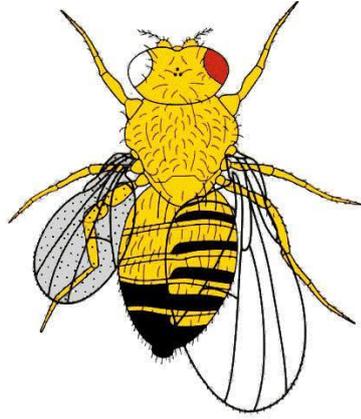


PENUNTUN PRAKTIKUM GENETIKA



OLEH :

Dr. DEWI IMELDA ROESMA, M.Si.

Dr. DJONG HON TJONG, M.S.

Dr. SYAIFULLAH



**LABORATORIUM GENETIKA DAN BIOMOLEKULER
JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS**

PADANG, 2017

KATA PENGANTAR

Teori Genetika yang diberikan dalam perkuliahan didukung oleh beberapa praktikum. Praktikum ini dirancang untuk memperjelas prinsip-prinsip dasar Genetika yang diberikan dalam perkuliahan dan untuk memberi ketrampilan dalam pengamatan dan pengumpulan data serta membandingkan data yang diperoleh secara teori dengan yang sebenarnya di alam.

Beberapa percobaan di dalam bidang Genetika dapat dilakukan dalam waktu yang singkat seperti pada simulasi teori probabilitas dan analisa statistik, genetika populasi, dan genetika tumbuhan. Untuk percobaan yang menyangkut persilangan serta pengamatan keturunan yang dalam hal ini dengan menggunakan alat buah *Drosophila melanogaster*, dibutuhkan waktu yang relatif lebih lama. Secara rinci materi-materi praktikum genetika yang dilakukan meliputi :

1. Teorema probabilitas dan analisis statistik yang digunakan dalam kajian genetika
2. Pembuatan preparat kromosom
3. Genetika hewan
4. Genetika tumbuhan
5. Genetika manusia
6. Genetika Populasi

Diharapkan praktikum yang tercakup dalam penuntun ini dapat membantu kecakapan pemahaman mahasiswa terhadap berbagai teori genetika yang diperoleh dalam perkuliahan.

Padang, Januari 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	2
DAFTAR ISI.....	3
ATURAN-ATURAN PELAKSANAAN PRAKTIKUM.....	4
I. Teorema Probabilitas.....	5
II. Pengamatan Kromosom.....	15
III. Genetika Hewan.....	20
IV. Genetika Tumbuhan.....	27
V. Genetika Manusia.....	29
VI. Genetika Populasi	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35

ATURAN-ATURAN PELAKSANAAN PRAKTIKUM GENETIKA

1. Praktikan harus masuk sebelum praktikum dimulai dengan mengenakan jas laboratorium dan pakaian yang sopan.
2. Praktikan wajib membuat Jurnal untuk praktikum yang akan dilakukan.
3. Praktikan wajib membuat laporan praktikum sesuai dengan format yang telah ditetapkan.
4. Praktikan wajib menjaga kebersihan, ketertiban, dan kesopanan di laboratorium.
5. Praktikan tidak diperkenankan melakukan percobaan di luar materi praktikum yang sedang dilaksanakan.
6. Praktikan harus berhati-hati dalam menggunakan bahan-bahan kimia seperti HCl, kolkisin, ether, dan asam asetat demi keselamatan.
7. Persentase kehadiran praktikan minimal 75%, jika kurang dari jumlah tersebut maka tidak diperkenankan mengikuti Ujian Akhir Praktikum.

I. TEOREMA PROBABILITAS DAN ANALISIS STATISTIK YANG DIGUNAKAN DALAM GENETIKA

1.1 PENDAHULUAN

Nilai probabilitas dari suatu kejadian adalah sebagai bagian yang mana pembilangnya adalah jumlah kejadian yang diharapkan dan penyebutnya adalah jumlah dari kejadian yang mungkin terjadi. Misalnya pada pelemparan koin, dalam hal ini ada dua kemungkinan yang muncul, yaitu angka (A) atau gambar (G). Jika A adalah sisi yang diharapkan, maka probabilitas untuk memperoleh A adalah 1/2 karena hanya ada satu sisi A dari dua kemungkinan yang ada (sisi A atau sisi G).

$$P(A) = \frac{A}{(A + G)} = 1/2$$

Asumsi yang sama juga berlaku untuk G:

$$P(B) = \frac{G}{(A + G)} = 1/2$$

Contoh penggunaan teori probabilitas dalam ilmu genetika misalnya : Gen Aa dapat membuat 2 macam gamet, yaitu gamet A dan gamet a. Jika diumpamakan A adalah yang sukses, maka probabilitas untuk sukses adalah 1/2. Diasumsikan bahwa A dan a mempunyai kemungkinan yang sama untuk muncul.

Ada dua kejadian yang sering dijumpai dalam masalah genetika, yaitu :

1. Kejadian indenpenden, jika kejadian yang pertama tidak ada kaitannya dengan kejadian berikutnya.
2. Kejadian *mutually exclusive*, jika satu kejadian telah terjadi, maka kejadian yang lain tidak dapat terjadi lagi dalam waktu yang bersamaan.

Ada dua macam teorema yang digunakan yaitu :

(a). **Teorema Multiplikasi** : Jika ada dua atau lebih kejadian yang independen, maka probabilitas dari kejadian tersebut terjadi bersamaan dan merupakan perkalian dari probabilitas masing-masing individu. Contoh: Berapa probabilitas dari kemunculan dua A dalam dua kali pelemparan satu koin. Disini jelas bahwa apa yang didapat pada pelemparan pertama tidak ada pengaruhnya terhadap pelemparan yang kedua, dengan demikian kejadian ini adalah independen. Telah diketahui bahwa probabilitas dari A pada satu pelemparan koin adalah $1/2$. Dengan menggunakan teorema multiplikasi, probabilitas untuk mendapatkan 2 A pada dua kali pelemparan adalah: $1/2 \times 1/2 = 1/4$.

Contoh penggunaan dalam ilmu genetika : Pada sebuah heterozigotik Aa Bb, yang mana gen A dan B tidak terikat dan independen satu dengan lainnya, berapa probabilitas untuk memperoleh gamet AB? Telah diketahui bahwa probabilitas untuk mendapatkan gamet A adalah $1/2$, demikian juga probabilitas untuk mendapatkan B adalah $1/2$. Sehingga probabilitas untuk mendapatkan gamet AB adalah : $1/2 \times 1/2 = 1/4$.

(b). **Teorema Adisional** : Jika dua kejadian *mutually exclusive*, maka probabilitas dari suatu kejadian adalah merupakan jumlah dari kedua probabilitas. Contoh : Jika sebuah dadu dilemparkan, sisi 3 atau sisi 4 merupakan kejadian *exclusive* bersama. Dapat diperoleh 3 atau 4, tetapi tidak keduanya dalam pelemparan sebuah dadu, dengan menggunakan teorema ini, maka probabilitasnya adalah : $1/6 + 1/6 = 1/3$ karena ada dua sisi yang muncul dan ada enam sisi yang mungkin muncul atau $2/6 = 1/3$.

DISTRIBUSI BINOMIAL

Metode distribusi binomial dapat membantu menjawab pertanyaan mengenai probabilitas pada dua kejadian independen (A atau B, laki-laki atau perempuan, gen A atau a dan lain-lainnya). Bentuk umum dari binomial adalah $(a + b)^n$, **a** adalah probabilitas kejadian **a** (sebagai **A**), **b** adalah probabilitas kejadian **b** (sebagai **B**), **n** adalah jumlah dari kejadian independen (sebagai jumlah pelemparan satu dadu atau jumlah koin yang dilempar secara bersamaan) dan $(a + b) = 1$. Contoh :

1. Berapa probabilitas untuk mendapatkan 2A dalam 2 kali pelemparan sebuah koin ?.

$$a = \frac{1}{2}, b = \frac{1}{2}, n = 2$$

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

a^2 = prob. untuk mendapatkan 2A

$2ab$ = prob. untuk mendapatkan 1A dan 2G

b^2 = prob. untuk mendapatkan 2G

$$\text{maka } P(2A) = (1/2)^2 = 1/4$$

Untuk 3 kali pelemparan 1 koin atau 1 kali pelemparan 3 koin, berlaku :

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

dengan demikian ada 4 kemungkinan yang muncul, yaitu (3A), (2A dan 1G), (1A dan 2G) serta (3G). Nilai dari keempat kemunculan ini adalah :

$$(1/2)^3 + 3(1/2)^2(1/2) + 3(1/2)(1/2)^2 + (1/2)^3 = 1$$

Koefisien untuk masing-masingnya adalah 1, 3, 3 dan 1. Angka ini menggambarkan kombinasi dari kejadian yang dapat muncul. Dengan demikian, 2A dan 1G dapat muncul dalam 3 cara, yaitu AAG atau AGA atau GAA.

Dalam mencari probabilitas untuk mendapatkan 5A dan 3G dalam 8 kali pelemparan koin, struktur segi tiga pascal sangatlah membantu.

$$\begin{array}{c}
 n \\
 11 \\
 121 \\
 1331 \\
 14641 \\
 15101051 \\
 1615201561 \\
 172135352171 \\
 18285670562881 \\
 \text{dan seterusnya}
 \end{array}$$

Koefisien dalam urutan ke 8 pada segi tiga Pascal adalah 1, 8, 28, 56, 70, 56, 28, 8 dan 1, yaitu koefisien untuk memperoleh 8A, 7A, 6A, 5A, 4A, 3A, 2A, 1A dan OA.

Yang akan diinginkan adalah 5A dan 3G.

Koefisien untuk $a^5 b^3$ adalah 56.

$$\text{Maka : } P(5A, 3G) = 56 (1/2)^5 (1/2)^3 = 56 (1/2)^8 = 0,22$$

atau dengan cara lain sebagai berikut :

$$P(n_1, n_2) = \frac{n!}{n_1! n_2!} (a)^{n_1} (b)^{n_2}$$

sehingga,

$$P(5A, 3G) = \frac{8!}{5! 3!} (1/2)^5 (1/2)^3$$

$$= \frac{5! 3!}{8 \times 7 \times 6 \times 5!} (1/2)^8 = 0.22$$

$$= \frac{5! \times 3 \times 2 \times 1}{5! \times 3 \times 2 \times 1} (1/2)^8 = 0.22$$

Dari bentuk umum tersebut, dapat dikembangkan penganalisisan probabilitas terhadap 3 atau lebih kejadian. Contoh :

1. Lokus A mempunyai 2 alel, A dan a. Ada 3 kemungkinan genotip, yaitu AA, Aa dan aa (Dalam suatu populasi, pada persilangan individu secara random dapat memiliki frekuensi yang berbeda untuk setiap genotip).

Umpamanya, suatu populasi mempunyai frekuensi 1/4 AA, 1/2Aa dan 1/4 aa. Jika dikumpulkan 25 individu dari populasi tersebut, berapa besarnya probabilitas untuk mendapatkan 4 AA, 20Aa dan 1 aa.

$$P(n_1, n_2, n_3) = \frac{n!}{n_1! \times n_2! \times n_3!} (q)^{n_1} (r)^{n_2} (s)^{n_3}$$

dimana :

q = frekuensi dari individu AA

r = frekuensi dari individu Aa

s = frekuensi dari individu aa

n = n₁ + n₂ + n₃ (jumlah total dari individu yang diamati)

maka :

$$P(4AA, 20Aa, 1aa) = \frac{25!}{4! \times 20! \times 1!} (1/4)^4 (1/2)^{20} (1/4)^1$$

$$= \frac{24 \times 23 \times 22 \times 21 \times 20!}{4! \times 20! \times 1!} (1/4)^{25} = 0.00024$$

Dengan demikian dalam hal ini, probabilitas untuk memperoleh 4AA, 20Aa dan 1 aa adalah sangat kecil yaitu, 0,00024 atau hanya sebesar 0,024 %.

2. Untuk persoalan yang menggunakan dadu, maka persamaan dapat diperbesar menjadi multinomial:

$$P(n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6) = \frac{n!}{n_1! \times n_2! \times n_3! \times n_4! \times n_5! \times n_6!} \times (a)^{n_1} (b)^{n_2} (c)^{n_3} (d)^{n_4} (e)^{n_5} (f)^{n_6}$$

n = jumlah total pelemparan satu dadu atau jumlah dadu dalam satu kali pelemparan

n₁ = jumlah pemunculan angka 1

n₂ = jumlah pemunculan angka 2

n₆ = jumlah pemunculan angka 6

Dengan menggunakan bentuk umum ini, berapa probabilitas untuk pemunculan angka 3 satu kali, 4 dua kali dan 6 tiga kali dari enam kali pelemparan.

$$P(0-1, 0-2, 1-3, 2-4, 0-5, 3-6) = \frac{6!}{0! \times 0! \times 1! \times 2! \times 0! \times 3!} \times (1/6)^0 (1/6)^0 (1/6)^1 (1/6)^2 (1/6)^0 (1/6)^3 = 0,00129$$

Dengan demikian, probabilitas dari sejumlah kejadian dapat dicari dengan menggunakan cara binomial ataupun multinomial.

ANALISIS CHI-SQUARE (X²)

Dalam suatu eksperimen sering terjadi beberapa penyimpangan antara hasil yang diamati dengan yang diharapkan dari suatu hipotesa. Dengan menggunakan metoda chi-square dapat ditentukan apakah hipotesa ditolak atau diterima. Jika penyimpangan itu terlalu besar, maka hipotesa itu harus ditolak.

CHI-SQUARE adalah suatu pengukuran penyimpangan dari hasil pengamatan dibandingkan dengan angka-angka yang diharapkan secara hipotesis. Jika dalam suatu eksperimen hanya ada dua kelompok fenotip yang muncul, maka suatu kelompok dianggap sebagai non variable (bebas), misalnya :

Dalam penyilangan lalat jantan normal heterozigot dengan lalat betina bersayap melengkung (curved) akan menghasilkan lalat normal 50 ekor dan curved 50 ekor. Percobaan ini dikatakan mempunyai derajat kebebasan (db) sama dengan satu (one degree of freedom : df)

Perhitungan X² dalam percobaan dengan derajat kebebasan satu dapat dilihat sebagai berikut :

Umpamanya ada dua galur murni dari jagung, yellow memberikan progeni 100 X yellow dan purple memberikan progeni 100 % purple. Bagaimana warna yang berbeda tersebut diturunkan, apakah dua sifat tersebut dikontrol oleh satu pasang gen atau lebih apakah ada keterlibatan linkage dan apakah ada kaitannya dengan hubungan dominan resesif.

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, mula-mula dilakukan persilangan resiprokal antara parental yellow (P1) dan purple (P2) dan tentukan fenotip F1 (umpamanya seluruhnya purple). Dari hasil persilangan diantara F1, diperoleh F2. Umpamanya ada 2 macam progeni yang tampak pada F2, purple dan yellow. Hitung jumlah progeni dari masing-masing tipe. Umpamanya teramati 10 progeni yellow dan 10 progeni purple. Bagaimana pola penurunan perbedaan warna tersebut ?

- a) Dari F1 dapat diketahui bahwa purple dominan terhadap yellow dan dari F2 dapat dilihat bahwa ada segregasi gen. Umpamakan ada satu gen tunggal yang terlibat sebagai penyebab terjadinya perubahan pada fenotip parental. Jika purple di tulis sebagai PP dan yellow sebagai pp. F1 akan menampilkan pp, jika disilangkan individu-individu pp sesamanya maka di antara turunannya harus ada 1/2q PP, 1/2 Pp dan 1/4 pp.
- b) Jika purple dominan terhadap yellow, maka PP dan Pp akan berfenotip sama. Dengan demikian menurut teori, yang diharapkan dari satu pasang gen dengan simple dominan dan resesif adalah 3/4 P- (purple) dan 1/4 pp (yellow). Dari hasil pengamatan pada persilangan diamati 10 purple dan 10 yellow diharapkan akan ada 15 purple (3/4 x 20) dan 5 yellow (1/4 x 20).

$$\begin{aligned}
 P(10P,10Y) &= \frac{20!}{10! \times 10!} \times (3/4)^{10} (1/4)^{10} \\
 &= 0,009922 \\
 &= 1\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(15P,5Y) &= \frac{20!}{15! \times 5!} \times (3/4)^{15} (1/4)^5 \\
 &= 20,2\%
 \end{aligned}$$

Artinya : kemungkinan untuk memperoleh 15 P, 5 Y adalah 20,2%, sedangkan untuk mendapatkan 10 P, 10 Y hanya 1%.

Untuk membandingkan data pengamatan dengan hasil yang diharapkan, digunakan analisis chi-square sebagai berikut :

Fenotip	Observed progeni (O)	Expected progeni (E)	(O - E)	(O - E) ² /E
Purple	10	15	-5	1,67
Yellow	10	5	5	5,00
Total	20	20	0	6,67

Dengan demikian, nilai chi-square = 6,67 dan jika dilihat pada tabel, kejadian ini kecil dari 1%. Tetapi karena sample yang diamati terlalu kecil, deviasi dapat saja terjadi secara kebetulan. Dengan alasan tersebut, dibutuhkan sample yang lebih besar. Umpamanya dikumpulkan 200 progeni dan rasio masih tetap 100 P : 100 Y. Berapa X^2 jika yang diharapkan 150 P : 150 Y ?

Fenotip	Observed progeni (O)	Expected progeni (E)	(O - E)	(O - E) ² /E
Purple	100	150	-50	16,67
Yellow	100	50	50	50,00
Total	200	200	0	66,67

Nilai X^2 nya masih terlalu besar, maka pengamatan dengan rasio 3 : 1 menjadi diragukan, dengan demikian hipotesis bahwa jagung pada persilangan ini diatur oleh satu pasang gen ditolak. Adalah mungkin bahwa perbedaan warna tersebut dapat dijelaskan dengan dua pasang gen yang bukan linkage dengan perbandingan 9P : 7Y. Jika asumsi ini dibuat, maka perhitungan X^2 menjadi sebagai berikut:

Fenotip	Observed progeni (O)	Expected progeni (E)	(O - E)	(O - E) ² /E
Purple	100	112	-12	1,29
Yellow	100	88	12	1,64
Total	200	200	0	2,93

Dengan demikian hipotesis nol bahwa warna purple dikontrol oleh dua pasang gen yang berintegrasi dengan rasio 9 : 7 untuk memproduksi 2 warna yang berbeda, purple dan yellow dapat diterima.

1. 2 KEGIATAN PRAKTIKUM

Kegiatan 1. Simulasi Binomial dan Multinomial

Tujuan Praktikum:

Untuk memberikan ketrampilan dalam menggunakan teori probabilitas dan statistik sebagai alat untuk menganalisis data yang dikumpulkan dari hasil suatu percobaan. Prosedur yang dipelajari dalam praktikum ini juga digunakan dalam percobaan genetika hewan dan tumbuhan.

Alat dan Bahan :

Dalam praktikum ini diperlukan alat-alat simulasi berupa koin dengan ukuran dan bentuk yang sama, dadu, kalkulator, dan alat tulis.

Prosedur Kerja :

Simulasi Binomial :

1. Lemparkan satu koin sebanyak 200 kali. Catat permukaan yang muncul (A atau G). Berdasarkan teori probabilitas, berapa hasil yang diharapkan dari percobaan ini? Hitung selang kepercayaan 95% untuk pemunculan A dan G dari data yang diperoleh. Gunakan analisis X^2 untuk membandingkan nilai yang diharapkan dengan yang didapat. Dari hasil analisis, apakah hipotesis dapat diterima?
2. Lemparkan sepasang koin sebanyak 200 kali. Catat permukaan yang muncul. Ada tiga kemungkinan pemunculan, AA, AG dan GG. Dengan cara perluasan binomial, hitung frekuensi yang diharapkan dari masing-masing pemunculan. Lakukan analisis X^2 untuk menguji hipotesis!
3. Ulangi pelemparan sepasang koin sebanyak 200 kali, jika yang muncul AA atau AG, catat sebagai A. Jika GG yang muncul, catat sebagai G. Dengan menggunakan cara binomial, hitung jumlah yang diharapkan dari A dan G. Dengan menggunakan X^2 bandingkan hasil pelemparan dengan hasil yang diharapkan berdasarkan perhitungan cara binomial. Apakah hipotesis dapat diterima?
4. Lemparkan 2 koin sebanyak 2 kali untuk total masing-masing sebanyak 200 kali dengan aturan sebagai berikut : Jika dua koin pertama adalah TT atau HT, catat sebagai T= Tall, jika HH catat sebagai short. Jika dua koin kedua adalah HH atau HT, catat sebagai H= Hollow, jika TT catat sebagai solid. Dengan demikian ada 4 kemungkinan yang muncul : T-H- = Tall- hollow, T-TT = Tallsolid, HHH- = short-hollow dan HHTT = short-solid. Keempat hasil ini berhubungan dengan 9

kemungkinan pelemparan. Dengan cara binomial, hitung probabilitas untuk memperoleh hasil-hasil tersebut di atas dari pelemparan koin saudara. Hitung jumlah yang diharapkan dari masing-masingnya. bandingkan dengan data yang diperoleh dengan menggunakan X^2 . Pereobaan genetik apakah yang tergambarakan dari hasil yang saudara peroleh ?.

5. Lemparkan 5 koin sebanyak 320 kali. Catat jumlah A dan G. Ada 6 kemungkinan pemunculan dari setiap kali pelemparan yaitu:5A-0G, 4A-1G, 3A-2G, 2A-3G, 1A-4G dan 0A-5G. Bandingkan hasil yang didapat dengan yang diharapkan dengan menggunakan analisis X^2 .

Simulasi Multinomial:

1. Pelemparan dadu Lemparkan sepasang dadu sebanyak 360 kali, catat setiap pemunculan. Ada 21 kemungkinan:

1.1 =	2.2 =	3.3 =	4.4 =	5.5 =	6.6 =
1.2 =	2.3 =	3.4 =	4.5 =	5.6 =	
1.3 =	2.4 =	3.5 =	4.6.=		
1.4 =	2.5 =	3.6 =			
1.5 =	2.6 =				
1.6 =					

Dengan menggunakan multinomial, hitung probabilitas yang dari maing-masing kejadian. Periksa perhitungan saudara dengan menjumlahkan probabilitas-probabilitas dari seluruh kemungkinan, totalnya harus = 1. Hitung masing-masing jumlah yang dirapkan, bandingkan dengan data yang diperoleh dengan menggunakan analisis X^2 , apakah hipotesis dapat diterima ?

2. Lemparkan 1 dadu dan 1 koin sebanyak 240 kali. Setiap pelemparan, yaitu 1A, 1G, 2A, 2G, 3A, 3G, 4A, 4G, 5A, 5G, 6A dan 6G. Hitung frekuensi yang diharapkan dari masing-masingnya dan bandingkan dengan data dengan menggunakan analisis X^2 .
3. Lemparkan 2 dadu sebanyak 180 kali, dengan ketentuan sebagai berikut : Untuk dadu yang pertama, jika hasilnya 1 atau 3, catat sebagai 1 dan jika 2, 4, 5, 6 catat sebagai 2. Untuk dadu yang kedua, jika hasilnya 3 atau 6 catat sebagai 3 dan jika 1, 2, 4, 5 catat sebagai 4. Hitung probabilitas yang diharapkan dari setiap kejadian yang muncul. Bandingkan dengan data yang diperoleh dengan menggunakan analisis X^2 .

Kegiatan 2. Penghitungan Frekuensi Gen Dalam Populasi

Tujuan Praktikum :

Untuk memberikan keterampilan dan pemahaman terhadap penentuan frekuensi gen dalam suatu populasi serta analisis statistik yang digunakan.

Alat dan Bahan :

Kaleng sebanyak 10 buah dan diberi label 1-10, kancing baju dengan dua warna berbeda, kalkulator, dan alat tulis.

Prosedur Kerja:

Masing-masing kaleng telah berisi 1000 kancing baju dengan dua warna berbeda dan dengan perbandingan jumlah untuk masing-masing warna yang juga berbeda antara kaleng yang satu dengan yang lainnya (dianalogikan sebagai suatu populasi). Lakukan pengambilan dua kancing secara acak untuk tiap kali pencuplikan yang mewakili dua gen dalam populasi dan ulangi sebanyak 500 kali secara berurutan. Pada tiap kali pencuplikan, catat warna kancing yang terambil, misalnya KK (jika kedua kancing berwarna kuning, dianggap berfenotip kuning), Kk (jika kancing yang terambil satu kuning dan satu putih, dianggap berfenotip kuning), kk (jika kedua kancing berwarna putih, dianggap berfenotip putih) selanjutnya kembalikan lagi kancing ke dalam kaleng dan goncangkan sedemikian rupa sebelum dilakukan pencuplikan berikutnya. Hitung frekuensi gen dari populasi tersebut dengan menggunakan Hukum Hardy-Weinberg dan lanjutkan dengan analisis χ^2 terhadap data yang diperoleh dalam simulasi tersebut.

II. PEMBUATAN PREPARAT KROMOSOM

2. 1. PENDAHULUAN

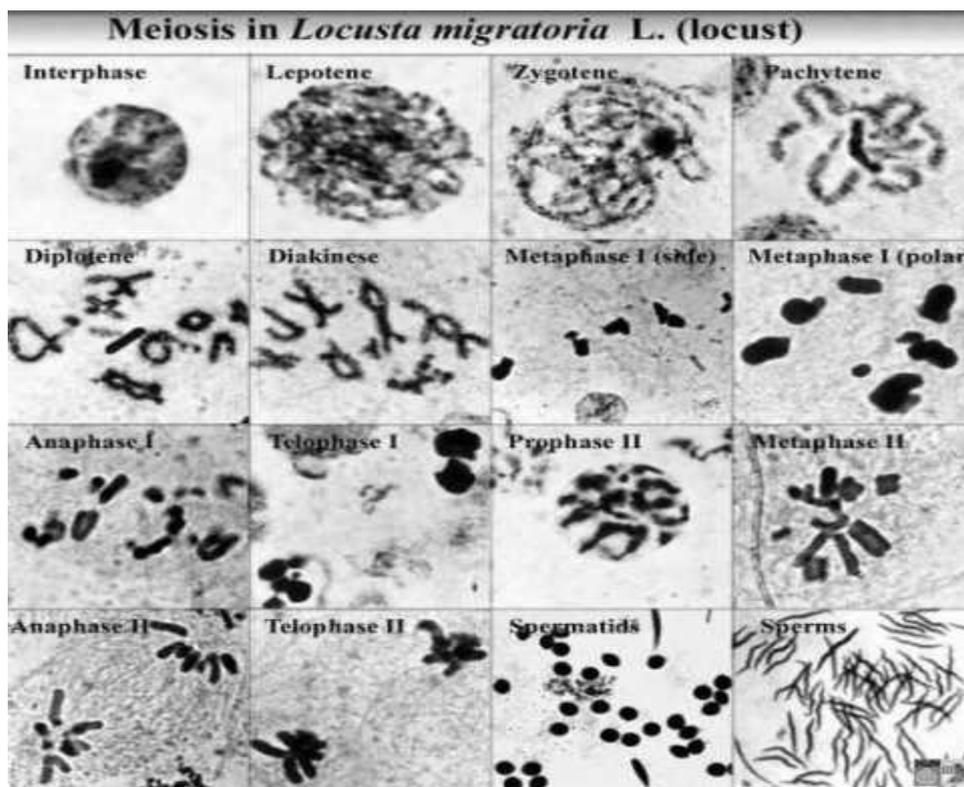
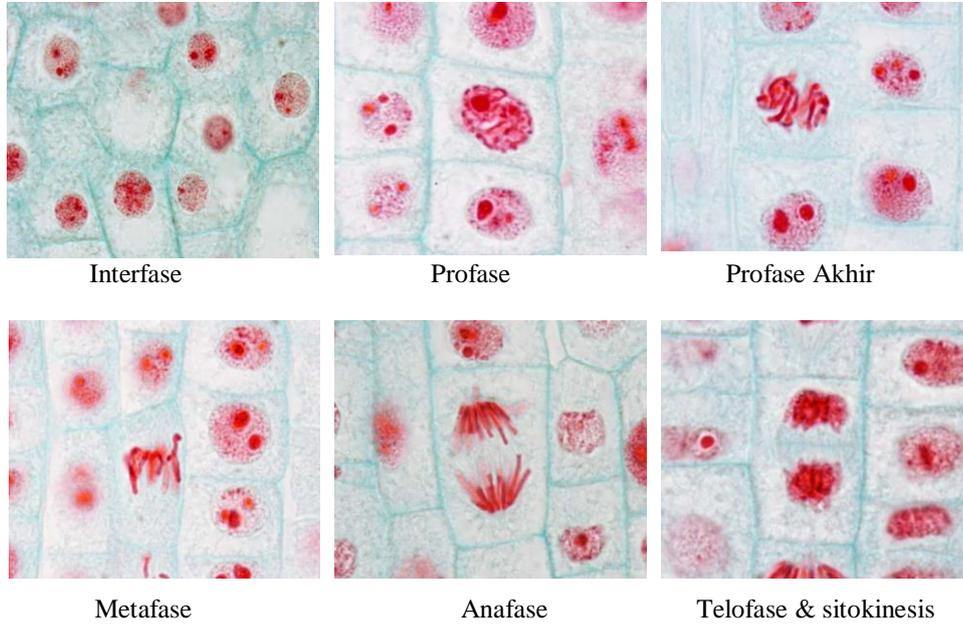
Sel sebagai unit struktural dan fungsional kehidupan terkecil akan memperlihatkan perilaku-perilaku yang spesifik sesuai dengan fungsi dan aktifitas yang sedang dialaminya. Mekanisme kerja sel dikendalikan oleh nukleus sehingga keadaan-keadaan yang diekspresikan oleh nukleus sangat penting untuk ditelaah guna mengidentifikasi mekanisme yang sedang dialami oleh sel. Di dalam nukleus terdapat substansi genetik yang sangat penting yaitu kromosom. Pada periode pembelahan sel, kromosom akan mengalami berbagai perubahan struktural.

Dua hal penting di antara proses yang dialami sel adalah proses pembelahan sel secara mitosis dan meiosis. Proses Mitosis penting untuk memperbanyak sel somatis dalam tubuh. Sedangkan meiosis untuk menghasilkan sel-sel gamet yang dibutuhkan oleh makhluk hidup yang mempunyai alat reproduksi. Pengamatan fase pembelahan sel biasanya dilakukan terhadap sampel yang sedang aktif membelah (misalnya pada meristem apeks tumbuhan). Kromosom akan dapat teramati secara jelas pada saat metafase dimana posisinya berada di tengah-tengah bidang pembelahan. Pewarnaan akan memperjelas penampilan stuktur dan posisi kromosom sehingga fase yang sedang dialaminya dapat ditentukan.

Mitosis merupakan periode pembelahan sel yang berlangsung pada jaringan meristem (titik tumbuh), seperti pada ujung akar atau pucuk tanaman dan pada sel-sel yang aktif membelah lainnya seperti sel-sel sumsum tulang dan insang. Pembelahan mitosis terjadi dalam 4 fase yaitu profase, metafase, anafase dan telofase. Sedangkan meiosis terjadi pada sel-sel gamet. Pada pembelahan meiosis ini terjadi perpasangan dari kromosom homolog serta terjadi pengurangan jumlah set kromosom pada sel anak. Pada meiosis terjadi dua kali pembelahan sel, yaitu pembelahan I (meiosis I) dan pembelahan II (meiosis II). Meiosis dikenal adanya profase I, metafase I, anafase I, telofase I, profase II, metafase II, anafase II dan telofase II. Akibat adanya dua kali

proses pembelahan sel ini maka pada pembelahan meiosis dari satu sel induk akan menghasilkan empat sel baru yang masing-masing selnya mengandung jumlah kromosom setengah dari jumlah kromosom sel induk. Gambaran umum tentang masing-masing tipe pembelahan dan beberapa tahapannya adalah sebagai berikut :

Mitosis



Gambar pembelahan sel (Mitosis pada akar bawang merah dan meiosis pada testis belalang)

Inti sel interfase pada beberapa jaringan larva diptera mengandung kromosom yang relatif lebih besar dibanding keadaan normalnya. Ukurannya bertambah dalam diameter dan panjangnya. Pada *Drosophilla melanogaster* terdapat kromosom yang disebut dengan kromosom politen (giant kromosom) yang terdiri dari satu seri pita atau *band*. Ukuran pita antara 0,5 μm - 0,05 μm . Terdapat sekitar 5000 pita pada *D. Melanogaster*. Struktur giant kromosom terbentuk karena replikasi berkali-kali dari pasangan diploid yang bersinapsis. Hasil dari replikasi ini tidak terpisah melainkan tetap berdekatan karena tidak diikuti oleh sitokinesis. Masing-masing pasangan sinapsis mengandung 2C (dua chromatid). Jumlah ini dapat mengganda hingga 9 kali lipat sehingga mencapai 1024 C.

2. 2 KEGIATAN PRAKTIKUM

Kegiatan 1. Pengamatan Mitosis Pada Akar Bawang

Tujuan Praktikum:

Untuk mengaplikasikan teknik pembuatan preparat kromosom tumbuhan, pengamatan strukturnya serta menentukan fase-fase pembelahan mitosis sel yang teramati pada akar bawang.

Alat dan Bahan:

Alat : Mikroskop histologis, kaca objek, kaca penutup, pinset, petridish, pipet tetes, pisau kecil, pensil pencacah, stereomikroskop, beaker glass, lampu spiritus.

Bahan :Akar bawang (bawang merah, bawang putih, bawang bombai), kolkisin, acetoorcein 2%, HCl 1 N, larutan carnoys, tissue gulung, dan aquadest.

Prosedur Kerja:

Akar bawang ditumbuhkan dengan menanamnya di atas wadah berair. Potong bagian ujung akar ± 2 mm dan rendam dalam kolkisin selama 2 jam. Setelah direndam dalam kolkisin, sampel difiksasi dengan carnoys minimal 15 menit lalu cuci dengan aquadest. Pisahkan bagian akar yang putih dengan bagian yang transparan dengan menggunakan

pinset. Letakkan bagian sampel akar yang putih ke kaca objek, tetesi dengan HCl 1 N kemudian panaskan diatas lampu spiritus selama \pm 10-15 detik (suhu 60°C). Tetesi sampel dengan pewarna acetoorcein dan biarkan 10-15 menit hingga warna terserap oleh jaringan. Tutup dengan kaca penutup dan cacah jaringan dengan menggunakan pensil cacah secara perlahan. Lapsi preparat dengan kertas tissue beberapa lapis dan squash (tekan) secara cermat. Amati preparat pada mikroskop dan tentukan fase mitosis sel yang ditemukan serta gambar secara lengkap.

Kegiatan 2. Pengamatan Meiosis Pada Testis Belalang (*Valanga sp.*)

Tujuan Praktikum:

Untuk mengaplikasikan teknik pembuatan preparat kromosom hewan, pengamatan strukturnya serta menentukan fase-fase pembelahan meiosis sel yang teramati pada testis belalang.

Alat dan Bahan:

Alat : Mikroskop histologis, kaca objek, kaca penutup, pinset, petridish, pipet tetes, stereomikroskop, dan alat diseksi, batang pencacah.

Bahan : Testis belalang daun (*Valanga sp.*), larutan garam fisiologis (NaCl 0.9%) acetoorcein 2%, tissue gulung, dan aquadest.

Prosedur Kerja:

Diseksi belalang jantan dibawah stereomikroskop dan ambil testisnya lalu cuci dalam larutan fisiologis hingga bersih. Letakkan preparat di atas kaca objek, tetesi dengan acetoorcein dan biarkan 10-15 menit. Tutup dengan kaca penutup kemudian cacah dengan batang pencacah secara pelan, balut preparat dengan tissue beberapa lapis kemudian disquash (ditekan) secara cermat dan kuat sehingga diperoleh preparat yang representatif. Lakukan pengamatan dengan mikroskop dan tentukan jenis fase meiosis yang teramati serta buat gambar secara lengkap.

Kegiatan 3. Pengamatan Kromosom Raksasa (Giant Chromosome) *Drosophilla melanogaster*

Tujuan Praktikum:

Menyediakan preparat dan mengamati struktur kromosom raksasa (giant kromosom) pada kelenjar ludah larva instar IV *D. melanogaster*.

Alat & Bahan:

Alat : Stereomikroskop, kaca arloji, pipet tetes, kaca penutup, pinset, jarum pentul.

Bahan : Larva instar IV *D. melanogaster*, tissue, larutan NaCl 0.9 %, dan acetoorcein.

Prosedur Kerja:

Sediakan larva *D. Melanogaster* kemudian letakkan dalam cawan petri yang telah berisi larutan NaCl 0,9 %. Bersihkan kotoran dan sisah-sisah makanan pada tubuh larva tersebut. Selanjutnya letakkan larva di atas kaca objek, dan dengan menggunakan dua pinset atau jarum pentul dibawah stereomikroskop, tarik bagian ujung kepala (bagian yang berwarna hitam) secara perlahan-lahan sehingga bagian kepala beserta kelenjar ludahnya terpisah dari bagian yang lainnya. Buang sisa-sisa potongan tubuh larva tersebut dan pisahkan kelenjar ludahnya secara perlahan. Kelenjar ludah yang telah diperoleh selanjutnya ditetesi dengan aceto-orcein dan biarkan selama \pm 10 menit. Tutup sediaan dengan kaca penutup, lakukan squash dan amati di bawah mikroskop. Perhatikan bentuk kromosom tersebut dan buat gambar secara lengkap.

III. GENETIKA HEWAN

3.1 PENDAHULUAN

Ada beberapa spesies hewan yang dapat digunakan untuk memperlihatkan prinsip-prinsip dasar genetika serta hukum-hukum hereditas. Untuk lebih mempermudah pemahaman hukum hereditas, dilakukan persilangan individu yang memiliki perbedaan karakter yang mencolok antara satu dengan yang lainnya. Dari pengamatan generasi selanjutnya, dapat diketahui mekanisme penurunan karakter. Sebagai hewan percobaan, dibutuhkan hewan yang mempunyai waktu generasi yang pendek. Salah satu diantaranya yang paling umum digunakan adalah lalat buah *D. melanogaster*. Hewan ini mempunyai beberapa sifat yang dapat dianggap memenuhi persyaratan untuk dapat digunakan sebagai hewan percobaan antara lain karena :

1. Mempunyai waktu generasi yang singkat.
2. Hewan betina dapat menghasilkan turunan yang banyak.
3. Mudah dipelihara dalam medium yang sederhana.
4. Memiliki jumlah kromosom yang sedikit.
5. Larva memiliki kromosom raksasa
6. Banyak mutan-mutan yang telah tersedia untuk dipelajari.

Hal-Hal Penting Berkaitan dengan *D. melanogaster*:

(a). Pemeliharaan kultur

Masalah-masalah teknis yang sering dijumpai dalam pemeliharaan *Drosophila* adalah kontaminasi oleh jamur, tungau dan *Drosophila* dari strain lain. Untuk mencegah kontaminasi tersebut, setiap praktikan dituntut untuk bekerja rapi dan bersih serta ikut

menjaga kebersihan laboratorium. Jangan biarkan botol kultur terbuka dengan lalat berterbangan di ruangan tempat berkerja. Kontaminasi jamur dapat dikurangi dengan sterilisasi botol-botol dan sumbatnya sebelum digunakan.

- *Penyediaan kultur* : Dalam memilih parental yang akan digunakan dalam suatu penyilangan, lalat-lalat tersebut dibius terlebih dahulu dengan ether, kemudian dalam keadaan pingsan pindahkan kedalam botol kultur. Untuk menghindari agar jangan melekat pada medium yang basah, Jetakkan lalat tersebut pada kerucut kertas yang ditempatkan di atas medium. Pembuangan sisa kultur atau kultur yang sudah tidak digunakan lagi dapat dilakukan dengan cara membunuh seluruh isi botol (merendam dengan detergent).
- *Membius lalat* : Untuk dapat melakukan pengamatan terhadap lalat, terlebih dahulu dilakukan pembiusan dengan menggunakan botol pembius yang sudah ditetesi ether. Bila lalat sudah terlihat tidak bergerak lagi di dalam botol pembius, tunggulah sampai 30 detik sebelum mengeluarkan isi botol keatas secarik kertas untuk diamati. Pembiusan yang terlalu lama dapat membunuh lalat (hal ini ditandai dengan sayap yang membentang tegak lurus pada tubuh). Lalat tersebut akan dalam keadaan terbius selama 5 - 10 menit. Jika lalat sudah bangun sebelum pengamatan selesai, dapat dibius kembali dengan menggunakan *reetherizer*. Untuk memindahkan lalat yang sudah terbius ke dalam botol kultur, buat kerucut kertas kecil, isikan lalat tersebut kedalamnya dan diletakan diatas medium. Lalat-lalat yang akan dibuang setelah dihitung dan diamati, dimasukan kedalam botol bangkai yang berisikan minyak atau air dengan detergent. Dalam pengamatan dan penghitungan, pemindahan lalat harus dilakukan dengan mempergunakan kuwas kecil untuk menyapu-nyapu.
- *Mengisolasi lalat virgin* : Untuk keperluan penyilangan antara dua strain yang berlainan digunakan lalat betina yang perawan (virgin). Karena *Drosophila* betina dapat menyimpan dan memakai sperma dari suatu inseminasi dalam jangka waktu panjang, maka betina yang tidak virgin tidak dapat lagi dipakai untuk suatu penyilangan dua strain yang berbeda. Biasanya lalat betina belum akan

melakukan perkawinan dalam waktu kurang lebih 8 jam setelah keluar dari kepompong. Untuk menjamin memperoleh lalat yang virgin, dapat dilakukan prosedur sebagai berikut : (i) Dengan pembiusan, keluarkan semua lalat dewasa (imago) dari botol kultur yang sudah banyak mengandung pupa sehingga tidak satupun lalat dewasa yang tertinggal, (ii) Setelah 8 jam keluarkan dan bius semua lalat yang baru keluar dari kepompong kemudian pilihlah yang betina.

(b). Penghitungan : Bila keturunan dari suatu persilangan akan dihitung jumlahnya, maka hal ini sebaiknya dimulai sejak hari pertama muncul imago. Penghitungan dilakukan setiap hari selama 8 hari berturut-turut. Penghitungan yang lebih dari 8 hari mungkin telah mengikut sertakan lalat dari generasi yang berikutnya, dan penghitungan kurang dari 8 hari mungkin belum mengikut sertakan semua mutan atau sex yang pertumbuhannya mengalami keterlambatan. Pindahkan lalat yang telah dibius keatas secarik kertas, kemudian dengan fenotip dan seks.

(c). Pengamatan lalat : Standar untuk membandingkan persamaan atau perbedaannya ialah dengan menggunakan stok lalat normal yang setelah beberapa generasi tidak memperlihatkan perubahan fenotip. Dengan dari menggunakan mikroskop binokuler perhatikan hal-hal berikut dalam pengamatan lalat:

- Seks: Betina mempunyai ukuran tubuh yang sedikit lebih besar abdomen pada bagian posterior berakhir lancip dan bergaris-garis hitam pada bagian dorsalnya sampai ke ujung. Ukuran tubuh yang jantan lebih kecil, abdomen hitam. Segmen tarsal pertama dari kaki depan mempunyai bagian yang bersikat, yang disebut "sex comb".
- Mata majemuk: perhatikan warna, bentuk dan ukuran dari mata.
- Ocelli: 3 omatida tunggal pada bagian atas kepala, perhatikan warna dan susunannya.
- Antenna: perhatikan bentuk, cabang-cabang pada arista.
- Kepala dan Bristel thorax: perhatikan perbedaan ukuran antara rambut sikat (bristle) yang besar (microchaetae) dan rambut sikat (microchaerae). Bristel ini berfungsi sebagai organ indera dan diturunkan dengan pola tertentu. Perhatikan warna, bentuk dan ukuran.

- Sayap: perhatikan bentuk, panjang, warna, posisi pada waktu istirahat. Amati posisi vena longitudinal dan vena melintang. Perhatikan warna dan bentuk dari halter.
- Tubuh : perhatikan bentuk dan ukuran, warna dasar dari thorax (kuning) dan pola garis hitam pada segmen abdominal.
- Genitalia : perbedaan antara genitalia jantan dan betina tampak cukup jelas (lihat gambar). Perhatikan adanya lengkung-lengkung genital pada jantan dan keping vaginal serta keping anal pada betina.

Siklus Hidup *D. melanogaster*

Pada hari kedua setelah keluar dari pupa, *Drosophila* betina mulai bertelur, yang jumlahnya kurang lebih 50-75 perhari dengan jumlah maksimal dapat mencapai 400 sampai 500 dalam 10 hari. Telur berbentuk lonjong, panjang kira-kira 0,5 cm. Pada ujung anterior terdapat dua tangkai kecil seperti sendok (lihat gambar) Pertumbuhan dimulai segera setelah fertilisasi dibagi dua tahap, yaitu :

- Periode embrionik didalam telur, mulai saat fertilisasi hingga menetas
- Perioda post embrionik yang dibagi dalam 3 stadia ; larva, pupa, dan imago.

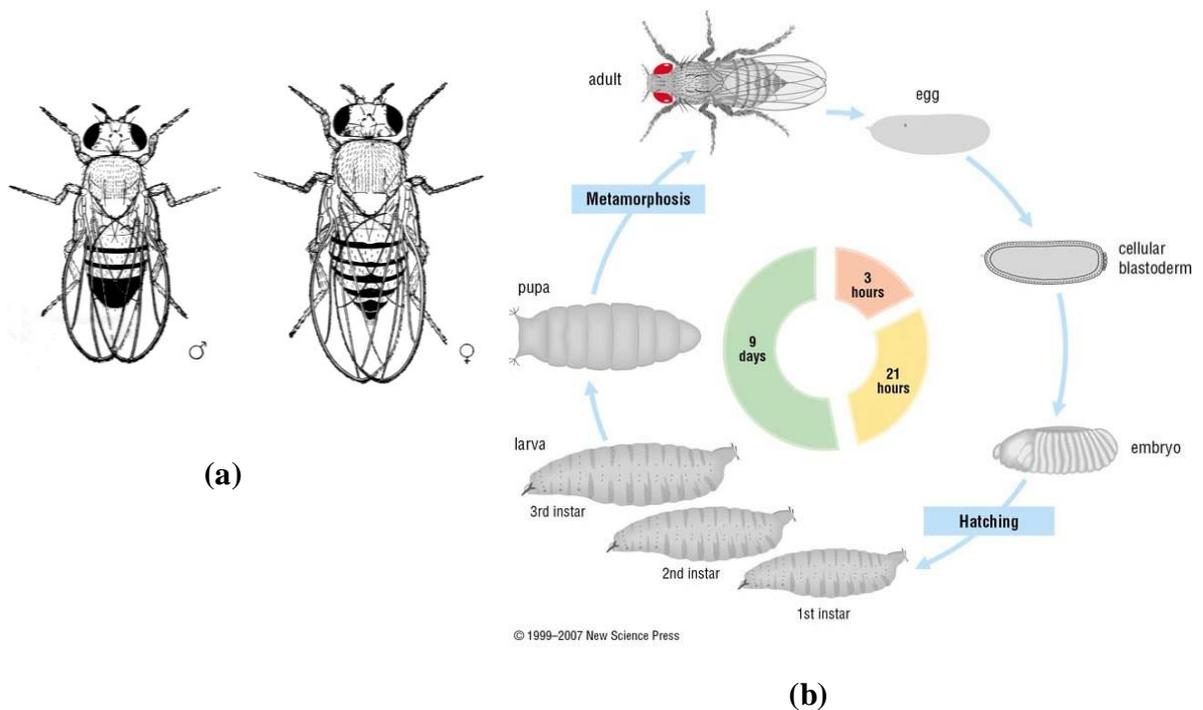
Berikut ini adalah kronologis dari pertumbuhan *D. melanogaster* pada suhu 25°C.

Jam	Hari (+/-)	S t a d i u m
00	0	telur diletakan
0 – 22	0 - 1	embrio
22	1	menetas (instar 1)
47	2	pergantian kulit I (molting) (instar 2)
70	3	pergantian kulit II (instar 3)
118	3	pembentukan puparium
122	5	pergantian kulit prepupa (instar)
130	5 1/2	pupa : penampakan kepala, sayap dan kaki
167	7	pigmentasi mata
214	9	imago keluar dari puparium dengan sayap terlipat
215	9	sayap merentang sampai bentuk dewasa

Lamanya pertumbuhan ini bervariasi dengan temperatur. Kondisi yang terus menerus diatas 30⁰ C dapat menyebabkan sterilnya lalat.

Beberapa tipe mutan *D. melanogaster* yang biasa digunakan dalam persilangan:

- Ebony (mata hitam, e) : resesif
- Dumpy (sayap pendek, dp) : resesif
- Cubitus (vena sayap terputus, ci) : resesif
- Curved (sayap melengkung, cu) : resesif
- Taxi (sayap merentang, tx) : resesif
- Bar (mata sempit atau kecil, B) : dominan
- Sepia (mata coklat, Se) : Dominan
- White (mata putih, w): resesif sex linked



Gambar (a) morfologi *D.melanogaster* jantan dan betina, dan (b) Siklus hidup

3. 2 KEGIATAN PRAKTIKUM

Kegiatan 1. Pengamatan siklus hidup *D. melanogaster*

Tujuan Praktikum :

Untuk mengenal dan mengidentifikasi secara cermat siklus hidup *D. melanogaster* serta membandingkannya dengan spesies *Drosophila* lainnya.

Alat dan Bahan :

Alat : Botol kultur dengan sumbat gabus, kuas kecil, alat tulis, botol etherizer.

Bahan : medium kultur, kertas merang, kertas label, ether, lalat buah *Drosophila* spp.

Prosedur Kerja :

Drosophila yang akan diamati ditangkap di daerah tempat tinggal praktikan. Letakan botol kultur yang berisikan makanan pengumpan ditempat yang banyak makanannya, seperti ruang makan, dapur atau tempat sampah. Setelah terlihat adanya beberapa lalat yang terjebak, tutup botol tersebut dan catat tanggal dan jam penangkapan tersebut. Amati dan catat waktu dan tanggal munculnya telur, larva, pupa dan imago Bandingkan dengan siklus hidup *D. melanogaster* pada suhu 25⁰ C.

Kegiatan 2. Persilangan monohybrid

Tujuan Praktikum :

Untuk melatih kemampuan dalam menyilangkan individu-individu dengan satu sifat beda (monohybrid) dan menganalisis turunan hasil persilangan sesuai dengan konsep genetik.

Alat dan Bahan :

Alat : Botol kultur, sumbat gabus, kuas, botol etherizer, reetherizer, spidol permanen, binokuler, alat tulis

Bahan : *D. melanogaster*, ether, medium kultur, kertas merang

Prosedur Kerja :

- Gen resesif : Buat persilangan antara jantan mutan resesif dengan betina normal. Jika F1 muncul, lakukan persilangan di antaranya untuk memperoleh F2. Amati dan catat apa yang tampak pada F1. Amati dan hitung lalat yang ada pada F2.
- Gen dominan : Buat persilangan antara jantan mutan dominan dengan betina normal. Lanjutkan persilangan ini untuk memperoleh F2. Amati dan catat apa yang teramati pada F1. Amati dan hitung lalat yang ada pada F2.
- Buat skema persilangan dan analisis X².

Kegiatan 2. Persilangan dihibrid

Tujuan Praktikum :

Untuk melatih kemampuan dalam menyilangkan individu-individu dengan dua sifat beda (dihybrid) dan menganalisis turunan hasil persilangan sesuai dengan konsep genetik.

Alat dan Bahan :

Sama dengan kegiatan 1

Prosedur Kerja :

Buat persilangan antara dua mutan yang berbeda (misal mutan untuk sayap dan mutan untuk mata). Jika F1 muncul, lanjutkan persilangan untuk memperoleh F2. Lakukan pengamatan dan penghitungan seperti pada Kegiatan 1.

Kegiatan 3. Analisa dua titik linkage

Tujuan Praktikum :

Untuk melatih kemampuan dalam mengidentifikasi dan menganalisis hasil persilangan yang melibatkan individu mutan ganda serta menentukan jarak antar gen berdasarkan hasil persilangan.

Alat dan bahan:

Sama dengan Kegiatan 1.

Prosedur Kerja :

Lakukan persilangan antara betina mutan ganda dengan jantan normal. Amati sex dan fenotip progeni F1. Lakukan persilangan betina F1 dengan jantan mutan ganda (classic backcross). Tentukan sex dan fenotip dari tiap lalat dan catat jumlahnya. Dari data ini, tentukan jarak antara ke dua gen mutan.

IV. GENETIKA TUMBUHAN

4. 1 PENDAHULUAN

Pada umumnya setiap gen memiliki fungsi spesifik untuk menimbulkan suatu karakter tertentu tetapi ada beberapa gen yang saling berinteraksi atau dipengaruhi oleh gen lain untuk menimbulkan suatu karakter. Gen-gen tersebut mungkin terdapat pada kromosom yang sama atau pada kromosom yang berbeda. Interaksi gen-gen tersebut akan menimbulkan penyimpangan keturunan dihibrid dari ketentuan Mendel atau disebut juga sebagai bentuk penyimpangan Hukum Mendel.

Berdasarkan hasil percobaan Mendel, persilangan dihibrid akan menghasilkan empat macam fenotip pada F₂ dengan rasio fenotip 9 : 3 : 3 : 1. Rasio ini akan bersifat konstan jika tidak ada interaksi gen. Namun jika terdapat interaksi gen-gen yang mempengaruhi suatu karakter, maka rasio tersebut akan mengalami penyimpangan. Salah satu bentuk interaksi gen adalah epistasis dan hipostasis. Kejadian yang disebut epistasis adalah suatu bentuk interaksi antara dua gen yang berlainan alel dimana satu gen menutupi ekspresi dari gen lainnya. Sedangkan hipostasis merupakan gen yang ditutupi ekspresinya oleh gen lain yang bukan alelnya. Bentuk-bentuk epistasis meliputi epistasis dominan, epistasis resesif, epistasis dominan dan resesif, epistasis dominan duplikat, dan adanya gen-gen rangkap atau gen dominan yang mempunyai pengaruh kumulatif. Beberapa rasio fenotip yang mencirikan adanya interaksi gen diantaranya adalah 9 : 3 : 4, 9 : 7, 12 : 3 : 1, 9 : 6 : 1, 15 : 1 dan lain-lain sesuai dengan tipe atau pola interaksi gen yang terlibat.

Prinsip-prinsip dasar ilmu genetika berlaku sama pada tumbuhan dan hewan. Prinsip-prinsip ini dapat digambarkan dengan mudah pada tumbuhan walaupun untuk sebagian tumbuhan termasuk tanaman yang mempunyai nilai ekonomi seperti jagung dan padi membutuhkan waktu lebih dari 9 bulan untuk satu generasi. Sehubungan dengan keterbatasan waktu, maka percobaan tersebut hanya dilakukan dalam bentuk simulasi dengan kancing baju yang dianalogikan sebagai hasil turunan kedua (F₂) dari jenis persilangan monohibrid dan dihibrid dengan berbagai rasio fenotip.

4. 2 KEGIATAN PRAKTIKUM

Tujuan Praktikum :

Untuk melatih kemampuan dalam mengidentifikasi dan menganalisis bentuk-bentuk penyimpangan Hukum Mendel sebagai konsekuensi dari interaksi gen dan menentukan genotip dan fenotip tetuanya.

Alat dan Bahan :

Botol berisi kancing baju, kalkulator, alat tulis

Prosedur Kerja :

Ada delapan seri botol kancing baju (berlabel A- G dengan 3 botol per masing-masing seri) yang berisi kancing baju dengan proporsi warna yang berbeda-beda. Lakukan penghitungan secara cermat terhadap proporsi warna kancing baju yang ada di dalam masing-masing botol tersebut dan catat hasilnya. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, tentukan rasio yang mendekati terhadap proporsi warna kancing yang ditemukan pada masing-masing seri botol, dan tentukan pula tipe interaksi gennya. Anggaplah bahwa warna kancing mewakili fenotip individu hasil turunan, dan selanjutnya lakukan uji X^2 terhadap data yang diperoleh serta buat skema persilangan dari parental hingga F₂ secara lengkap.

V. GENETIKA MANUSIA

5.1 PENDAHULUAN

Genetika manusia merupakan hal yang menarik untuk dikaji karena berhubungan dengan manusia secara langsung, namun tidak mungkin dilakukan eksperimen seperti hewan dan tumbuhan. Hingga saat ini, paling tidak sudah diketahui dua ratus sifat-sifat genetika yang bersifat resesif maupun dominan. Sebagian besar sifat-sifat tersebut mempengaruhi sifat fisik. Beberapa diantara sifat fisik tersebut dapat dengan mudah diamati antara lain sidik jari, golongan darah serta beberapa karakter seperti kemampuan lidah menggulung dan melipat, telinga yang lepas, ujung jempol yang bisa di bengkokkan, bentuk kening kepala, pusar kepala dan indeks jari telunjuk dengan jari manis.

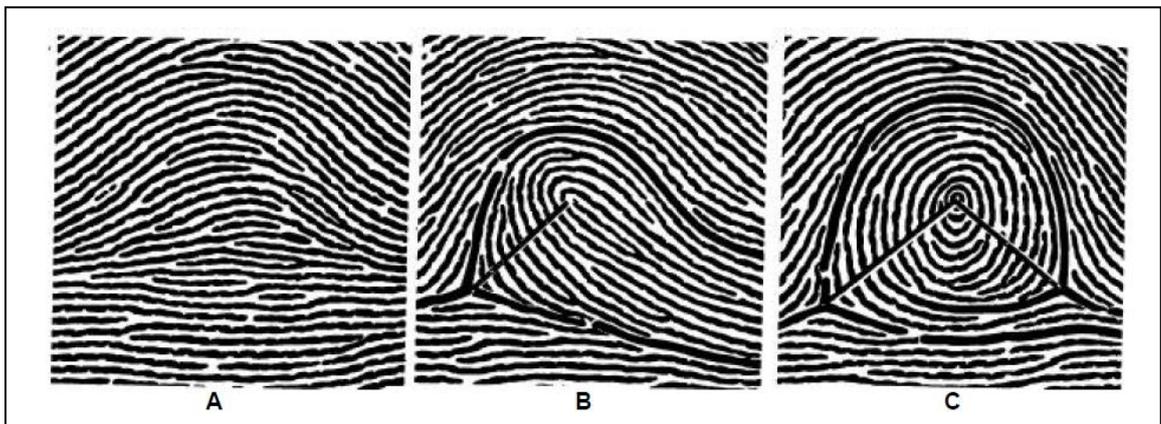
(1). Pola Sidik Jari

Pola sidik jari merupakan salah satu fenotip yang diatur secara genetik dan dibentuk pada awal perkembangan embrio berumur kira-kira 18 minggu kehamilan. Bentuk dan karakteristiknya akan tetap dan tidak dipengaruhi oleh lingkungan sejak lahir sampai orang tersebut meninggal. Dalam mempelajari pola sidik jari tersebut ada tiga karakteristik utama yang perlu diperhatikan yaitu pola tipe sidik jari, jumlah semua triradius dan jumlah sulur total, sedangkan untuk membandingkan antar populasi dapat dilakukan dengan membandingkan indeks tipe pola dan indeks intensitas pola. Pola tipe sidik jari dapat dikelompokkan menjadi tipe whorl, loop ulna, loop radial dan arch.



- A. Wholr B. Loop ulnar C. Loop radial D. Arch

Pembagian keempat keempat tipe pola tersebut didasarkan ada tidaknya dan jumlah triradius. Triradius merupakan titik pertemuan antara tiga sulur yang membatasi daerah pola. Titik radius digunakan sebagai dasar untuk menghitung jumlah sulur total dengan membuat garis lurus ke pusat tipe pola loop dan wholr. Pada tipe wholr dihitung jarak yang paling jauh.

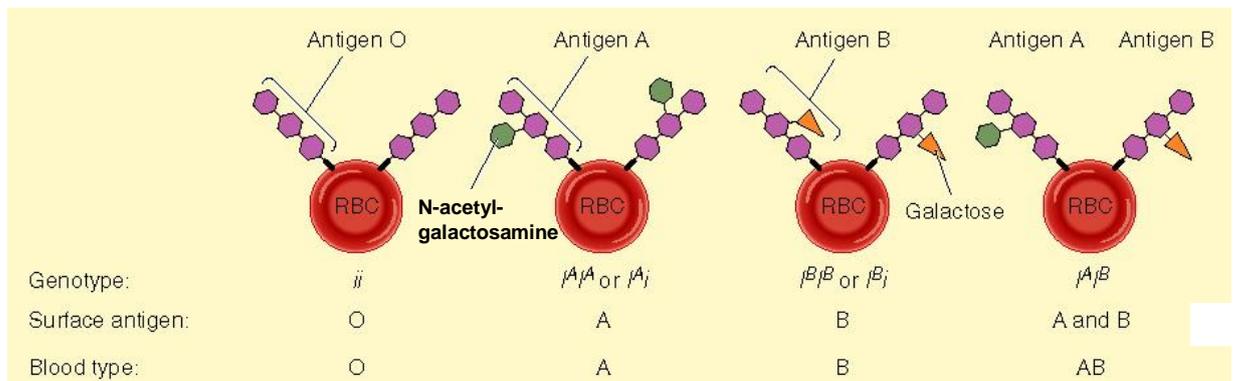


Pola sidik jari sudah diaplikasikan dalam berbagai ilmu seperti forensik untuk mengidentifikasi pelaku kriminal atau korbannya, antropologi untuk menentukan jarak genetik anatar etnik atau ras, kedokteran untuk mendiagnosa penyakit-penyakit tertentu, psikologi untuk melihat kecenderug sifat-sifat tertentu dan genetik untuk diagnosa kelainan kromosom dan penurunan sifat-sifat tertentu.

Frekuensi tipe pola sidik jari akan berbeda pada satu bangsa dan ras yang berbeda. Pada masyarakat Eropa ditemukan tipe arch 0-9%, loop 63-78%, whorl 20-42%. Pada berbagai suku bangsa di Hawaii memperlihatkan bahwa frekuensi ras Kausasoid mempunyai frekuensi loop ganda dan whorl yang rendah dengan frekuensi loop dan arch yang tinggi, sedangkan pada ras Hawaii, terjadi hal sebaliknya. Jumlah sulur sidik jari akan meningkat dari arah Barat ke Timur belahan bumi.

(2). Golongan Darah ABO

Golongan darah sistem ABO didasarkan pada ada tidaknya antigen pada permukaan sel darah merah. Golongan darah A mempunyai antigen A pada permukaan sel darah merah dan dalam serum terdapat antibodi β , golongan darah B pada permukaan sel darah merah terdapat antigen B dan dalam serum terdapat antibodi α , golongan darah AB pada permukaan sel darah merah terdapat antigen A dan B dan antibodi α dan β tidak terdapat dalam serum, sedangkan golongan darah O tidak mempunyai antigen A dan B pada permukaan sel darah merah dan serumnya mengandung antibodi α dan β .



umumnya pada ras dan suku bangsa frekuensi golongan darah O lebih tinggi dan AB lebih rendah dari golongan darah A dan B. Ras Kaukagus yaitu kulit putih di Eropa dari Skandavia sampai ke Eropa Selatan dan Utara frekuensi gen I^A 0.24, I^B 0.06 dan i 0,7, untuk ras Afrika kulit hitam I^A 0.19, I^B 0.16 dan i 0,65 dan untuk ras Asia Mongoloid frekuensi I^A 0.27, I^B 0.17 dan i 0,56.

(3). Sifat-sifat yang umum pada manusia

Ada beberapa sifat pada manusia yang dapat dipakai untuk melihat variasi genetik serta frekuensi alel dalam populasi. Beberapa sifat tersebut ada yang dominan dan resesif yang diperlihatkan pada tabel berikut:

No.	Sifat	Dominan	Resesif
1	Lidah bisa melipat	Tidak bisa melipat	Bisa melipat
2	Lidah bisa menggulung	Bisa menggulung	Tidak bisa menggulung
3	Pelekatan telinga	Lepas	Lengket
4	Ibu jari	Bisa ditekukkan	Tidak bisa ditekukkan
5	Bentuk kening kepala	Widow peak	Lurus
6	Lesung pipit	Ada lesung pipit	Tidak ada
7	Pusar kepala	Searah jarum jam	Berlawanan arah jarum jam
8	Rambut pada ruas jari tangan	Ada rambut	Tidak ada rambut
9	Rambut	Lurus	Keriting

Kemampuan lidah untuk melipat ditentukan oleh sepasang gen homozigot resesif sedangkan kemampuan untuk menggulungkan lidah ditentukan oleh gen dominan. Pada masyarakat Cina ditemukan frekwensi gen untuk lidah menggulung (A) 0,39 dan yang tidak dapat menggulung (a) 0,61, sedangkan frekuensi gen untuk lidah melipat (b) 0,23 dan tidak dapat melipat (B) 0,77. Kemampuan melipat dan menggulung lidah tersebut diatur oleh otot intrinsik lidah dan panjang serat otot tersebut.

5. 2 KEGIATAN PRAKTIKUM

Kegiatan 1. Pola sidik jari

Tujuan Praktikum :

Untuk mengenal dan mengidentifikasi pola-pola sidik jari serta penghitungan jumlah sulur pada populasi manusia.

Alat dan Bahan :

Alat : Kaca perata, kaca pembesar

Bahan : Tinta stensil, kapas, alkohol 96 %, kartu rekaman sidik jari

Prosedur Kerja :

- a. Pencatatan data sampel pada kartu rekaman sidik jari meliputi jenis kelamin, suku, umur dan tanggal perekaman
- b. Pemberian tinta pada lempengan kaca: Tinta diratakan pada lempengan kaca, kemudian diratakan dengan penggaris, sehingga didapatkan lapisan tipis.
- c. Perekaman sidik jari : Satu per satu ujung jari sampel ditekan dan digulingkan pada lempengan kaca. Kemudian pindahkan jari tersebut ke kartu rekaman sidik jari sampai ke sepuluh jari.
- d. Lakukan analisis data populasi yang diperoleh dengan uji X^2

Kegiatan 2. Golongan darah sistem ABO

Tujuan Praktikum :

Untuk melatih keterampilan dalam mengumpulkan data populasi berupa golongan darah dan menentukan frekuensi alel dalam populasi serta menganalisisnya secara genetik.

Alat dan Bahan :

Alat : Blood lancet, kaca objek, test card, batang pengaduk

Bahan : Anti serum A, anti serum B, alkohol 96 %, kapas, dan kertas tissue.

Prosedur Kerja :

- a. Sterilkan jarum atau blood lancet dengan membakar pada lampu bunsen dan dinginkan dengan air steril
- b. Bersihkan tangan sampel dengan alkohol 96 % dan keringkan dengan kapas.
- c. Tekan jari manis kiri, kemudian tusukan jarum lancet atau jarum pengetes.
- d. Teteskan darah yang keluar sebanyak tiga tetes pada anti serum A dan B
- e. Amati reaksi yang timbul seperti tabel.
- f. Lakukan penghitungan frekuensi alel dengan Hukum Hardy-Wenberg

Anti serum A	Anti serum B	Golongan darah	Genotip
+	+	AB	$I^A I^B$
+	-	A	$I^A I^A$ atau $I^A I^o$
-	+	B	$I^B I^B$ atau $I^B I^o$
-	-	O	I^o

(+) = menggumpal (-) = tidak menggumpal

Kegiatan 3. Karakter-karakter fisik manusia dan pewarisannya

Tujuan Praktikum :

Untuk mengidentifikasi berbagai karakter fisik manusia dan sifat pewarisannya dan menganalisisnya secara statistik sesuai konsep genetika.

Alat dan Bahan :

Tabel karakter manusia, alat tulis.

Prosedur Kerja :

Karakter fisik pada populasi manusia dicatat secara langsung dengan mengamati fenotip yang ada sesuai dengan tabel kerja. Data populasi kemudian ditabulasi dan dilakukan penghitungan frekuensi alel sesuai Hukum Hardy-Weinberg. berikut :

No.	Sifat
1	Lidah bisa melipat
2	Lidah bisa menggulung

3	Pelekatan telinga
4	Ibu jari
5	Bentuk kening kepala
6	Lesung pipit
7	Pusar kepala
8	Rambut pada ruas jari tangan
9	Rambut

VI. GENETIKA POPULASI

6. 1 PENDAHULUAN

Gen-gen mutan adalah bahan dasar untuk terjadinya proses evolusi. Tanpa adanya variabilitas genetik maka evolusi tidak dapat terjadi. Spesies yang tidak bervariasi akan segera mengalami kepunahan jika terdedahkan pada tekanan lingkungan karena tidak mampu melakukan adaptasi terhadap lingkungan yang baru tersebut.

Untuk memahami bagaimana perubahan genetik berlangsung dalam suatu populasi organisme yang melakukan perkawinan secara acak, sudah dikembangkan beberapa persamaan matematika. Salah satu model matematika yang digunakan adalah **Teorema Hardy-Weinberg**

6. 2 KEGIATAN PRAKTIKUM

Tujuan Praktikum :

Untuk membandingkan model matematika yang ada pada teori dengan yang ada pada populasi sebenarnya. Salah satu model matematika yang digunakan adalah **Teorema Hardy-Weinberg**

Alat dan Bahan :

Gunakan data-data dari hasil percobaan sebelumnya ditambah dengan data pengamatan pada *Achatina fulica*, *Epilachna* sp dan *Poecilia reticulata*

Prosedur Kerja :

DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, B., A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, and P. Walter. 2002. *Mitosis. Molecular Biology of the Cell*. Garland Science : New York.
- Freeman, S. 2002. *Cell Division, Biological Science*. Upper Saddle River Prentice Hall : New Jersey., pp. 155-174.
- Gales, J. S. 1980. *Tertiary Level Biology. Population Genetics*. Jhon Wiley and Sons, Inc. New York.
- Gardner, E. J. 1991. *Principles of Genetics*. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Iskandar, D.T. 1987. *Petunjuk Praktikum Genetika*. Pusat Antar Universitas. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Lewis, R. 2001. *Human Genetic Concepts and Application*. University of el Albony. New York.
- Lloyd, C., J. Chan. 2006. Not so Divided: the Common Basis of Plant and Animal Cell Division. *Nat Rev Mol Cell Biol*. 7 (2): 147-52. .
- Stricberger, M. W. 1985. *Genetics Third Edition*. Macmilan Publishing Company. New York.