipulasi materi genetik tanaman yang akan dibudidayakan. Cara ini dapat kita lakukan dengan menambah gen tertentu sehingga diperoleh bibit yang jauh lebih unggul. Dengan demikian kita memperoleh perpaduan gen yang dapat berupa lintas spesies, yang dikenal sebagai tanaman transgenik.

Teknik Rekayasa Genetika



Transgenik

- Sebagai contoh kita mengenal adanya beberapa tanaman transgenik, seperti kapas bolgard, (kapas Bt) yang tahan terhadap larva serangga lepidoptera (ulat), gandum, dengan kandungan gizi yang tinggi, kedelai dan Jagung.
- Tomat yang tahan lama dan tidak mudah membusuk, dan masih banyak lagi.

Tanaman Transgenik Unggul

Mencari gen

Dua gen yang mempercepat pertumbuhan tanaman diperoleh dari pohon poplar Jepang, atau dari sengon yang tumbuh abnormal lebih cepat.

Xyloglucanase

Mempercepat pertumbuhan tanaman



Cellulase

Memperbanyak produksi selulosa (kayu)

kedua gen ini diisolasi dan dibiakkan

Bakteri *Agrobacterium tumefaciens*



Regenerasi Kultur Jaringan

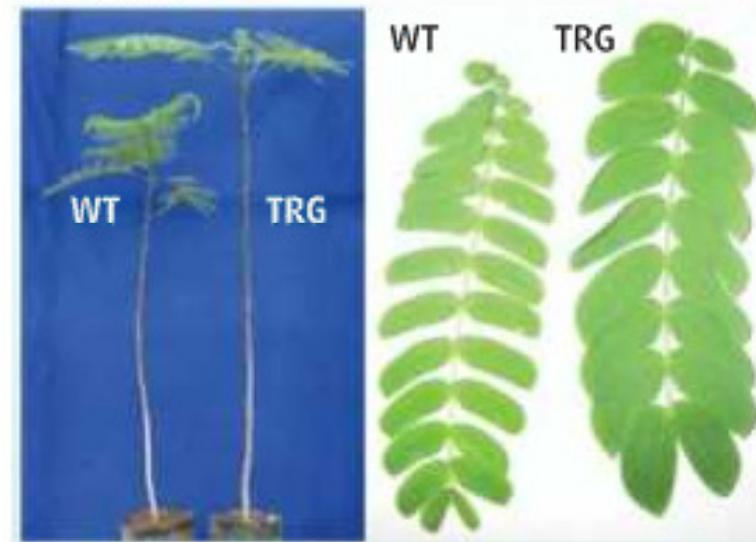


INOVASI

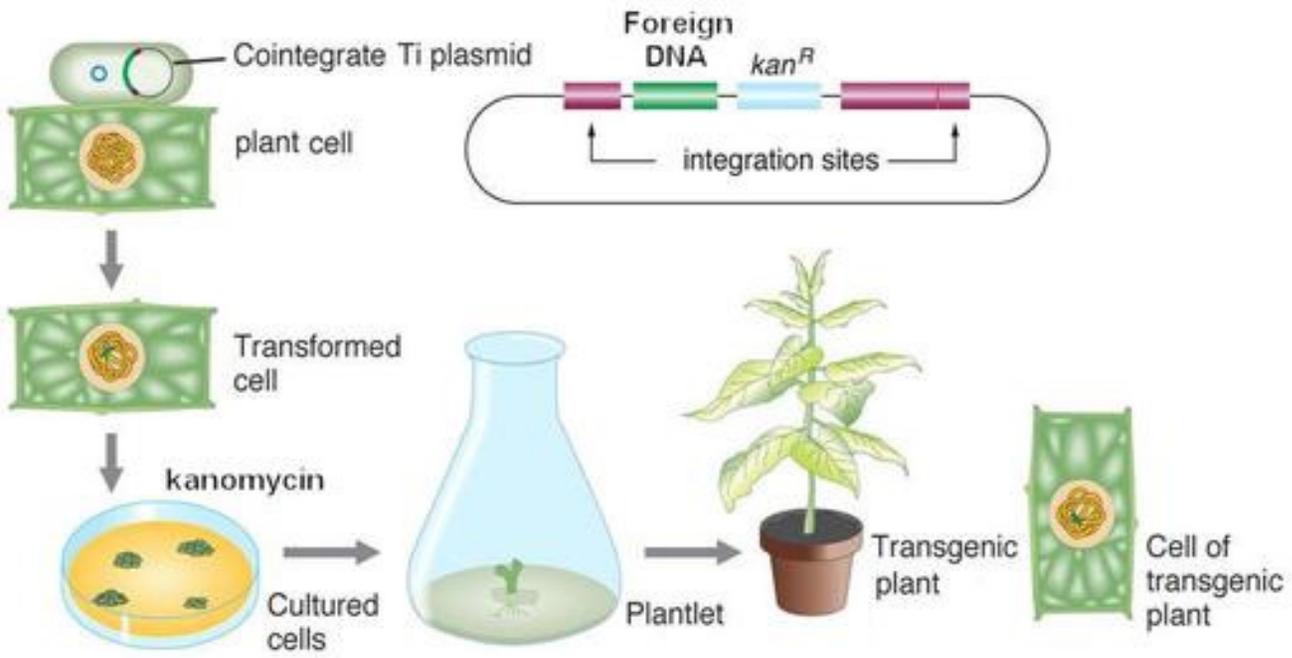
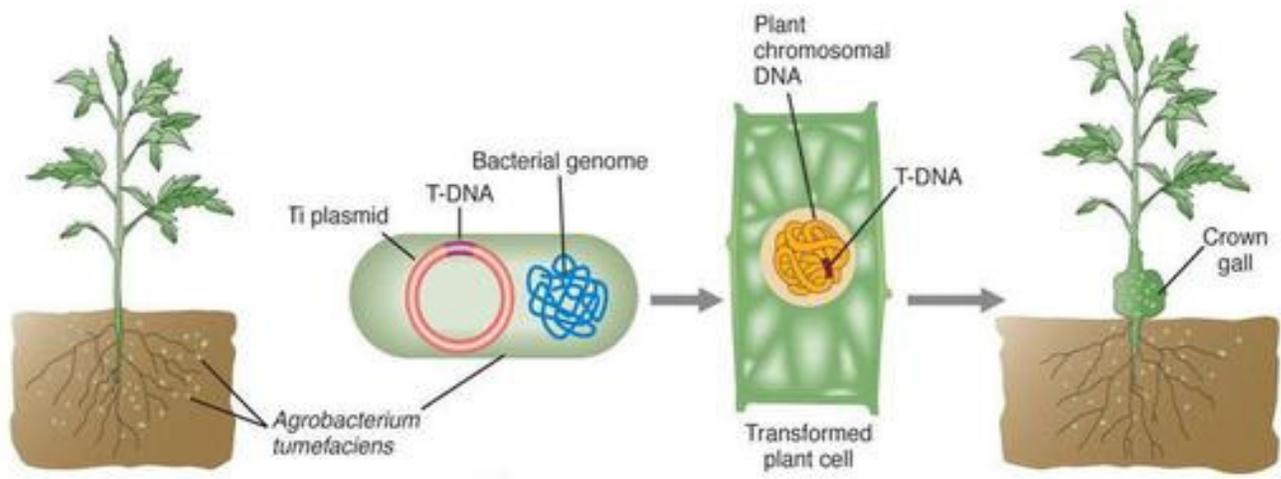
Fenotipe tanaman sengon usia semai 3 bulan

WT: "Wild type" (tanaman tumbuh liar)

TRG: Transgenik



Tanaman transgenik lebih cepat tumbuh dan daunnya lebih lebar dan hijau. Teknologi ini dapat mempercepat pertumbuhan pohon sengon dan produksi tanaman kayu.



Pemuliaan Hewan

- Pemuliaan hewan merupakan suatu kegiatan dalam peternakan atau pemeliharaan hewan yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas individu maupun populasi hewan yang bersangkutan untuk karakteristik yang diinginkan manusia.
- Cara tradisional merupakan suatu cara hibridasi atau penyilangan

- Metode klasik yang digunakan adalah persilangan dan seleksi populasi yang dikenal sebagai penangkaran selektif

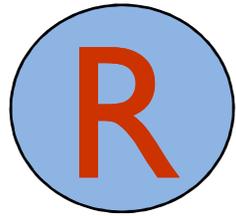
Hibridasi kawin silang

- Proses perkawinan silang pada hewan dapat dilakukan dengan cara tradisional, yaitu dengan menyatukan hewan jantan dan betina pada suatu habitat/kandang tertentu dan inseminasi buatan.

- Perkawinan dengan teknik in vitro sangat umum dilakukan terhadap hewan yang melakukan pembuahan di luar, seperti ikan. In vitro arti secara harfiah adalah di dalam tabung.

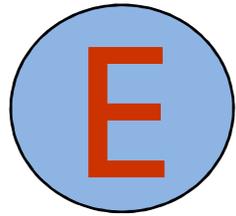
Radiasi

- Teknik ini dapat kita lakukan yaitu dengan cara radiasi sinar radioaktif dan sinar x, maka terjadi mutasi pada makhluk hidup tak terkecuali hewan. Karena mutasi yang terjadi tidak selalu menguntungkan dan dapat menimbulkan makhluk yang tidak diinginkan, maka teknik radiasi untuk mendapatkan bibit unggul pada hewan relatif jarang dilakukan apalagi pada manusia.
- Teknik radiasi ini dilakukan untuk mendapatkan jantan mandul pada serangga. Cara mendapatkan jantan mandul pada serangga adalah dengan jalan meradiasi sejumlah besar pupa serangga dengan menggunakan sinar γ . Sehingga akan diperoleh tserangga jantan yang mandul.



Reflection – 5'

1. Apasajakah kemampuan yang dituntut pada KD 3.8 dan KD 4.7 Kelas IX Kur 2013?
2. Apasajakah konsep yang dituntut pada KD 3.8 dan KD 4.7 Kelas IX Kur 2013?



Extension/Penguatan – 5'

Extension :

- *Bacalah Buku Universitas yang membahas materi tentang pewarisan sifat dan pemuliaan makhluk hidup.*
- *Kumpulkan rangkuman minggu depan*

NB:

Diketik dalam times new roman, dilengkapi gambar dan tidak boleh hanya sekedar copy internet.

TUGAS TIAP KELOMPOK

- Kriptomeri
- Polimeri
- Epistasis dan hipostasis
- Komplementer
- Pindah silang
- Tautan seks

GEN PENGKODE ENZIM

- gen HLA (human leukocyte antigen) dan gen pengkode enzim sitokrom p4502E (CYP2E1) kemungkinan adalah gen kerentanan terhadap karsinoma nasofaring, mereka berkaitan dengan sebagian besar karsinoma Nasofaring (Pandi, 1983 dan Nasir, 2009) .
- Serum pasien pasien orang Asia dan Afrika dengan karsinoma
- nasofaring primer maupun sekunder telah dibuktikan mengandung antibody Ig G terhadap antigen kapsid virus (VCA) EB dan serum
- ingkahi pula terhadap antigen dini (EA); dan antibody Ig A terhadap VCA (VCAIgA

Teknik PCR (Polymerase Chain Reaction)

- PCR telah digunakan untuk menyalin fragmen DNA kuno (mammoth) yang telah membeku selama 40.000 tahun. PCR dapat digunakan untuk mengusut perkara kriminal dengan segmen DNA dari darah atau jaringan yang ditemukan di tempat perkara. PCR dalam bidang kedokteran digunakan untuk memperbanyak (amplifikasi) DNA dari sampel darah atau jaringan pasien. Hasil PCR dapat digunakan untuk mendeteksi penyakit kanker, deteksi infeksi atau virus, juga penentuan hubungan orang tua dan anak.

Penyimpangan semu hukum mendels

1. **INTERAKSI ALEL**
2. **INTERAKSI GENETIK**
3. **TAUTAN**
4. **PINDAH SILANG**

INTERAKSI ALEL

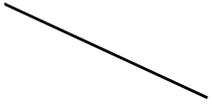
- **Merupakan Salah Satu Bentuk Penyimpangan Semu Hukum Mendel antar alel-alel yang berinteraksi**

Bentuk interaksi alel

- Interaksi dominan tidak sempurna
- Kodomain
- Alel ganda
- Alel letal

INTERAKSI ALEL

1. ***Dominansi Tidak Sempurna*** (Incomplete Dominance) yaitu alel dominan tidak dapat menutupi alel resesif sepenuhnya sehingga keturunan yang heterozigot memiliki sifat setengah dominan dan setengah resesif.



| | | |
|------------------|----|----|
| betina jantan | M | m |
| M | MM | Mm |
| m | Mm | mm |



KODOMAIN

Dua alel suatu gen yang menghasilkan produk berbeda dengan alel yang satu tidak dipengaruhi oleh alel yang lain. Contohnya sapi berwarna merah (RR) kodominan terhadap sapi putih (rr) menghasilkan anak sapi roan (Rr). Warna sapi ini coklat kemerahan atau kekuningan, dengan sedikit percikan warna putih.

CONTOH KODOMAIN

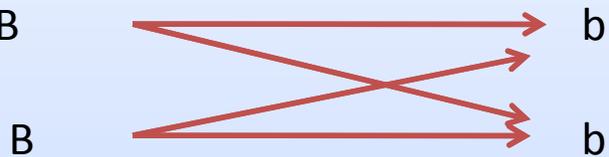
P_1 :
Fenotip: betina Ayam berbulu Hitam × jantan Ayam berbulu putih
Genotip: BB bb
Gamet : B b

F1 : 100% Bb Ayam berbulu *blue andalusia*

P_1 : betina jantan
Fenotip: Ayam berbulu *blue Andalusia* × Ayam berbulu *blue andalusia*
Genotip: Bb
Bb

CONTOH KODOMAIN

Gamet : B



| | | | |
|---------------|---------------|----------|----------|
| | betina | B | b |
| jantan | | | |
| B | | BB | Bb |
| b | | Bb | bb |

25% ayam berbulu hitam (BB)

50% ayam berbulu blue Andalusia (Bb)

25% ayam berbulu putih putih (bb)

} 1:2:1

ALEL GANDA

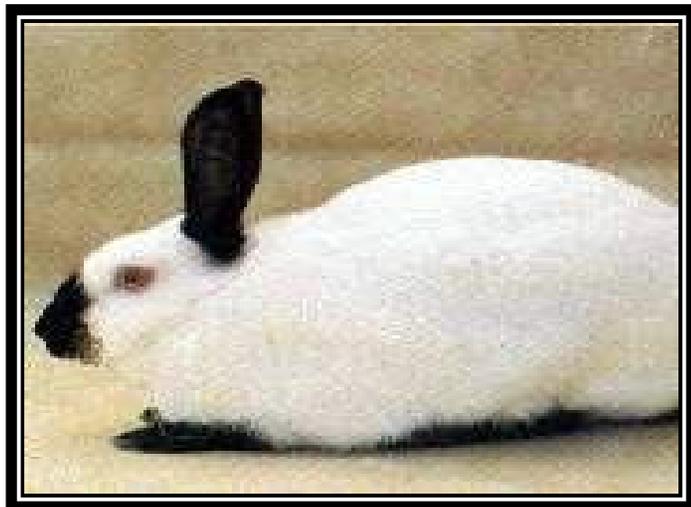
Fenomena adanya tiga atau lebih alel dari suatu gen. Umumnya gen tersusun dari dua alel alternatifnya. Alel ganda dapat terjadi akibat mutasi (perubahan pada struktur molekul DNA yang sifatnya diwariskan pada keturunannya). Mutasi menyebabkan banyak variasi alel. Misalnya gen A bermutasi menjadi gen a_1, a_2, a_3 , yang masing-masing menghasilkan fenotip yang berbeda. Dengan demikian mutasi gen A dapat menghasilkan empat macam varian, yaitu A, a_1, a_2, a_3 .

ALEL GANDA PADA RAMBUT KELINCI



Kelinci Chinchilia

Kelinci Albino



Kelinci Himalaya

- **Alel Letal** yaitu alel yang dapat menyebabkan kematian bagi individu yang memilikinya.

1. **Alel Letal Resesif**

2. **Alel Letal Dominan**

● Alel Letal resesif

→ Alel letal resesif adalah alel yang dalam keadaan homozigot resesif dapat menyebabkan kematian. Pada alel letal resesif, individu yang memiliki alel

contoh:

1. Albino pada tumbuhan

- P: Gg × Gg
- Tanaman hijau tanaman hijau
- F: 1GG : 2Gg : 1gg
1 tanaman albino
3 tanaman hijau



Alel letal Dominan

→ Alel letal dominan adalah alel yang dalam keadaan homozigot dominan dapat menyebabkan kematian. Berbeda dengan alel letal resesif, pada alel letal dominan, individu yang dalam keadaan heterozigot dapat menyebabkan subletal, atau dapat hidup sehat hingga dewasa. Contoh kasus alel letal dominan yaitu pada ayam jambul.

Contoh:

Dari pengamatan **R.A Fisher** (1934) yang kemudian dilanjutkan oleh D.C Warren dan F.B Hutt (1936) diketahui bahwa karakter jambul pada ayam disebabkan oleh susunan gen dominan. Ayam jambul memiliki gen dalam keadaan heterozigot (CrCr), sedangkan ayam dengan genotip homozigot dominan (CrCr) akan mati pada saat embrio dierami sekitar 10 hari (normal 21 hari). Jika ayam berjambul (CrCr) dikawinkan dengan sesamanya akan menghasilkan 25% telur yang tidak dapat menetas menjadi ayam. Dari 75% telur yang menetas menjadi ayam, 1/3 nya normal (tidak berjambul) dan 2/3 nya berjambul.

- **Contoh:**

P: *Crcr* × *Crcr*
 Ayam berjambul ayam berjambul

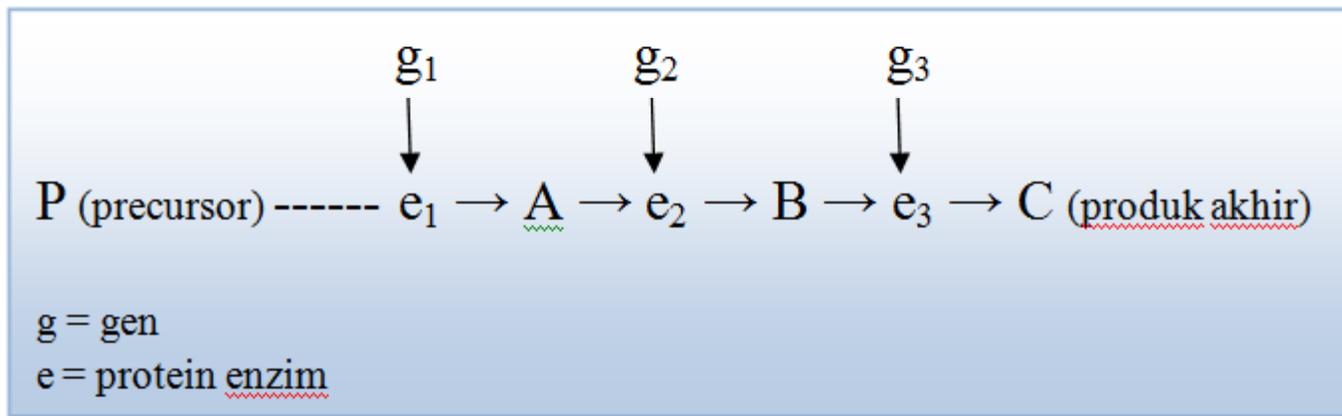
F: *1CrCr* : *2 Crcr* : *1 crcr*
 (mati) ayam jambul ayam normal

Epistasis dominan-resesif



INTERAKSI GENETIK

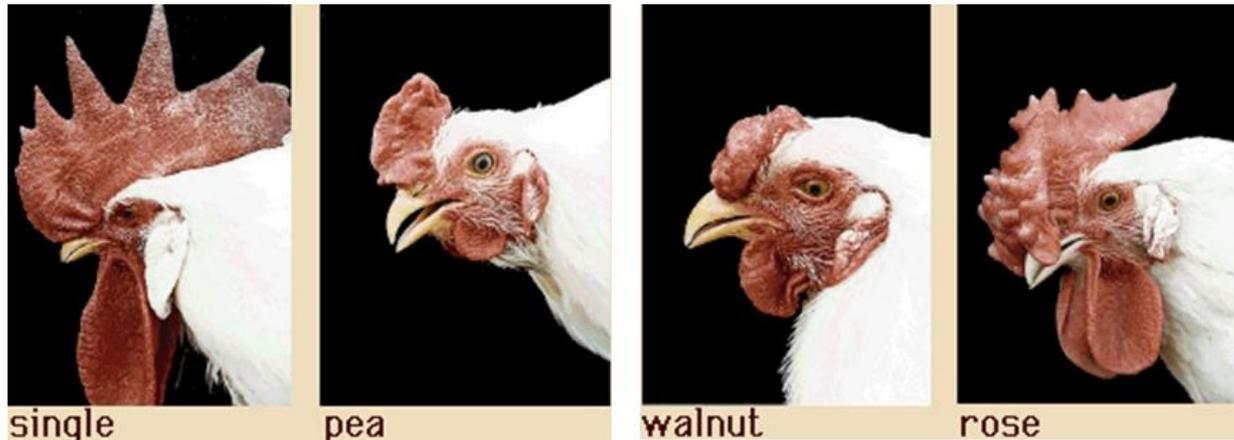
Interaksi genetik terjadi apabila dua atau lebih gen mengekspresikan protein enzim yang mengkatalis langkah – langkah dalam suatu jalur bersama.



Gambar 1. Contoh interaksi genetik.

ATAVISME

Atavisme adalah munculnya suatu sifat sebagai akibat interaksi dari beberapa gen. Contohnya adalah sifat genetis pada jengger ayam.



POLIMERI

Polimeri terjadi akibat interaksi antara dua gen atau lebih, sehingga disebut juga sifat gen ganda yang dapat menumbuhkan suatu sifat akibat banyaknya gen yang bekerja sama secara kumulatif. Lain halnya dengan alel ganda yang merupakan suatu sifat disebabkan oleh kerja satu gen dengan banyak alel. Polimeri ini merupakan bentuk interaksi gen yang bersifat kumulatif (saling menambah).

P_1 : $M_1M_1M_2M_2$ \times $m_1m_1m_2m_2$
 gandum berbiji merah gelap \times gandum berbiji putih
 \Downarrow

F_1 : $M_1m_1M_2m_2$
 100% gandum berbiji merah sedang

P_2 : $M_1m_1M_2m_2$ \times $M_1m_1M_2m_2$
 gandum berbiji merah sedang \times gandum berbiji merah sedang
 \Downarrow

F_2 :

| $\sigma^2 \backslash \sigma^1$ | M_1M_2 | M_1m_2 | m_1M_2 | m_1m_2 |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| M_1M_2 | $M_1M_1M_2M_2$ merah gelap | $M_1M_1M_2m_2$ merah | $M_1m_1M_2M_2$ merah | $M_1m_1M_2m_2$ merah sedang |
| M_1m_2 | $M_1M_1M_2m_2$ merah | $M_1M_1m_2m_2$ merah sedang | $M_1m_1M_2m_2$ merah sedang | $M_1m_1m_2m_2$ merah muda |
| m_1M_2 | $M_1m_1M_2M_2$ merah | $M_1m_1M_2m_2$ merah sedang | $m_1m_1M_2M_2$ merah sedang | $m_1m_1M_2m_2$ merah muda |
| m_1m_2 | $M_1m_1M_2m_2$ merah sedang | $M_1m_1m_2m_2$ merah muda | $m_1m_1M_2m_2$ merah muda | $m_1m_1m_2m_2$ putih |

Hasil persilangan gandum berbiji merah dengan gandum berbiji putih akan menghasilkan F_1 100% gandum berbiji merah, tetapi warna merah yang dihasilkan tidak sama dengan warna merah pada induknya. Hasil perkawinan sesama F_1 akan menghasilkan keturunan F_2 dengan perbandingan Fenotip merah : putih = 15 : 1.

Warna merah gelap mengandung semua alel dominan ($M_1M_1M_2M_2$) dan warna putih tidak mengandung alel dominan ($m_1m_1m_2m_2$). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa gradasi mutu warna gandum disebabkan oleh jumlah alel dominannya.

**Polimeri memiliki ciri:
makin banyak gen
dominan, maka sifat
karakternya makin kuat.**

KRIPTOMERI

Kriptomeri adalah sifat gen dominan yang tersembunyi, jika gen dominan tersebut berdiri sendiri. Namun, jika gen dominan tersebut berinteraksi dengan gen dominan lainnya, akan muncul sifat gen dominan yang sebelumnya tersembunyi.

Parental (P1) : ♀ AAbb >< ♂ aaBB
 Bunga merah Bunga putih

Gamet : Ab aB

Filial (F1) : AaBb
 100% bunga ungu

Parental (P2) : ♀ AaBb >< ♂ AaBb
 Bunga ungu Bunga ungu

Gamet dan F2 :

| ♀ \ ♂ | AB | Ab | aB | ab |
|-------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| AB | AABB bunga ungu | AABb bunga ungu | AaBB bunga ungu | AaBb bunga ungu |
| Ab | AABb bunga ungu | Aabb bunga merah | AaBb bunga ungu | Aabb bunga merah |
| aB | AaBB bunga ungu | AaBb bunga ungu | aaBB bunga putih | aaBb bunga putih |
| ab | AaBb bunga ungu | Aabb bunga merah | aaBb bunga putih | aabb bunga putih |

Contoh persilangan kriptomeri pada persilangan tumbuhan bunga *Linaria maroccana* berwarna merah (AAbb) dengan bunga berwarna putih (aaBB) yang akan menghasilkan F₁ 100% berbunga ungu. Hasil perkawinan sesama F₁ akan menghasilkan keturunan F₂ dengan perbandingan fenotip bunga ungu : merah : putih = 9 : 3 : 4.

Dari persilangan tersebut, sifat yang tersembunyi (bunga warna ungu) muncul karena adanya dua gen dominan yang berinteraksi, sehingga diperoleh perbandingan fenotip 9 : 3 : 4.

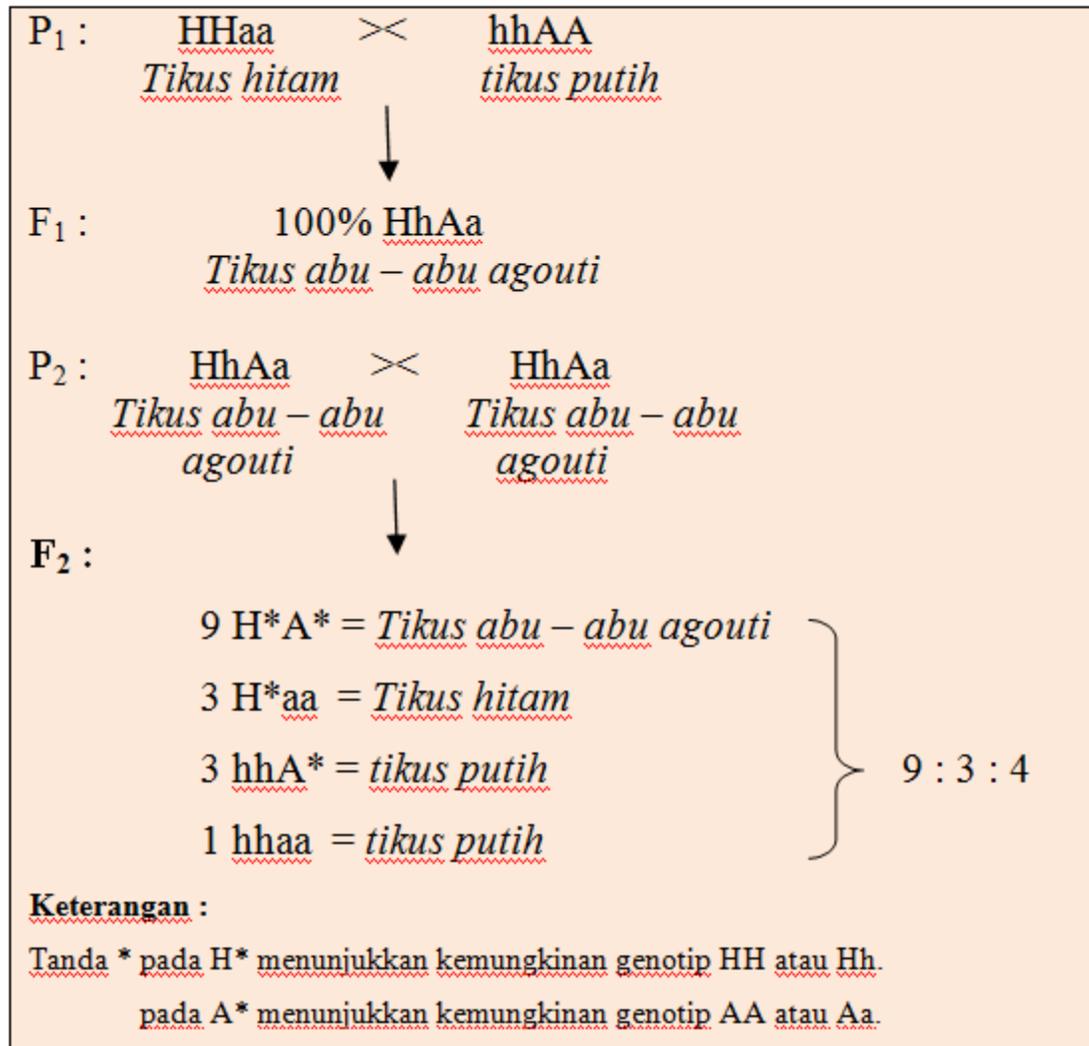
Kriptomeri memiliki ciri khas:
ada karakter baru muncul
bila ada 2 gen dominan
bukan alel berada bersama

EPISTASIS & HIPOSTASIS

Gen yang sifatnya mempengaruhi (menghalangi) gen lain disebut **gen epistasis**, sedangkan gen yang dipengaruhi (dihalangi) disebut **gen hipostasis**.

Akibatnya, hasil perkawinan seolah – olah menyimpang dari kaidah atau hasil yang seharusnya berdasarkan prinsip Mendel. Padahal perkawinan tersebut secara prinsip masih memenuhi hukum Mendel

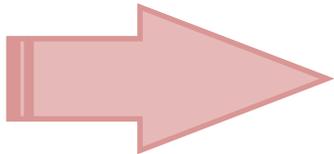
Epistasis resesif



Gambar 7. Diagram Epistasis resesif

KOMPLEMENTER

P_1 : CCpp >< ccPP
Bunga putih \downarrow *bunga putih*
 F_1 : 100% CcPp
Bunga ungu
 P_2 : CcPp >< CcPp
Bunga ungu \downarrow *Bunga ungu*



| ♀ \ ♂ | CP | Cp | cP | cp |
|-------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| CP | CCPP (ungu) | CCPp (ungu) | CcPP (ungu) | CcPp (ungu) |
| Cp | CCPp (ungu) | CCpp (putih) | CcPp (ungu) | Ccpp (putih) |
| cP | CcPP (ungu) | CcPp (ungu) | ccPP (putih) | ccPp (putih) |
| cp | CcPp (ungu) | Ccpp (putih) | ccPp (putih) | ccpp (putih) |

F_2
 C-P- = 9 = ungu (pigmen warna, enzim pengaktif)
 C-pp = 3 = putih (pigmen warna, tanpa enzim pengaktif)
 ccP- = 3 = putih (tanpa pigmen warna, enzim pengaktif)
 ccpp = 1 = putih (tanpa pigmen dan enzim)

RINGKASAN

| <u>Genotip</u> | A^*B^* | A^*bb | aaB^* | $aabb$ |
|--|----------|---------|---------|--------|
| Hukum II Mendel | 9 | 3 | 3 | 1 |
| <u>Epistasis dominan</u> | 12 | | 3 | 1 |
| <u>Epistasis resesif</u> | 9 | 3 | 4 | |
| <u>Epistasis gen resesif rangkap (komplementer)</u> | 9 | 7 | | |
| <u>Epistasis gen dominan rangkap</u> | 15 | | | 1 |

Tautan

- Tautan adalah gen-gen yang tidak mau memisah dalam proses meiosis .
- Tautan gen terjadi apabila dalam satu kromosom terdapat lebih dari satu gen yang mengendalikan sifat yang berbeda.

- Menurut Sutton, gen-gen yang letaknya pada satu kromosom tidak dapat diturunkan secara bebas, terlebih gen yang berdekatan lokusnya cenderung memisah bersama-sama.
- Jadi, individu dengan genotype $AaBb$ yang mengalami tautan akan membentuk dua macam gamet saja yaitu AB dan ab

- Misalnya lalat *Drosophila* jantan bersayap normal dada polos CCSS disilangkan dengan lalat betina sayap keriput dada bergaris-garis ccss.
- Apabila tidak terjadi pautan, persilangan lalat tersebut menghasilkan keturunan F2 dengan perbandingan fenotipe 9 : 3 : 3 : 1 seperti Hukum Mendel. Apabila terjadi pautan, menghasilkan keturunan F2 dengan perbandingan fenotipe 3:1, berbeda dengan Hukum Mendel.

- Untuk mengetahui adanya tautan antara dua gen, dapat dilakukan testcross atau persilangan uji yaitu penyilangan individu F1 dengan induk yang homozigot resesif. Jika dalam testcross ternyata kombinasi parental lebih besar 50% dan rekombinasi lebih kecil 50% maka dapat disimpulkan bahwa terjadi tautan gen.

Pindah Silang

- Pindah silang (*crossing over*) adalah pertukaran segmen kromatid-kromatid dari pasangan homolog.
- Tempat persilangan dua kromatid disebut kiasma. Kromatid yang bersilangan melekat dan terputus di bagian kiasma. Setiap potongan kemudian melekat pada kromatid sebelahnya secara timbal balik sehingga akan diperoleh empat macam gamet, dua gamet tipe parental dan dua gamet rekombinasi.

Macam-macam pindah silang

- a. Pindah silang tunggal, yaitu pindah silang yang terjadi pada satu tempat atau kiasmanya satu.
- b. Pindah silang ganda, yaitu pindah silang yang terjadi di dua tempat atau lebih (kiasmanya lebih dari satu)

- Dengan terbentuknya tipe parental dan rekombinasi, besarnya nilai pindah silang (NPS) dapat dihitung. NPS adalah angka yang menunjukkan besarnya presentase kombinasi baru yang dihasilkan akibat terjadinya pindah silang.
- $$\text{NPS} = \frac{\text{jumlah tipe rekombinasi}}{\text{jumlah seluruh individu}} \times 100\%$$