

# **PENUNTUN PRAKTIKUM GENETIKA**

**Disusun oleh:**

**Dosen dan Asisten  
Laboratorium Genetika dan Biologi Molekuler**



**DEPARTEMEN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
TAHUN 2014**

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala anugerahNya sehingga penulisan Penuntun Praktikum Genetika ini dapat selesai.

Penuntun ini disusun untuk membantu mahasiswa dalam melakukan praktikum Genetika. Dalam praktikum dilakukan beberapa simulasi dari hukum-hukum genetika klasik dan populasi. Dengan melakukan praktikum, mahasiswa diharapkan dapat lebih memahami prinsip-prinsip dasar yang telah diajarkan dalam perkuliahan.

Khusus untuk tahun 2014 mata acara praktikum berbeda dari tahun 2013 oleh karena dua penyebab. Penyebab pertama adalah kebakaran laboratorium tahun 2013 menyebabkan kita kehilangan bahan dan peralatan laboratorium dan akibatnya beberapa mata praktikum tidak dapat dilakukan. Penyebab kedua, pada akhir tahun 2013 kita memperoleh beberapa peralatan baru seperti elektroforesis, mesin PCR, geldoc, dan spektrometer nano, kita akan mengerjakan mata acara praktikum yang baru menggunakan alat tersebut. Walaupun demikian, di dalam penuntun ini topik-topik praktikum 2013 tidak dihapuskan, karena kita berharap di masa depan bahan-bahan yang terbakar tersebut masih dapat kita sediakan kembali. Asisten akan memberitahukan topik yang akan dilaksanakan pada saat pengarahan praktikum.

Medan. Maret 2014

Kepala Laboratorium Genetika  
dan Biologi Molekuler

## JUDUL PRAKTIKUM GENETIKA T.A 2014/2015

No.	Minggu	Judul	Penanggung Jawab
1.	I	DERMATOGLIFI	Risky
2.		GEN YANG DIPENGARUHI KELAMIN	Norton
3.	II	PROBABILITAS	Annisa Willy
4.		PENIRUAN PINDAH SILANG	M. Nasir
5.	III	SIKLUS HIDUP DROSOPHILA	Dedeck
6.		KROMOSOM POLITEN	Sandi
7.	IV	KROMOSOM MANUSIA	Jordani
8.		KROMOSOM TUMBUHAN	Yantika
9.	V	SEX KROMATIN	Grace
10.			Lumbantoruan
14.	VI	ISOLASI DNA GENOM TUMBUHAN	Dr. Saleha Hanum dan Asisten
15.	VII	ELEKTROFORESIS PADA GEL AGAROSE	Dr. Saleha Hanum dan Asisten
16.	VIII	RESPONSI UMUM	Asisten
17.	IX	REFRESHING TEST	Asisten

Disetujui,  
Ka. Lab Genetika dan Biologi Molekuler

Dr. Salomo Hutahaean

## **Tata Tertib Praktikum Genetika**

1. Sebelum praktikum dimulai mahasiswa diwajibkan untuk mempersiapkan diri sebaik-baiknya terhadap materi praktikum yang bersangkutan.
2. Tes praktikum dilaksanakan sesuai dengan acara praktikum hari yang bersangkutan. Dasar teori biasa diperoleh dari buku praktikum disertai buku-buku genetika lainnya.
3. Berpakaian rapi, sopan, dan selalu menggunakan jas praktikum selama praktikum dilaksanakan.
4. Mahasiswa diperkenankan untuk bertanya hal-hal yang tidak dipahami ketika berlangsungnya praktikum (tidak termasuk prosedur kerja).
5. Mahasiswa harus hadir 15 menit sebelum acara praktikum dimulai. Bagi yang terlambat tidak akan diperkenankan masuk tanpa alasan yang dapat diterima.
6. Bekerja dengan hati-hati, tenang dan sungguh-sungguh. Setiap kehilangan dan atau kerusakan alat di laboratorium harus diganti dengan barang yang sama.
7. Bila modul mengharuskan membawa bahan praktikum, maka praktikan diwajibkan untuk membawa materi tersebut.
8. Bila materi yang seharusnya dibawa tidak dibawa oleh praktikan maka praktikum ditiadakan dan tidak akan diulang, praktikan wajib belajar modul tersebut secara mandiri.
9. Laporan diketik rapi dan jelas dan harus sudah diserahkan sebelum praktikum dimulai.
10. Bagi yang tidak mematuhi peraturan yang berlaku dapat dikenakan sanksi ringan atau berat yang akan diumumkan kemudian.
11. Ujian praktikum akan diadakan setelah seluruh acara praktikum selesai dan berupa ujian tertulis.
12. Nilai kelulusan akan ditentukan berdasarkan nilai responsi, laporan dan nilai akhir semester.
13. Always keep cleaning, smile and be happy.

## DERMATOGLIFI

Sidik jari dapat digunakan untuk mengenali identitas orang yang memilikinya karena bentuknya khas untuk setiap orang. Tidak berubah seumur hidup seseorang dan sangat sulit membuat tiruannya. Sidik jari sudah lama diyakini dapat digunakan sebagai alat identifikasi yang handal. Keyakinan tersebut didasari pada premis bahwa sidik jari yang dimiliki setiap orang adalah unik dan tidak berubah. Sir William Herschel seorang pionir dibidang penelitian sidik jari dari Inggris, pada tahun 1860 menyatakan bahwa pola sidik jari manusia sudah terbentuk sejak masih janin dalam kandungan dan tidak akan berubah seumur hidup kecuali karena luka yang serius maupun karena deformasi ketika sudah mati.

Dermatoglifi adalah ilmu tentang bentuk atau pola sidik jari. Penelitian tentang sidik jari telah dilakukan sejak 200 tahun yang lalu. Sidik jari mempunyai bentuk yang tetap, tidak akan mengalami perubahan dan berbeda antara individu yang satu dengan yang lain. Sidik jari adalah gurat-gurat yang terdapat di kulit ujung jari. Fungsinya adalah untuk memberi gaya gesek lebih besar agar jari dapat memegang benda-benda lebih erat.

Gambaran salur-salur dermal ditentukan oleh banyak gen yang pengaruhnya saling menambah dan mungkin beberapa diantaranya bersifat dominan dan tidak dipengaruhi oleh faktor luar sesudah lahir, misalnya geografik, ekonomi, dan lain-lain. Sidik jari merupakan obyek yang menarik untuk diselidiki dan telah digunakan baik untuk keperluan identifikasi, hubungan keturunan, maupun membantu diagnosis.

Pola sidik jari atau dermatoglifi ditentukan oleh banyak gen yang saling berinteraksi dan dibantu oleh faktor lingkungan. Pola penurunan seperti ini disebut dengan multifaktor. Proses pembentukan sidik jari akan terjadi pada fetus saat dalam kandungan. Dimana pada kehamilan sebelum 12 minggu pembentukan pola sidik jari sangat dipengaruhi oleh faktor genetis dan lingkungan dari fetus, sehingga adanya kelainan kromosom dapat juga ditunjukkan dengan bentuk pola sidik jari yang berbeda dibandingkan dengan manusia normal.

Berdasarkan sistem Galton, pola sidik jari manusia dapat dibedakan atas 3 jenis yaitu:

- a. Bentuk lengkung atau Arch. Pola ini ditandai dengan tidak dipunyai triradius sehingga jumlah rigi tidak akan dapat dihitung.

- b. Bentuk lingkaran atau whorl, merupakan pola sidik jari yang mempunyai 2 triradius.
- c. Bentuk sosok atau loop. Pola ini ditandai dengan 1 triradius. Bentuk sosok ini dibedakan pula atas:
  - Sosok Radikal yaitu mempunyai bagian yang terbuka menuju ke arah ujung jari.
  - Sosok Ulnar ditandai dengan adanya bagian yang terbuka menuju pangkal jari.



a b c  
Gambar pola sidik jari (a. Arch, b. whorl, c. loop)

Sifat yang dimiliki oleh sidik jari adalah:

- a. **Perennial nature**, yaitu guratan-guratan pada sidik jari yang melekat pada kulit manusia seumur hidup.
- b. **Immutability**, yaitu sidik jari seseorang tidak akan pernah berubah, kecuali mendapat kecelakaan yang serius.
- c. **Individuality**, yaitu pola sidik jari adalah unik dan berbeda untuk setiap orang.

Pola sidik jari untuk manusia normal memiliki frekuensi pola arch kurang dari 5%, bahkan tidak setiap individu yang memiliki pola arch, pola loop = 67-75%, pola whorl = 25-30% (Suryo, 1997). Berbeda dengan penderita sindrom down, Menurut Dalton (Dalam Suryo, 2003) bahwa lebih dari setengah jumlah anak penderita sindrom down mempunyai semua sidik jari bentuk whorl atau lingkaran.

### Tujuan Praktikum

- Untuk mengetahui penurunan multifactor pada sidik jari

### Bahan dan Alat

- Tinta stempel
- Bantalan stempel

- Kertas putih (A4)
- Loop
- Kalkulator
- Lem kertas
- Penggaris
- Pensil
- Gunting

### **Cara Kerja**

Jari-jari tangan terlebih dahulu dibersihkan dari debu atau kotoran dengan alkohol atau air. Pada bantalan stempel diberi tinta yang tipis dan merata. Tekan dengan perlahan ibu jari pada bantalan tersebut dan selanjutnya tekankan kembali jari yang telah bertinta tersebut pada kertas putih sehingga terbentuk cap jari. Sidik jarinya ditentukan polanya dan dihitung jumlah rigi-riginya dengan menggunakan loop. Lakukan hal yang sama untuk semua jari baik pada tangan kanan maupun tangan kiri. Catat semua data dari semua kelompok dan hitung persentase masing-masing pola dan nilai rata-rata jumlah rigi.

## **GEN YANG DIPENGARUHI KELAMIN DAN MENGHITUNG FREKUENSI GEN**

Gen adalah sepotong DNA yang menyandikan rantai polipeptida dan RNA. Tidak semua gen diekspresikan secara tepat dalam bentuk rantai polipeptida. Beberapa gen menyandikan beberapa jenis RNA transfer dan gen lain menyandi berbagai jenis RNA ribosomal. Gen yang menyandi polipeptida dan RNA dikenal sebagai gen struktural. Gen ini menentukan struktur beberapa produk akhir gen, seperti suatu enzim atau RNA yang stabil. DNA juga mengandung segmen atau urutan lain yang hanya menjalankan fungsi pengaturan (regulasi). Beberapa diantara segmen pengatur menyusun isyarat yang menunjukkan awal dan akhir gen struktural, yang lain berpartisipasi dalam memulai atau mengakhiri proses transkripsi gen struktural. Jadi kromosom mengandung gen struktural dan urutan pengatur (Lehninger, 1994).

Perubahan genotip yang berhubungan dengan differensiasi atau fungsi sex akan berakibat terjadinya penyimpangan sedikit ataupun banyak dari jenis kelamin yang normal. Genotip di sini berarti keadaan gen yang tidak terlihat maupun keadaan kromosom yang dapat dilihat. Kromosom X tidak hanya membawa gen untuk menentukan jenis kelamin, akan tetapi juga membawa gen-gen lain yang pola ekspresi sangat berkaitan dengan kromosom X. Sebagai contoh gen hemofilia dan buta warna terkait dengan kromosom X. Gen- gen yang demikian disebut dengan gen-gen terpaut sex atau sex linkage.

Pada umumnya gen-gen terpaut ini berlokasi pada kromosom X, sehingga wanita akan mempunyai dua kali peluang lebih besar untuk menerima gen-gen karena wanita menerima dua kromosom X dari kedua orang tuanya. Adapun wanita mempunyai peluang lebih besar untuk menerima gen-gen terpaut sex, peluang untuk mengekspresikan gen-gen tersebut tergantung pada sifat dominan-resesif gen itu. Jika gen terpaut bersifat dominan, maka ekspresi gen akan lebih besar muncul pada wanita. Sebaliknya jika gen tersebut bersifat resesif, maka ekspresi gen akan lebih besar muncul pada pria.

### **Tujuan Praktikum**

1. Mengetahui Peranan gen yang dipengaruhi kelamin dan menentukan genotif diri sendiri.

2. Mengetahui frekuensi gen dari suatu populasi.

### **Alat dan Bahan**

1. Jari *Homo sapiens*
2. Kertas A4
3. Pencil 2B

### **Cara Kerja**

#### **Percobaan 1**

Tangan kiri diletakkan diatas kertas. Lalu letakkan jari telunjuk, tengah dan jari manis tepat lurus dengan garis, kemudian gambar.

Diketahui bahwa gen yang menentukan kelainan panjang jari ditentukan oleh gen T dan alelnya t. Jika gen T untuk jari telunjuk lebih pendek daripada jari manis, maka gen t untuk jari telunjuk lebih panjang dari pada jari manis. Jumlah penderita kelainan jari telunjuk lebih pendek dari jari manis lebih banyak terdapat pada perempuan, sehingga diketahui bahwa gen ini dipengaruhi kelamin.

Jari telunjuk pendek pada laki-laki ditentukan oleh gen dominan, tetapi resesif pada perempuan. Sehingga

Genotip	Laki-Laki	Perempuan
TT	Telunjuk Pendek	Telunjuk pendek
Tt	Telunjuk Pendek	Telunjuk panjang
Tt	Telunjuk panjang	Telunjuk panjang

**Tentukan genotip masing-masing dari hasil pengamatan.**

#### **Percobaan 2**

Dari hasil pengamatan tiap individu akan terkumpul data genotif kelas.

**Tentukan frekuensi gen kelamin perempuan.**

## PROBABILITAS

Dalam ilmu genetika, kemungkinan ikut mengambil peranan penting. Misalnya mengenai pemindahan gen-gen dari induk/orang tua ke gamet-gamet, pembuahan sel telur oleh spermatozoon, berkumpulnya kembali gen-gen di dalam zigot sehingga dapat terjadi berbagai macam kombinasi. Teori kemungkinan atau probabilitas merupakan dasar untuk menentukan nisbah yang diharapkan dari persilangan genotipe yang berbeda. Penggunaan teori ini memungkinkan kita untuk menduga kemungkinan apa yang diperoleh dari hasil persilangan tersebut.

### Dasar-dasar Teori Kemungkinan

1. Kemungkinan atas terjadinya sesuatu yang diinginkan ialah sama dengan perbandingan antara sesuatu yang diinginkan itu terhadap keseluruhannya.

$$K_{(X)} = \frac{X}{X + Y}$$

dimana: K = kemungkinan

$K_{(X)}$  = besarnya kemungkinan untuk mendapatkan X

$X + Y$  = jumlah keseluruhannya

Contoh soal.

Uang logam mempunyai 2 sisi, yaitu sisi atas (gambar) dan sisi bawah (angka). Jika melakukan lemparan uang logam ke atas, berapa kemungkinan kita akan mendapatkan sisi atas (gambar)?

$$\text{Jawab: } K_{(\text{gambar})} = \frac{\text{Gambar}}{\text{Gambar} + \text{Angka}} = \frac{1}{1 + 1} = \frac{1}{2}$$

2. Kemungkinan terjadinya dua peristiwa atau lebih, yang masing-masing berdiri sendiri ialah sama dengan hasil perkalian dari besarnya kemungkinan untuk peristiwa-peristiwa itu.

$$K_{(x+y)} = K_{(X)} \times K_{(Y)}$$

Contoh soal.

Jika kita melakukan tos dengan 2 uang logam bersama-sama (satu di tangan kiri dan satunya lagi di tangan kanan), berapa kemungkinan akan mendapatkan gambar pada kedua uang logam itu?

$$\text{Jawab: } K_{(\text{gambar} + \text{angka})} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

Dapat diartikan bahwa setiap 4 kali melakukan tos dengan dua uang logam bersama-sama, kesempatan untuk mendapatkan gambar pada dua uang logam itu adalah satu kali saja.

3. Kemungkinan terjadinya dua peristiwa atau lebih yang saling mempengaruhi ialah sama dengan jumlah dari besarnya peluang untuk masing-masing peristiwa itu.

$$K_{(x \text{ atau } y)} = K_{(x)} + K_{(y)}$$

Contoh soal.

Jika dilakukan tos 2 uang logam bersama-sama, berapakah peluang terjadinya 2 kali gambar dan 2 kali angka?

$$\text{Jawab: } K(\text{gambar}) = \frac{1}{2} \quad K(\text{angka}) = \frac{1}{2}$$

$$K(\text{dua gambar}) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4} \quad K(\text{dua angka}) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

$$K(2 \text{ gambar atau } 2 \text{ angka}) = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

### **Penggunaan Rumus Binomial**

Untuk mencari peluang biasanya dapat ditempuh jalan yang lebih mudah, yaitu dengan menggunakan rumus binomial.

$$(a + b)^n \quad \text{dengan, } a \text{ dan } b = \text{kejadian/ peristiwa terpisah}$$
$$n = \text{banyaknya percobaan}$$

Rumus binomial hanya dapat digunakan untuk menghitung peluang yang masih dalam rencana. Seringkali dalam melakukan percobaan tidak akan memperoleh hasil yang sesuai dengan yang diharapkan.

Contoh soal.

Dilakukan tos dengan 3 uang logam bersamaan. Berapa kemungkinan didapat 1 gambar dan 2 angka pada ketiga uang logam?

$$\text{Jawab: } a: K(\text{gambar}) = \frac{1}{2} \quad b: K(\text{angka}) = \frac{1}{2}$$

$$(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

$$\text{Maka, } K(1 \text{ gambar, } 2 \text{ angka}) = 3ab^2 = 3 \left(\frac{1}{2}\right) \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{3}{8}$$

### **Tes Chi-square**

Untuk mengevaluasi suatu hipotesa perlu dilakukan suatu uji untuk dapat mengubah deviasi-deviasi dari nilai yang diharapkan menjadi probabilitas dari ketidaksamaan yang terjadi oleh peluang. Uji ini harus memperhatikan besar sampel dan jumlah peubah (derajat bebas). Uji ini dikenal dengan  $X^2$  (Chi-square). Dalam ilmu genetika, metode *chi-square* mengambil peranan penting. Rumus *chis-quare* digunakan untuk mengetes apakah rasio fenotipe praktis dapat dipertanggungjawabkan dan sesuai

dengan rasio fenotip teoritis. Rasio fenotipe hasil percobaan tak selalu persis sama dengan rasio teoritis yang diharapkan. Kalau nilai  $X^2$  yang kita dapat nantinya terletak di bawah kolom 0,009 itu berarti data yang diperoleh dari percobaan itu buruk. Nilai  $X$  hitung jauh berbeda dengan nilai  $X$  tabel.

Tes  $X^2$  dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$\chi = \Sigma (d^2/e)$$

dimana, e = hasil yang diramal/diharapkan (expected)

d = deviasi/penyimpangan yaitu selisih antara hasil yang diperoleh dan hasil yang diramal

$\chi = \Sigma ((d-1/2)^2/e)$ ..... untuk monohibrid.

### **Tujuan Percobaan:**

- a. Untuk dapat mengerti konsep probabilitas dan kepentingannya terhadap ilmu gentika
- b. Untuk dapat mengerti konsep pengujian Chi-square dan kepentingannya bagi genetika

### **Metode Kerja**

Sediakan uang koin Rp. 100,-

- a) Untuk pelemparan satu koin sebanyak 50 kali

Lemparkan satu koin sebanyak 50 kali lemparan. Catat permukaan yang muncul angka (A) atau gambar (G). Hitung hasil Probabilitas yang diharapkan dengan analisa chi-square ( $x^2$ ). Kemudian dibanding hasil yang diharapkan dengan hasil yang didapatkan.

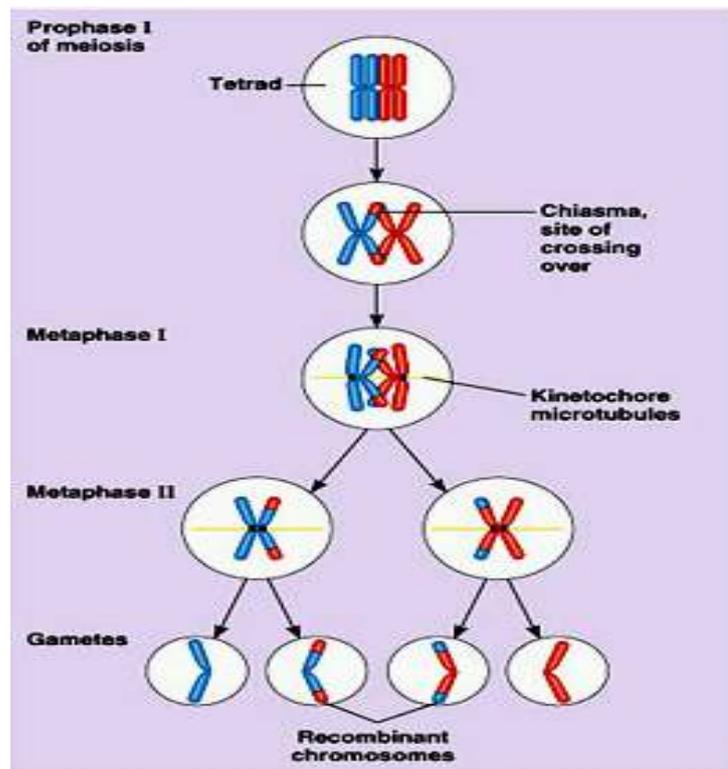
- b) Untuk pelemparan dua koin sebanyak 50 kali.

Lemparkan dua koin sebanyak 50 kali lemparan. Catat permukaan yang muncul angka (A) atau gambar (G). Hitunglah hasil probabilitas yang diharapkan dengan analisa chi-square ( $X^2$ ). Kemudian dibandingkan dengan hasil yang diharapkan dengan hasil yang didapatkan.

- c) Jika masing-masing gambar dan angka muncul sebanyak 25 kali. Dengan prosedur yang sama, diantara sejumlah 6 orang anak yang lahir di rumah sakit, hitunglah probabilitas satu anak laki-laki dan lima anak perempuan, serta semua anak perempuan.

## PENIRUAN PINDAH SILANG

Pindah silang adalah proses penukaran segmen dari kromatid-kromatid bukan saudara (*nonsister chromatids*) dari sepasang kromosom homolog. Peristiwa pindah silang umum terjadi pada setiap gametogenesis (peristiwa pembentukan gamet) pada kebanyakan makhluk hidup, seperti tumbuhan, hewan dan manusia. Pindah silang terjadi ketika meiosis I (akhir profase I atau permulaan metafase I), yaitu ketika kromosom telah mengganda menjadi dua kromatid.



Gambar 1: Peristiwa *crossing over* pada akhir profase I dan akhir profase I

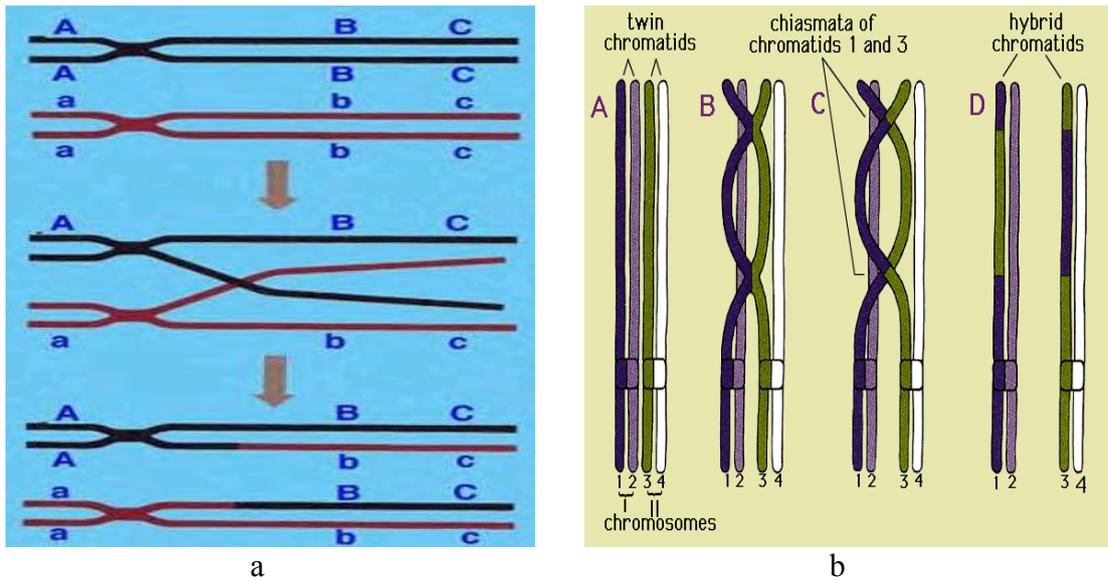
Gejala ini ditemukan dan dipaparkan pertama kali oleh Thomas Hunt Morgan pada tahun 1916 ketika mempelajari lalat buah *Drosophila*. Penjelasan secara fisik diberikan oleh Barbara McClintock.

Pada masa profase I akan terjadi beberapa stadia, yaitu stadia Leptonema, Zigonema, Pakhinema dan Diplonema. Pindah silang melibatkan pematangan masing-masing kedua kromosom homolog (kromatid) dan patahan tersebut saling bertukaran.

Peluang terjadinya pindah silang diantara dua lokus meningkat dengan meningkatnya jarak antara dua lokus tersebut pada kromosom.

Pindah silang dibedakan atas 2, yaitu :

1. Pindah silang tunggal, ialah pindah silang yang terjadi pada satu tempat.
2. Pindah silang ganda, ialah pindah silang yang terjadi pada dua tempat.



Gambar 2: (a) Pindah silang tunggal, (b) Pindah silang ganda

Hasil pindah silang adalah:

1. Kombinasi Parental (KP)
2. Kombinasi Rekombinan (RK)

Pindah silang menyebabkan pergantian alel diantara kromosom homolog, menghasilkan kombinasi yang tidak ditemukan pada induknya. Pindah silang meningkatkan keanekaragaman hayati genetik selain yang dihasilkan oleh pengelompokan gen secara bebas. Kemungkinan terjadinya pindah silang ternyata dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain seperti :

1. Temperatur yang melebihi atau kurang dari temperatur biasa dapat memperbesar kemungkinan terjadinya pindah silang.
2. Makin tua suatu individu, makin kurang kemungkinan untuk mengalami pindah silang.
3. Zat kimia tertentu dapat memperbesar kemungkinan pindah silang.
4. Penyinaran dengan sinar X dapat memperbesar kemungkinan pindah silang.

5. Makin jauh jarak antara gen-gen yang terangkai, makin besar kemungkinan terjadinya pindah silang.
6. Pada umumnya pindah silang terjadi pada makhluk betina maupun jantan. Tapi ada pengecualian, yaitu pada ulat sutera *Bombix mori* yang betina tidak pernah terjadi pindah silang, demikian pula pada lalat buah *Drosophila melanogaster* jantan.

Nb. Tempat persilangan dua kromatid yang membentuk titik temu disebut *chiasma*, jika terbentuk lebih dari satu titik temu disebut *chiasmata*.

### **Tujuan**

1. Memahami dasar genetika pindah silang (*crossing over*) sebagai mekanisme penting dalam kombinasi baru gen.
2. Melakukan simulasi berbagai bentuk pindah silang.

### **Bahan**

Benang wol berbagai warna, kertas putih, penggaris plastik dan pensil warna (sesuai dengan warna wol).

### **Cara Kerja**

Benang dipotong memanjang, lalu diletakkan di atas kertas. Tandai dengan jarak tertentu menggunakan pensil warna . Kemudian ditentukan pindah silang.

- a. Khiasma tunggal 2 strand (1 dan 4)
- b. *Double* khiasmata 4 strand (2 dan 3), (2 dan 3)
- c. *Double* khiasmata 4 strand (2 dan 3), (1 dan 4)
- d. *Double* khiasmata 3 strand (2 dan 3), (1 dan 2)
- e. *Triple* khiasmata 4 strand (1 dan 3), (2 dan 4), (2 dan 3).

Tentukan mana gamet parental dan yang mana gamet kombinasi! Gunakan pensil berwarna untuk menggambarkan kejadian pindah silang dalam laporan anda.

## SIKLUS HIDUP DROSOPHILA

*Drosophila melanogaster* adalah serangga kecil dengan panjang dua sampai lima milimeter dan komunitasnya sering kita temukan di sekitar buah yang rusak atau busuk (Iskandar, 1987). *Drosophila melanogaster* seringkali digunakan dalam penelitian biologi terutama dalam perkembangan ilmu genetika (Manning, 2006).

Ada beberapa alasan *Drosophila melanogaster* dijadikan sebagai model organisme yaitu karena *Drosophila melanogaster* ukuran tubuhnya kecil, mudah ditangani dan mudah dipahami, praktis, siklus hidup singkat yaitu hanya dua minggu, murah, dan mudah dipelihara dalam jumlah besar (Iskandar, 1987), mudah berkembangbiak dengan jumlah anak banyak (King, 1962).

*Drosophila melanogaster* tergolong holometabola, memiliki periode istirahat, yaitu dalam fase pupa. Dalam perkembangannya *Drosophila melanogaster* mengalami metamorfosis sempurna yaitu melalui fase telur, larva, pupa dan *Drosophila melanogaster* dewasa (Frost, 1959). Telur *Drosophila melanogaster* memiliki panjang kira-kira setengah milimeter. Telur lalat akan nampak di permukaan media makanan 24 jam setelah pekawinan (Wiyono, 1986). Setelah fertilisasi acak, telur berkembang kurang lebih satu hari, kemudian menetas menjadi larva (Wiyono, 1986).

Larva yang baru menetas disebut sebagai larva fase (instar) pertama dan hanya nampak jelas bila diamati dengan menggunakan alat pembesar. Larva makan dan tumbuh dengan cepat (Demerec dan Kaufmann, 1961) kemudian berganti kulit menjadi larva fase kedua dan ketiga. Larva fase ketiga, dua sampai tiga hari kemudian berubah menjadi pupa (Wiyono, 1986). Setelah penetasan dari telur, larva mengalami dua kali molting (ganti kulit) (Demerec dan Kaufmann, 1961), memakan waktu kurang lebih empat hari untuk selanjutnya menjadi pupa (Wiyono, 1986). Fase terakhir dapat mencapai panjang sekitar 4,5 milimeter. Larva sangat aktif dan termasuk rakus dalam makan, sehingga larva terdapat bergerak pelan pada media biakan. Saat larva siap menjadi pupa, mereka berjalan perlahan dan menempel di permukaan yang relatif kering, seperti sisi botol atau di bagian kertas kering yang diselipkan pada pakannya (Demerec dan Kaufmann, 1961).

Pupa yang baru terbentuk awalnya bertekstur lembut dan putih seperti kulit larva tahap akhir, tetapi secara perlahan akan mengeras dan warnanya gelap (Demerec