

**SURAT TUGAS**

Nomor : 009/ST/F-01.4/UAI/II/2015

Yang bertanda tangan dibawah ini Ketua Program Studi Biologi, Universitas Al Azhar Indonesia (UAI) memberikan tugas kepada :

No.	Nama	Jabatan
1	<b>Dr.rer.nat Yunus Effendi</b>	<b>Dosen Tetap Program Studi Biologi</b>

Untuk membuat Modul Praktikum Genetika di Universitas Al Azhar Indonesia, Jakarta, pada Semester Ganjil T.A 2014-2015.

Demikian surat tugas ini untuk dilaksanakan sebagai amanah dan ibadah kepada Allah swt., berlaku surut sejak awal Semester Ganjil T.A 2014-2015.

Jakarta, 25 Februari 2015  
Ketua Program Studi Biologi



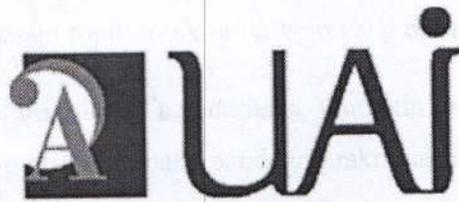
**Dr. Nita Noriko, M.S**

*Tembusan :*

1. Arsip

PETUNJUK PRAKTIKUM  
MATA KULIAH GENETIKA

*Kalawan  
Tim  
lab Bulek  
insider*      *750 ?*



Universitas Al Azhar Indonesia

Disusun Oleh

Dr. rer.nat. Yunus Effendi, M.Sc

JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS AL AZHAR INDONESIA  
SEPTEMBER 2014

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala kemudahan yang telah diberikan sehingga petunjuk praktikum sederhana mata kuliah Genetika ini dapat disajikan. Buku petunjuk praktikum Genetika ini adalah uraian panduan sederhana (*Instant Note*) praktikum bagi mahasiswa yang sedang mengambil mata kuliah Genetika sebagai salah satu pelengkap teori di kelas. Panduan berupa catatan dan petunjuk singkat tentang beberapa topik genetika diharapkan dapat digunakan oleh mahasiswa sebagai acuan awal untuk melakukan praktik kerja laboratorium dengan topik genetika dasar. *Drosophila melanogaster* digunakan sebagai obyek utama dalam topik-topik praktikum yang ditulis dalam petunjuk praktikum ini.

Panduan ini dibuat sesederhana mungkin dengan asumsi bahwa topik dan teknik praktikum yang disajikan pada panduan praktikum ini akan selalu diperbarui pada tiap tahun ajaran. Topik-topik yang dibahas meliputi topik dasar dalam ilmu Genetika, seperti: reproduksi sel, kromosom raksasa, siklus hidup *Drosophila*, pengenalan mutan-mutan *Drosophila*, persilangan monohibrida dan dihibrida serta rasio kelamin. Adapun topik-topik genetika dasar lainnya seperti pindah silang, non-disjunction (gagal berpisah), identifikasi *Drosophila* varian lokal, efek temperatur pada penentuan jenis kelamin, efek suhu pada siklus hidup *Drosophila* dan lain sebagainya akan dikembangkan pada tahun ajaran berikutnya.

Sebagai akhir kata, disertai dengan banyak harapan baik, semoga panduan praktikum Genetika yang sederhana ini dapat membantu mahasiswa khususnya yang sedang menempuh mata kuliah genetika guna memahami materi dan konsep-konsep genetika dasar.

Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR		i
DAFTAR ISI		ii
TOPIK I	REPRODUKSI SEL	1
TOPIK II	KROMOSOM RAKSASA	4
TOPIK III	SIKLUS HIDUP <i>Drosophila melanogaster</i>	7
TOPIK IV	PENGENALAN MUTAN-MUTAN <i>D. Melanogaster</i>	12
TOPIK V	MONOHIBRIDISASI	16
TOPIK VI	DIHIBRIDISASI	20
TOPIK VII	RASIO KELAMIN	24
DAFTAR PUSAKA		27

## TOPIK I

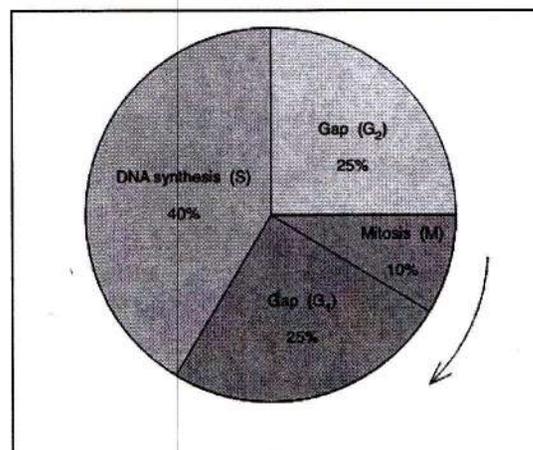
### Reproduksi Sel: Mitosis

#### 1.1 Teori Dasar

Reproduksi sel dilakukan dengan melalui serangkaian peristiwa yang melibatkan duplikasi isi dari sel dan pembelahan dari sel tersebut. Peristiwa tersebut terjadi dalam bentuk siklus yang disebut dengan siklus sel. Siklus sel meliputi empat fase yakni fase Mitosis dan interfase.

Interfase terbagi menjadi 3 fase yakni fase Gap 1 (G<sub>1</sub>), fase Sintesis (S) dan fase Gap 2 (G<sub>2</sub>). Mitosis sendiri terbagi menjadi Profase, Metafase, Anafase, dan telofase. Tiap fase mitosis memiliki karakteristik yang berbeda dan unik. Demikian juga perilaku kromosom tiap fase tersebut memperlihatkan karakteristik yang berbeda.

Interfase merupakan fase persiapan bagi sel untuk mempersiapkan semua materi yang akan dipergunakan untuk memasuki fase mitosis. Pada fase ini umumnya sel terlihat memiliki ukuran yang lebih besar dari sel yang berada pada fase mitosis. Sekitar 90% masa dalam siklus sel difokuskan dalam fase interfase (Gambar 1). Interfase sangat banyak menyita waktu dan energi sel, sebagai contoh pada sel mamalia, interfase terjadi lebih kurang selama 9 jam, sedangkan mitosis hanya selama 1 jam (Gardner et al., 1991).



Gambar 1. Siklus sel (Tamarin, 2001)

Pada saat sel berada dalam fase interfase, sel melakukan berbagai macam aktivitas penting bagi keberlangsungan hidup sel. Ekspresi gen-gen yang terdiri dari transkripsi dan translasi serta replikasi DNA terjadi pada fase interfase. Namun meskipun fase interfase cukup mendominasi siklus hidup sel, fase ini jarang menjadi obyek pengamatan secara sitologi dalam proses siklus sel. Penyebabnya adalah kromosom tidak dapat diamati secara jelas pada fase ini. Pada fase interfase, kromosom dalam kondisi terurai secara sempurna dan terpisah dengan protein-protein struktural yang umumnya berikatan dengan dengan benang DNA (protein histon dan protein scaffold).

Fase mitosis yagn tersusun dari beberapa fase tersebut, secara jelas dapat diamati dengan menggunakan teknik sitologi khususnya dengan mengamati perilaku kromosom yang sangat spesifik untuk tiap fase dalam fase mitosis. Dengan menggunakan teknik pewarnaan kromosom sederhana, masing-masing fase dalam mitosis dapat diidentifikasi dengan tepat.

### 1.2. Tujuan

Dari percobaan ini mahasiswa diharapkan dapat:

1. Menyebutkan karakteristik fase-fase dalam siklus sel
2. Menyebutkan karakteristik perilaku kromosom pada tiap fase dalam siklus sel
3. Menjelaskan bahwa pewarisan sifat menurun berlangsung melalui reproduksi sel

### 1.3. Alat dan Bahan

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| • Gunting                | Mikroskop cahaya                                       |
| • Silet, berkarat        | Sediaan ujung akar <i>Alium cepa</i>                   |
| • Kaca benda dan penutup | Larutan fiksatif (EtOH:Chloroform:As.glasial<br>6:3:1) |
| • Beaker galss           | Larutan acetocarmin                                    |
| • Erlenmeyer 100 cc      | Korek api  |
| • Lampu spiritus         | Spiritus   |
| • Gelas Arloji           |  |

#### 1.4. Cara kerja

1. Buat sediaan preparat akar dengan cara memotong ujung akar *Alium cepa* pada jam tertentu yang sudah ditentukan sepanjang kurang lebih 0.5 cm. Sebelumnya, hilangkan dulu bagian tudung akar. Rendam potongan ujung akar tersebut pada larutan fiksatif selama kurang lebih 30 menit. Kemudian rendam potongan akar pada larutan pewarna acetocarmin selama kurang lebih 1 jam. Tambahkan pula karat dari silet berkarat yang sudah ada dan kemudian panaskan di atas lampu spiritus.
2. Potong kurang lebih 0,25 cm akar yang sudah diwarnai dan letakkan pada kaca benda. Tutup dengan kaca penutup kemudian pencet dengan menggunakan ibu jari secara merata. Lakukan dengan hati-hati jangan sampai kaca penutup menjadi pecah.
3. Lakukan pengamatan pada mikroskop untuk menemukan fase-fase dalam siklus sel. Usahakan untuk menemukan fase-fase tersebut secara lengkap. Catat dan amati pada jam keberapa fase tertentu mendominasi .
4. Amati karakter tiap fase yang dijumpai dan gambarkan
5. Amati juga karakter kromosom pada fase-fase tersebut dan gambarkan

#### 1.5. Evaluasi

1. Sejak fase mana dalam siklus sel mulai berlangsung reproduksi sel?
2. Kejadian apa dalam siklus sel yang memungkinkan terjadinya pewarisan sifat menurun?
3. Apa sebab kedua sel anak secara teoritis mewarisi sifat yang sama dengan sifat induk?
4. Susunlah laporan yang dilengkapi dengan gambar-gambar yang memperlihatkan karakteristik tiap fase, lengkap dengan karakteristik perilaku kromosom pada tiap fase yang bersangkutan!

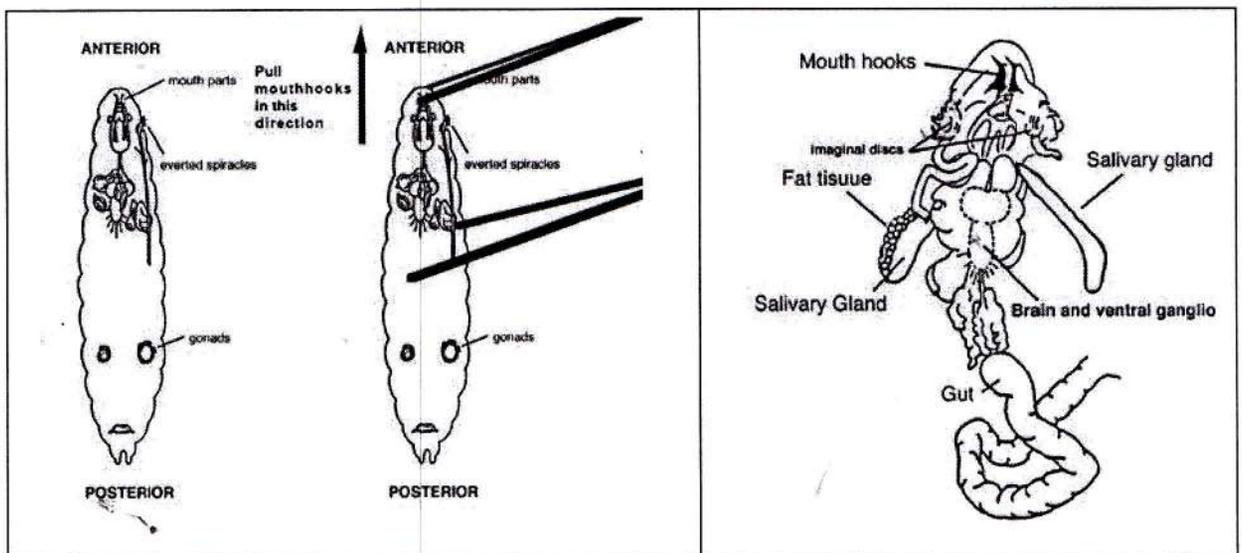
## TOPIK II

### KROMOSOM RAKSASA

#### 2.1. Teori Dasar

Replikasi asam nukleat pada bagian S dari interfase biasanya akan memperlihatkan akibatnya yang mudah nampak pada metafase, di saat kromosom berjajar di bidang ekuator sel secara berpasang-pasangan. Kromosom yang berjajar berpasangan ini kemudian mulai memisah ke kutub yang berlawanan sejak awal anafase.

Pada sel-sel tertentu replikasi asam nukleat berlangsung terus menerus selama beberapa waktu pada interfase tanpa langsung diikuti oleh fase siklus sel yang lain. Akibat dari politen ini adalah terbentuknya ukuran kromosom yang terlihat sangat besar atau berukuran raksasa pada pengamatan mikroskopis. Jaringan tertentu pada beberapa kelompok serangga telah diketahui biasanya memiliki sel-sel atau jaringan tertentu yang mengandung kromosom raksasa.



Gambar 1. Posisi kelenjar saliva pada larva *Drosophila*

Ukuran yang tidak seperti biasanya pada kromosom politen ini, dapat dijumpai pada sel – sel kelenjar ludah/saliva serangga Diptera, misalnya pada larva *Drosophila* atau *Chironomus* (Gambar 1). Kelenjar ludah pada larva *Drosophila* dapat diisolasi dengan menggunakan bantuan kaca pembesar yang dapat ditemukan pada lokasi 1/3 dari bagian anterior dari larva *Drosophila*. Replikasi berulang yang terjadi pada kromosom sel-sel kelenjar ludah

menghasilkan kromosom politen yang tersusun atas kurang lebih 1000 DNA rantai ganda. Kromosom politen tersebut berstruktur seperti kabel dan dengan aplikasi pewarnaan yang tepat, karakter pita gelap terang pada kromosom dapat diamati menggunakan mikroskop cahaya.

## 2.2. Tujuan

Dari percobaan ini mahasiswa diharapkan dapat:

1. Mendeteksi kromosom raksasa
2. Mendeskripsikan bagian-bagian kromosom secara lebih mudah

## 2.3. Alat dan bahan

- Mikroskop cahaya
- Kertas hisap
- Jarum serangga
- Sediaan larva *Drosophila melanogaster*
- Kaca benda dan penutup
- Larutan fiksatif (EtOH:Chloroform:As.glisial 6:3:1) atau 0.1N HCl.
- Beaker glass 50 cc
- Erlenmeyer 100 cc
- Larutan garam fisiologis (0.9% NaCl)
- Lampu spiritus
- Korek api
- Gelas Arloji
- Spiritus
- Kamera mikroskop/stereo
- Larutan acetocarmin (1% dalam 45% asetat glisial)
- Kuas kecil

## 2.4. Cara Kerja

1. Dengan menggunakan jarum serangga, ambil kelenjar ludah larva *Drosophila melanogaster*. Pilih larva instar III yang terlihat dengan besarnya ukuran tubuhnya. Isolasi kelenjar ludah larva di bawah mikroskop stereo atau kamera mikroskop

2. Buatlah preparat pejetan kelenjar ludah yakni dengan cara mengumpulkan beberapa kelenjar ludah dari beberapa ekor larva instar III (3-4 kelenjar ludah). Kemudian letakkan kelenjar ludah tersebut pada kaca benda. Tandai posisi kelenjar ludah tersebut. Perlu diingat bahwa selama proses diseksi larva sampai dengan diperolehnya kelenjar ludah, spesimen harus tetap berada dalam larutan garam fisiologis.
3. Buang kelebihan larutan garam fisiologis dari preparat secara hati-hati kemudian tambahkan beberapa tetes larutan fiksatif pada preparat.
4. Tunggu beberapa saat sekitar 15 menit sampai kelenjar ludah terlihat berwarna agak keputihan
5. Hisap sisa larutan garam fisiologis dan kemudian tambahkan larutan acetocarmin pada preparat. Biarkan sediaan sampai 1 jam. Setelah itu tutup hati-hati dengan kaca penutup kemudian tekan preparat dengan menggunakan pensil yang berbentuk gilig sampai kelenjar ludah menjadi pipih. Hisap sisa larutan acetocarmin yang keluar dari sisa-sisa kaca penutup. Amati preparat.
6. Amati preparat dan temukan kromosom raksasa dengan menggunakan perbesaran lemah (100X). Setelah terlihat adanya kromosom raksasa, amati dengan menggunakan perbesaran kuat (400X).
7. Kenali bagian-bagian kromosom raksasa tersebut dan gambarlah seluruh bagian dari seluruh pengamatan.

## 2.5. Evaluasi

1. Sebutkan bagian-bagian kromosom!
2. Dapatkah anda melihat lengan kromosom dan berapa jumlahnya? Apa yang disebut dengan sentromer?
3. Sebutlah nama bagian yang terang dan gelap pada lengan kromosom. Apa sebab ada bagian pada lengan kromosom yang terlihat terang dan gelap?
4. Susunlah laporan yang dilengkapi dengan gambar kromosom raksasa tersebut dan rujuk pula gambar kromosom raksasa dari kepustakaan.

### TOPIK III

#### SIKLUS HIDUP *Drosophila Melanogaster*

##### 3.1. Teori Dasar

Sebagai salah satu hewan model, lalat buah (*Drosophila melanogaster*) banyak digunakan dalam penelitian dasar khususnya bidang genetika dan perkembangan. Dipilihnya *Drosophila melanogaster* sebagai hewan model didasari beberapa karakter positif yang dimiliki oleh *Drosophila melanogaster* diantaranya:

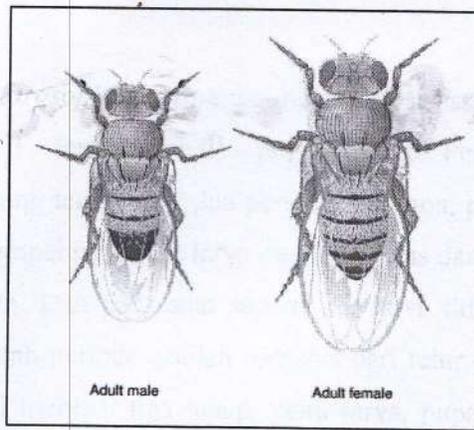
- Jumlah kromosom yang relatif kecil (4 pasang)
- Keberadaan mutan-mutan yang sudah dideskripsikan secara lengkap
- Peta pautan genetik yang relatif lengkap
- Ukuran tubuh kecil sehingga dapat menghemat tempat untuk memeliharanya
- Siklus hidup yang relatif cepat, sehingga mudah dibiakan

Dalam satu kali perkawinan, *Drosophila melanogaster* dapat dihasilkan ratusan keturunan, sehingga generasi yang baru dapat dikembangkan setiap dua minggu. Karakteristik ini menunjukkan lalat buah organisme yang cocok sekali untuk kajian-kajian genetik (Campbell, 2002).

Kebanyakan penemuan di bidang genetika didapatkan melalui penelitian dengan menggunakan lalat tersebut sebagai bahan penelitian. Pilihan ini tepat sekali karena pertama, lalat ini kecil sehingga suatu populasi yang besar dapat dipelihara dalam laboratorium. Dalam 2 minggu dapat dihasilkan satu generasi dewasa yang baru. Selain itu, *Drosophila melanogaster* sangat subur dimana individu betina dapat menghasilkan ratusan telur yang dibuahi dalam hidupnya yang pendek itu (Kimball, 2001).

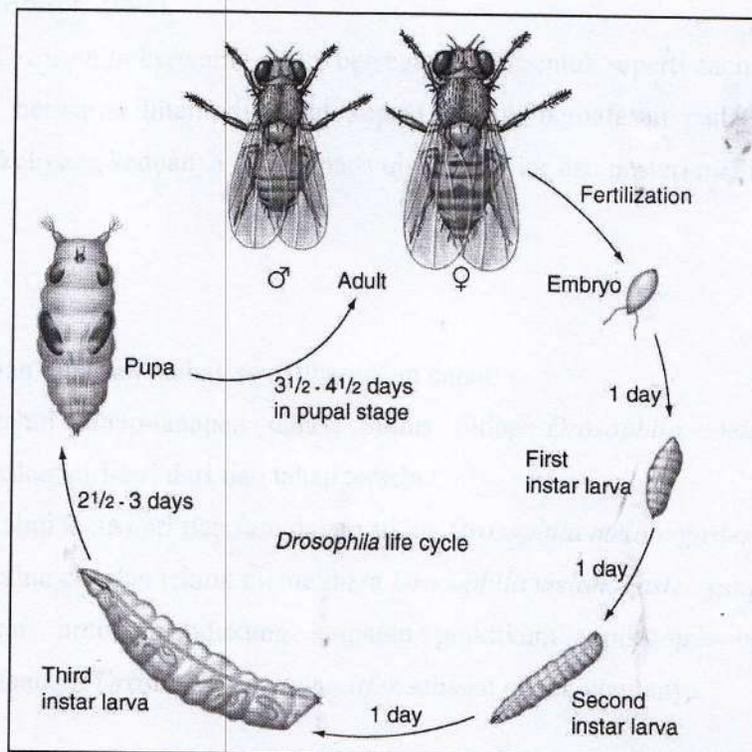
Untuk membedakan *Drosophila melanogaster* jantan dan betina yaitu sebagai berikut (Gambar 3.1):

Jantan	Betina
1. Ukuran tubuh lebih kecil dari betina	1. Ukuran tubuh lebih besar dari jantan
2. Sayap lebih pendek dari sayap betina	2. Sayap lebih panjang dari sayap jantan
3. Terdapat sisir kelamin ( <i>sex comb</i> )	3. Tidak terdapat sisir kelamin ( <i>sex comb</i> )
4. Ujung abdomen tumpul dan lebih hitam	4. Ujung abdomen runcing



Gambar 3.1. Individu jantan dan betina pada *Drosophila melanogaster* (Sumber: Tamarin, 2001)

Siklus hidup *Drosophila* berlangsung sejak telur diletakkan sampai menjadi individu dewasa berkisar 9 – 11 hari (Gambar 3.1). Periode pengembangan *Drosophila melanogaster* bervariasi antara lain dipengaruhi oleh faktor temperatur. Waktu perkembangan yang paling pendek (telur-dewasa) adalah 7 hari dan dicapai pada suhu 28°C. Perkembangan meningkat pada suhu yang lebih tinggi, yaitu sekitar 30°C selama 11 hari, hal tersebut berkaitan dengan pemanasan tekanan.



Gambar 3.2. Siklus hidup *Drosophila* (Sumber: <http://www.easternct.edu/~adams/Drosophilalifecycle.html>)

Metamorfosis pada *Drosophila* termasuk metamorfosis sempurna, yaitu dari telur – larva instar I – larva instar II – larva instar III – pupa – imago. Perkembangan dimulai segera setelah terjadi fertilisasi, yang terdiri dari dua periode. Pertama, periode embrionik di dalam telur pada saat fertilisasi sampai pada saat larva muda menetas dari telur dan ini terjadi dalam waktu kurang lebih 24 jam. Dan pada saat seperti ini, larva tidak berhenti-berhenti untuk makan. Periode kedua adalah periode setelah menetas dari telur dan disebut perkembangan postembrionik yang dibagi menjadi tiga tahap, yaitu larva, pupa, dan imago (fase seksual dengan perkembangan pada sayap). Formasi lainnya pada perkembangan secara seksual terjadi pada saat dewasa. Telur *Drosophila* berbentuk benda kecil bulat panjang dan biasanya diletakkan di permukaan makanan. Betina dewasa mulai bertelur pada hari kedua setelah menjadi lalat dewasa dan meningkat hingga seminggu sampai betina meletakkan 50-75 telur perhari dan mungkin maksimum 400-500 buah dalam 10 hari (Silvia, 2003).

Telur *Drosophila* dilapisi oleh dua lapisan, yaitu satu selaput vitellin tipis yang mengelilingi sitoplasma dan suatu selaput tipis tapi kuat (Khorion) di bagian luar dan di anteriornya terdapat dua tangkai tipis. Korion mempunyai kulit bagian luar yang keras dari telur tersebut (Borror, 1992).

Larva *Drosophila* berwarna putih, bersegmen, berbentuk seperti cacing, dan menggali dengan mulut berwarna hitam di dekat kepala. Untuk pernafasan pada trakea, terdapat sepasang spirakel yang keduanya berada pada ujung anterior dan posterior (Silvia, 2003).

### **3.2. Tujuan:**

Dalam percobaan topik ini mahasiswa diharapkan dapat:

1. Mengetahui tahap-tahapan dalam siklus hidup *Drosophila melanogaster* serta menjelaskan ciri-ciri dari tiap tahap tersebut.
2. Mengetahui lama dari tiap fase dalam siklus *Drosophila melanogaster*.
3. Mengetahui ciri dan teknik memelihara *Drosophila melanogaster* yang nantinya dapat digunakan untuk mendukung kegiatan praktikum topik-topik berikutnya yang memanfaatkan *Drosophila melanogaster* sebagai obyek utamanya.

### **3.3. Alat dan Bahan**

- Mikroskop stereo
- Kaca pembesar

- Strain *Drosophila melanogaster* tipe normal atau mutan
- Alkohol 70%
- Kuas
- Termometer ruangan
- Ether atau kloroform
- Medium biakan *Drosophila* (tape, gula merah, pisang dan sedikit yeast)
- Botol biakan dengan tutup spons
- Botol atau selang plastik kecil berukuran sekitar 10 cm untuk menyimpan pupa *Drosophila melanogaster*

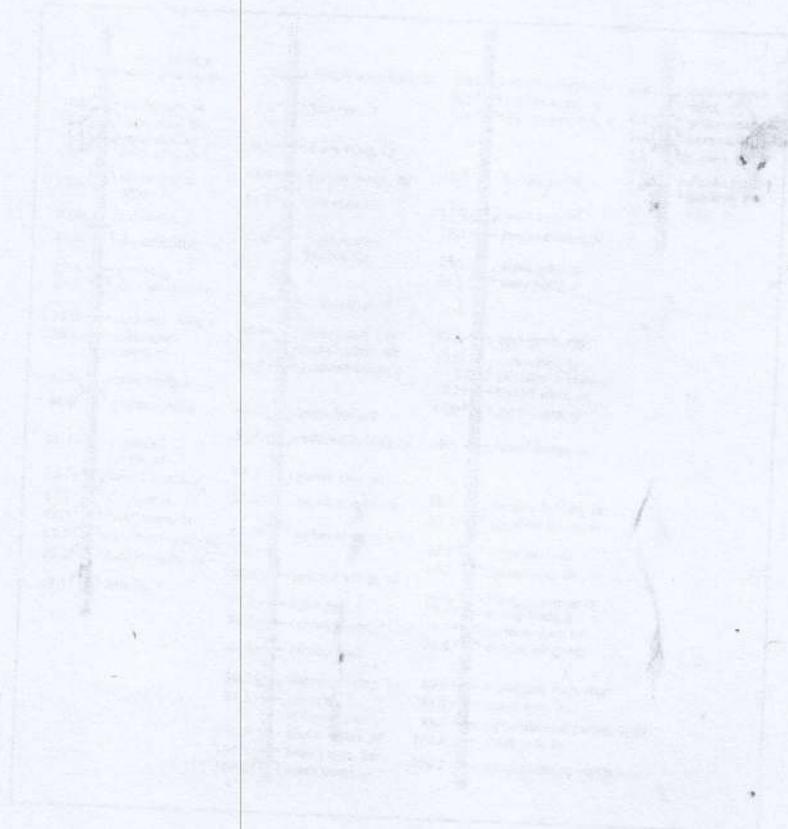
### 3.4. Cara kerja:

1. Siapkan media untuk pembiakan *Drosophila*
2. Kosongkan botol stok *Drosophila melanogaster* dari individu dewasa. Matikan *Drosophila melanogaster* dewasa tersebut dengan menyimpannya pada alkohol 70%.
3. Dengan menggunakan kuas yang sudah dibasahi, ambil secara hati-hati pupa dari botol stok dan pindahkan pada botol kosong lainnya atau selang plastik yang sudah ditutup dengan menggunakan spons pada kedua ujungnya.
4. Biarkan pupa tersebut menetas (2-3 hari) dan pilihlah individu betina dari lalat yang masih virgin tersebut. Lakukan persilangan dengan cara memindahkan sebanyak 3 pasang lalat betina virgin dengan lalat jantan, pada satu botol kosong berisi media tumbuh.
5. Amati dari hari kehari semua fase yang nampak (telur – individu dewasa), gunakan literatur di buku untuk memastikan bahwa fase-fase yang diamati adalah benar. Catat berapa lama fase-fase perkembangan tersebut terjadi. Gunakan kaca pembesar untuk mengidentifikasi telur *Drosophila melanogaster*
6. Catat suhu ruangan tempat menyimpan *Drosophila melanogaster* selama praktikum dilakukan.
7. Susun laporan secara lengkap.

### 3.5. Evaluasi.

1. Sebutkan dan jelaskan ciri dari tiap fase pada siklus hidup *Drosophila melanogaster*!

2. Faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhi panjang pendeknya siklus hidup *Drosophila melanogaster*, jelaskan!
3. Sebutkan perbedaan dari fase instar larva I, II dan III!

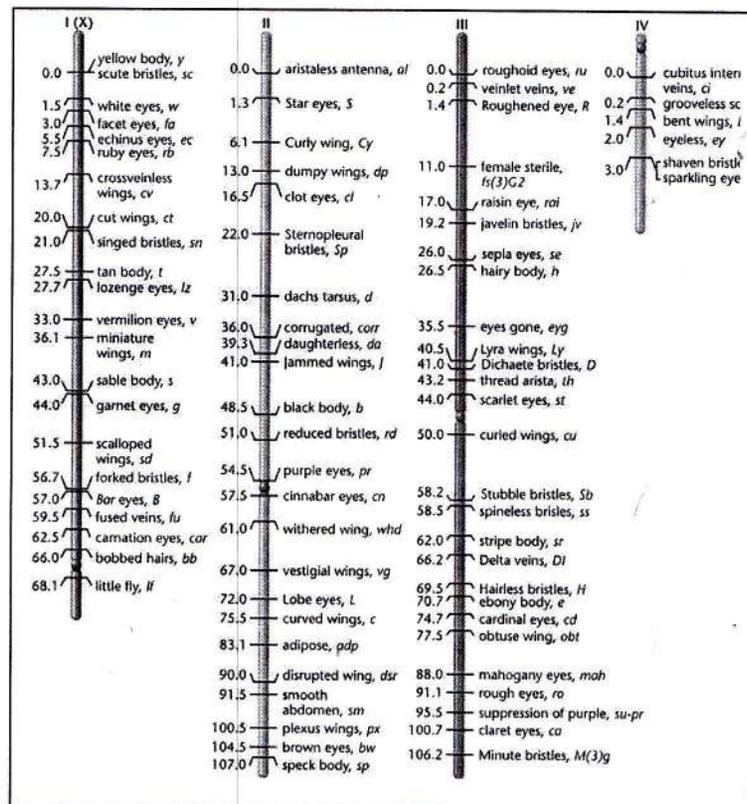


## TOPIK IV

### PENGENALAN MUTAN *Drosophila melanogaster*

#### 4.1. Teori Dasar

Salah satu keunggulan dari *Drosophila melanogaster* sebagai hewan model dalam penelitian genetika dan perkembangan adalah tersedianya berbagai macam strain mutan yang sudah dikoleksi saat ini. Informasi ini juga didukung dengan relatif lengkapnya peta pautan dari sifat-sifat dari *Drosophila melanogaster* (Gambar 4.1.). Terdapat berbagai jenis strain mutan *Drosophila melanogaster* yang lazim digunakan untuk penelitian bidang genetika. Persilangan terarah dari mutan-mutan tersebut ataupun dengan strain *Drosophila melanogaster* normal, lazim digunakan untuk mempelajari teori-teori dalam ilmu genetika, seperti pembuktian hukum Mendel I dan II, sex-linked trait, rasio kelamin, pindah silang (Crossing over), gagal berpisah (non-disjunction), efek letal, maupun efek perlakuan tertentu misalnya efek temperatur terhadap frekuensi gagal berpisah, efek temperatur terhadap siklus hidup *Drosophila melanogaster* dan lain sebagainya.



Gambar 4.1. Peta pautan mutan-mutan *Drosophila melanogaster* (Sumber: <http://physics.scsu.edu/~dscott/gen/flylab/FlyLabCrosses3.html>)

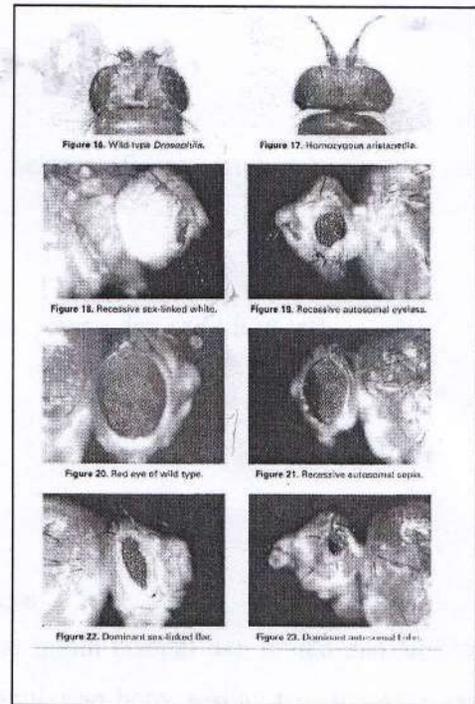
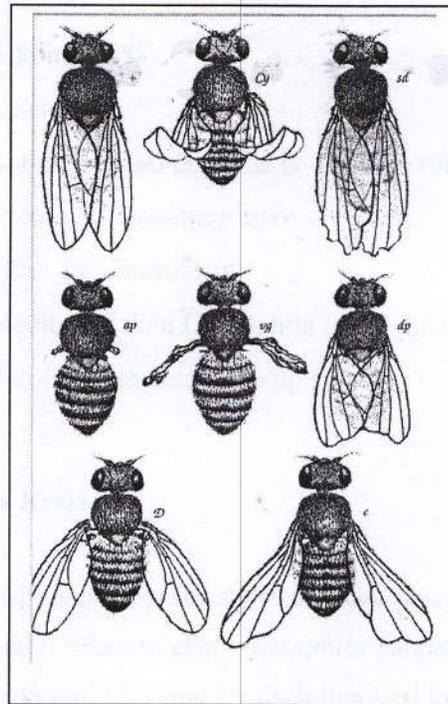
Mutan merupakan hasil mutasi yang memberikan efek menyimpang pada fenotip normal organisma tersebut. Adapun ciri umum lain dari *Drosophila melanogaster* tipe normal adalah:

- Warna tubuh kuning kecoklatan dengan cincin berwarna hitam di tubuh bagian belakang.
- Berukuran kecil, antara 3-5 mm.
- Urat tepi sayap (costal vein) mempunyai dua bagian yang terinteruptus dekat dengan tubuhnya.
- Sungut (arista) umumnya berbentuk bulu, memiliki 7-12 percabangan.
- Crossvein posterior umumnya lurus, tidak melengkung.
- Mata majemuk berbentuk bulat agak elips dan berwarna merah.
- Terdapat mata ocelli pada bagian atas kepala dengan ukuran lebih kecil dibanding mata majemuk. Kepala berbentuk elips.
- Thorax berbulu-bulu dengan warna dasar putih, sedangkan abdomen bersegmen lima dan bergaris hitam.
- Sayap panjang, berwarna transparan, dan posisi bermula dari thorax (Mutiara,2012).

Mutasi yang terjadi pada gen tertentu pada *Drosophila melanogaster* dapat memunculkan fenotip-fenotip mutan yang dapat dengan mudah diamati. Sejauh ini telah diketahui mutan-mutan *Drosophila melanogaster* yang dapat diamati dengan mudah karena adanya perubahan morfologi/fenotip yang nyata yang berbeda dengan strain normal, misalnya

- Mutan yang mempengaruhi antena: Aristapedia, aristaless, aristaless3, stubarista
- Mutan yang mempengaruhi badan: bithorax, bithoraxoid, tetrapter, ultrabithorax
- Mutan yang mempengaruhi warna tubuh: black, yellow, ebony
- Mutan yang mempengaruhi warna mata: sepia, white, white-apricot, white-eosin, rose, purple, brown, vermilion
- Mutan yang mempengaruhi bentuk mata: Bar, Lobe, eyeless, kidney, roughoid.
- Mutan yang mempengaruhi bentuk sayap: dumpy (dp), curly (cy), vestigial (vg)

Dan masih terdapat beberapa jenis kelompok mutan lainnya. Beberapa contoh fenotip mutan *Drosophila melanogaster* dapat dilihat pada gambar 4.2 a dan 4.2.b.



Gambar 4.2. Beberapa mutan *Drosophila melanogaster*. (a) beberapa jenis mutan pada sayap, Cy: Curly, sd: scallop, ap: apterous, vg: vestigial, dp: dumpy, D: Dichaetta, c: curved. (b) beberapa jenis mutan pada fenotip mata. (Sumber: Flag 1988)

## 4.2. Tujuan

Dalam praktikum topik ini mahasiswa diharapkan:

1. Mengetahui dan mampu mengidentifikasi ciri-ciri *Drosophila melanogaster* strain normal dan mutan
2. Mengetahui dan mampu mendeskripsikan ciri serta pautan dari tiap mutan pada peta pautannya

## 4.3. Alat dan Bahan

- Mikroskop stereo
- Kaca pembesar
- Berbagai strain mutan *Drosophila melanogaster* yang memiliki fenotip mutan pada: warna tubuh (mis. black, yellow), bentuk sayap (mis. vestigial, curly, dumpy), warna mata (mis. sepia, white, white-eosin)
- Strain normal *Drosophila melanogaster*

- Alkohol 70%
- Kuas
- Botol atau selang plastik kecil berukuran sekitar 10 cm untuk menyimpan pupa *Drosophila melanogaster*
- Ether atau kloroform
- Medium biakan *Drosophila* (tape, gula merah, pisang dan sedikit yeast)
- Botol biakan dengan tutup spons

#### 4.4. Cara Kerja

1. Siapkan mikroskop stereo dan juga kaca pembesar
2. Ambil beberapa ekor *Drosophila melanogaster* strain normal dan mutan dan letakkan pada botol kosong terpisah dan beri kode untuk tiap botol sesuai dengan strain yang ada di dalam botol tersebut.
3. Beri sedikit kloroform atau eter pada botol tersebut, dengan cara merendam cotton bud pada kloroform atau eter kemudian dimasukkan ke dalam botol berisi *Drosophila melanogaster* tersebut.
4. Biarkan kondisi tersebut beberapa saat, sampai semua *Drosophila melanogaster* tidak sadar atau mati.
5. Letakkan *Drosophila melanogaster* pada kaca arloji dan amati di bawah mikroskop stereo dengan menggunakan perbesaran rendah 20X
6. Catat fenotip yang nampak pada amatan tersebut
7. Lakukan hal ini pada semua strain *Drosophila melanogaster* yang disediakan pada praktikum kali ini.

#### 4.5. Evaluasi

1. Jelaskan macam-macam penyebab mutasi!
2. Dari keseluruhan strain mutan yang kalian amati pada praktikum kali ini, kelompokkan mutan-mutan tersebut berdasarkan peta pautannya, mutan pada bagian mana dari organ *Drosophila melanogaster*!
3. Susun laporan

## TOPIK V

### MONOHIBRIDA

#### 5.1. Teori Dasar

Selama meiosis tiap gen akan memisah dari alel pasangannya secara bebas. Tiap gen yang telah terpisah itu kemudian akan terkandung dalam gamet yang berbeda. Fenomena semacam ini pertama kali ditemukan oleh George Mendel dan hal ini pada akhirnya diketahui berkaitan dengan hukum Mendel I atau hukum pemisahan bebas (Segregation).

Terdapat empat konsep dasar yang berhubungan dengan prinsip segregasi hukum Mendel I, yakni:

- Sebuah gen dapat memiliki bentuk lebih dari satu alternatif (konsep alel)
- Organisme akan menwariskan dua alel untuk tiap sifat yang diturunkan (pada kasus organisme diploid)
- Ketika gamet diproduksi melalui meiosis, pasangan alel akan berpisah dan menyisahkan satu alel dari tiap sifat
- Jika terdapat dua variasi alel yang berbeda terdapat dalam satu sifat, maka satu akan bersifat dominan terhadap alel pasangannya yang bersifat resesif.

Teknik sederhana untuk membuktikan hukum Mendel I adalah dengan melakukan persilangan satu sifat beda atau monohibridisasi. Persilangan melibatkan organisme yang memiliki sifat homisigot dominan untuk satu sifat dan homisigot resesif untuk organisme pasangannya. Sesuai dengan prinsip pemisahan bebas, maka keturunan F1 akan memiliki fenotip seperti induk yang bersifat dominan, namun dengan kondisi genotip heterosigot. Persilangan resiprokal dari sesama individu F1 tersebut di atas akan memunculkan rasio fenotip pada keturunan berupa 3 : 1, yakni 3 bagian adalah berfenotip dominan, sedangkan 1 bagian adalah berfenotip resesif. Rasio genotip dari keturunan F2 tersebut adalah 1:2:1, yakni 1 bagian bersifat dominan homisigot, 2 bagian bersifat heterosigot dan 1 bagian bersifat homisigot resesif.

Contoh: Gen pengendali warna biji pada kacang kapri terdapat dalam dua bentuk. Alel yang mengendalikan sifat warna biji ini berupa alel kuning (yellow) yang dinotasikan dengan

Y dan alel warna biji hijau (green) yang dinotasikan y. Penulisan Y dan y menunjukkan bahwa alel kuning (Y) bersifat dominan terhadap sifat warna biji hijau (y). Apabila kedua alel tersebut dimiliki oleh sebuah organisme (kacang kapri) pada sifat warna bijinya, maka kondisi genotip dari organisme tersebut adalah heterosigot (Yy). Ekspresi dari alel Y akan mendominasi ekspresi dari alel y, sehingga fenotip yang nampak pada organisme heterosigot tersebut adalah berbiji kuning. Persilangan dari organisme yang bersifat heterosigot untuk sifat warna biji tersebut akan menghasilkan rasio genotip 1:2:1, yakni 1 bagian bersifat Kuning homosigot (YY), 2 bagian bersifat heterosigot kuning (Yy), dan 1 bagian bersifat homosigot hijau resesif (yy)

## 5.2. Tujuan.

Dari percobaan ini diharapkan mahasiswa dapat:

1. Mendeskripsikan kejadian selama meiosis yang memperlihatkan tiap gen memisah secara bebas dari alel pasangannya.
2. Menjelaskan makna hukum Mendel I

## 5.3. Alat dan Bahan

- Mikroskop stereo
- Kaca pembesar
- Selang plastik
- Strain mutan *Drosophila melanogaster* satu sifat beda misalnya mutan black (b), ebony (e), sepia (se), dumpy (dp), clot eye (cl), curly (cy), vestigial (vg)
- Strain normal *Drosophila melanogaster*
- Alkohol 70%
- Kuas
- Botol atau selang plastik kecil berukuran sekitar 10 cm untuk menyimpan pupa *Drosophila melanogaster*
- Ether atau kloroform
- Medium biakan *Drosophila* (tape, gula merah, pisang dan sedikit yeast)
- Botol biakan dengan tutup spons

#### 5.4. Cara Kerja

1. Siapkan media biakan *Drosophila melanogaster*
2. Amati dan siapkan strain normal dan mutan *Drosophila melanogaster* yang akan digunakan. Pastikan bahwa lalat buah betina yang akan disilangkan adalah lalat yang masih belum dibuahi (virgin). Hal ini dapat diperoleh dengan cara mengosongkan botol stok biakan dari strain yang akan digunakan, dengan cara memindahkan lalat buah yang sudah ada pada botol stok tersebut ke botol berisi media yang masih baru. Atau dapat dilakukan dengan cara membuah semua lalat tersebut pada alkohol 70%.
3. Secara hati hati ambil pupa pada botol stok menggunakan kuas yang sudah dibasahi dan pindahkan pupa tersebut pada botol atau selang plastik yang sudah dipersiapkan. Tutup botol atau selang plastik tersebut dengan spons dan amati pupa tersebut sampai menetas dan munculnya *Drosophila melanogaster* yang masih muda dan virgin.
4. Ambil sebanyak 3-4 ekor betina dari strain mutan *Drosophila melanogaster* yang masih virgin dan letakkan pada botol biakan. Kemudian tambahkan 3-4 jantan normal *Drosophila melanogaster* pada botol tersebut, sehingga secara keseluruhan akan diperoleh 3-4 pasang persilangan lalat betina mutan dengan lalat jantan normal.
5. Lakukan persilangan serupa tapi dengan menggunakan resiprokalnya, yakni menyilangkan 3-4 jantan strain mutan *Drosophila melanogaster* dengan 3-4 betina virgin strain normal *Drosophila melanogaster*.
6. Amati hasil persilangan ini sampai dihasilkan keturunan F1 dan hitunglah rasio fenotip dan rasio jantan betina pada keturunan F1 tersebut.
7. Siapkan botol biakan baru untuk melakukan persilangan antar individu F1 tersebut. Pastikan bahwa lalat betina F1 yang akan disilangkan masih virgin. Ambil 3-4 pasang lalat jantan dan betina F1 dan masukkan ke dalam botol berisi media yang sudah dipersiapkan.
8. Amati dan hitung rasio fenotip keturunan F2 dan juga rasio jantan betina dari keturunan F2 nya.
9. Buat laporan dan simpulkan dari data fenomena yang kalian amati pada praktikum ini.

#### 5.5. Evaluasi

1. Apakah semua *Drosophila melanogaster* pada F1 berfenotipe normal? Jelaskan!
2. Apakah ada kecenderungan jenis rasio jenis kelamin pada keturunan F1? Jelaskan!

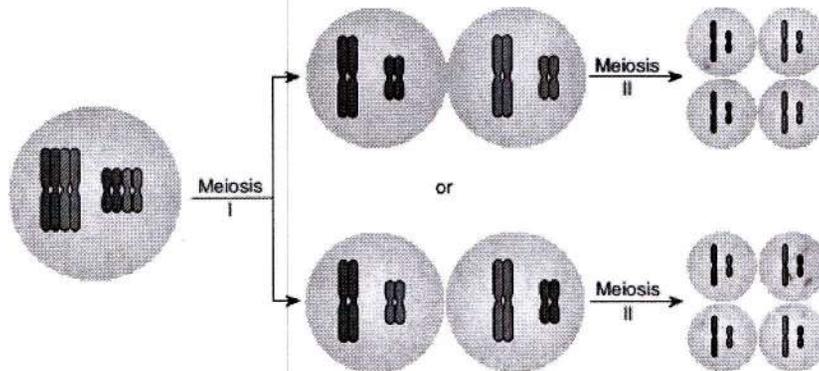
3. Bagaimanakah rasio fenotip keturunan F2nya? Adakah kecenderungan rasio jenis kelamin tertentu pada persilangan yang dilakukan ? jelaskan!
4. Bila hasil pengamatan pada F1 maupun F2 adalah demikian, apakah hubungannya dengan kejadian pemisahan bebas?
5. Apa makna dari hukum Mendel I? Jelaskan!
6. Buat laporan dari data yang kalian dapat dengan analisis yang mengungkapkan kejadian pemisahan bebas serta kaitannya dengan hukum Mendel II!

## TOPIK VI

### DIHIBRIDISASI

#### 6.1 Teori Dasar

Pada tahap meiosis I pembentukan gamet, proses pemisahan bebas dari kromosom homolog akan diikuti dengan proses pemasangan secara bebas. Dalam tahap ini, tiap gen yang terpaut pada kromosom tersebut, akan memisah secara bebas dan berkombinasi secara bebas dengan gen lainnya pada awal metafase (Gambar 6.1). Adanya variasi alel dari tiap sifat, maka peristiwa pemasangan secara bebas antara alel-alel yang berbeda tersebut pada akhirnya merupakan salah satu sumber dari keanekaragaman yang ada di muka bumi. Dengan adanya peristiwa pemasangan secara bebas (Independent Assortment) tersebut menyebabkan terbentuknya kombinasi yang beraneka ragam pada gamet yang terbentuk.

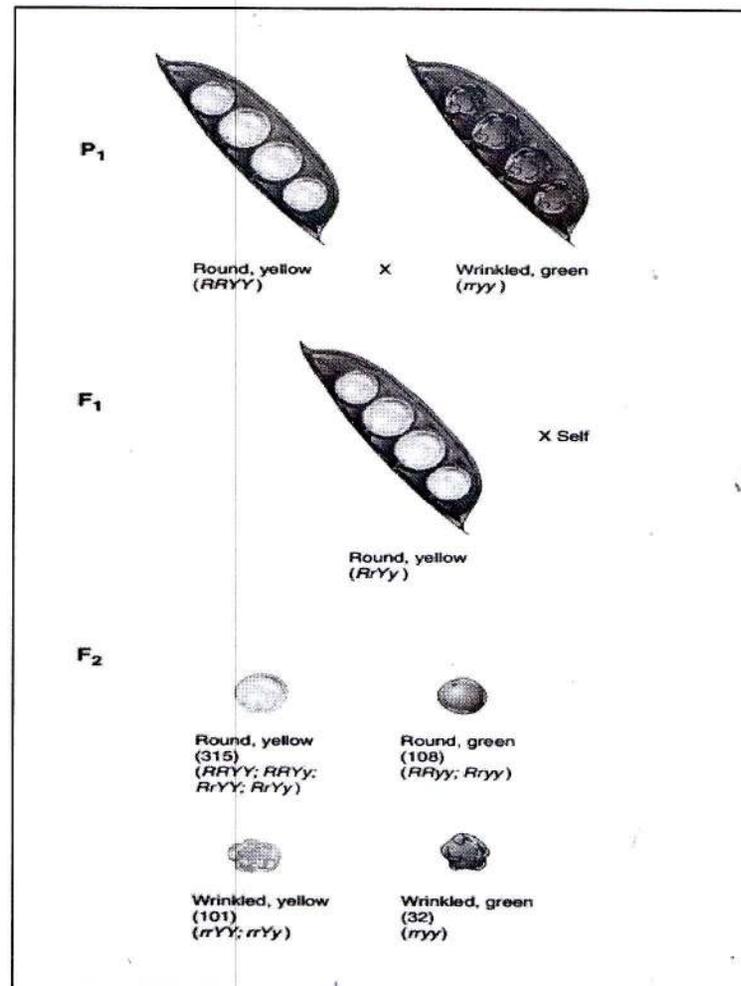


Gambar 6.1. Hubungan antara meiosis dan hukum Independent Assortment (pemilihan secara bebas). Pada gambar tersebut di atas, dicontohkan kromosom yang berasal dari maternal berwarna merah dan paternal berwarna biru. Kombinasi bebas antara kromosom maternal dan paternal akan memunculkan variasi pada sel anak. (Sumber: Tamarin, 2001)

Peristiwa pemilihan/pemasangan secara bebas ini pertama kali dikemukakan oleh G. Mendel. Mendel melakukan persilangan kacang kapri homisigot (true-breeding) pada dua sifat beda pada saat bersamaan yakni kacang kapri yang berbiji bulat (RR) dan berkulit biji kuning (YY) dengan kacang kapri yang menghasilkan biji keriput (rr) dan berkulit hijau (yy). Baik sifat keriput maupun hijau bersifat resesif terhadap sifat biji bulat dan biji berkulit kuning.

Pada persilangan antara kacang berbiji bulat dan kuning (RRYY) homisigot dengan kacang berbiji keriput dan hijau (rryy), pada keturunan F1 didapatkan semua kacang menghasilkan keturunan berfenotip biji bulat dan kuning. Namun ketika dilakukan

persilangan sesama individu F1, ditemukan juga keturunan F2 dengan fenotip yang berbeda dengan induknya, yakni selain berbiji bulat-kuning dan keriput-hijau, juga ditemukan kacang berbiji bulat-hijau dan kacang berbiji keriput-kuning dengan rasio fenotip 9:3:3:1 (bulat-kuning: bulat-hijau: keriput-kuning: hijau-keriput). Munculnya kacang berfenotip berbeda dengan fenotip induk, menginspirasi G. Mendel untuk menpostulatkan hukum perpasangan/pemilihan secara bebas (Independent Assortment). Saat ini, model persilangan yang dilakukan oleh Mendel untuk membuktikan hukum Mendel II tersebut dapat diterangkan dengan model persilangan pada gambar 6.2.



Gambar 6.2. Persilangan dihibrida pada kacang kapri berbiji bulat-kuning (RRYY) dengan kacang kapri berbiji keriput-hijau (rryy). (Sumber: Tamarin, 2001)

## 6.2. Tujuan

Dalam percobaan topik ini mahasiswa diharapkan dapat:

1. Mendiskripsikan kejadian meiosis yang memperlihatkan tiap gen telah memisah secara bebas, kemudian membentuk kombinasi secara bebas pula sejak awal metafase.
2. Menjelaskan makna hukum Mendel II

## 6.3. Alat dan Bahan

- Mikroskop stereo
- Kaca pembesar
- Selang plastik
- Strain mutan *Drosophila melanogaster* dua sifat beda misalnya mutan black dumpy (bdp), ebony clot eye (ecl), black sepia (bse), black curly (bcy)
- Strain normal *Drosophila melanogaster*
- Alkohol 70%
- Kuas
- Botol atau selang plastik kecil berukuran sekitar 10 cm untuk menyimpan pupa *Drosophila melanogaster*
- Ether atau kloroform
- Medium biakan *Drosophila* (tape, gula merah, pisang dan sedikit yeast)
- Botol biakan dengan tutup spons

## 6.4. Cara Kerja

1. Siapkan media biakan *Drosophila melanogaster*
2. Amati dan siapkan strain normal dan mutan *Drosophila melanogaster* yang akan digunakan. Pastikan bahwa lalat buah betina yang akan disilangkan adalah lalat yang masih belum dibuahi (virgin). Hal ini dapat diperoleh dengan cara mengosongkan botol stok biakan dari strain yang akan digunakan, dengan cara memindahkan lalat buah yang sudah ada pada botol stok tersebut ke botol berisi media yang masih baru. Atau dapat dilakukan dengan cara membuah semua lalat tersebut pada alkohol 70%.

3. Secara hati-hati ambil pupa pada botol stok menggunakan kuas yang sudah dibasahi dan pindahkan pupa tersebut pada botol atau selang plastik yang sudah dipersiapkan. Tutup botol atau selang plastik tersebut dengan spons dan amati pupa tersebut sampai menetas dan munculnya *Drosophila melanogaster* yang masih muda dan virgin.
4. Ambil sebanyak 3-4 ekor betina dari strain mutan *Drosophila melanogaster* yang masih virgin dan letakkan pada botol biakan. Kemudian tambahkan 3-4 jantan normal *Drosophila melanogaster* pada botol tersebut, sehingga secara keseluruhan akan diperoleh 3-4 pasang persilangan lalat betina mutan dengan lalat jantan normal.
5. Lakukan persilangan serupa tapi dengan menggunakan resiprokalnya, yakni menyilangkan 3-4 jantan strain mutan *Drosophila melanogaster* dengan 3-4 betina virgin strain normal *Drosophila melanogaster*.
6. Amati hasil persilangan ini sampai dihasilkan keturunan F1 dan hitunglah rasio fenotip dan rasio jantan betina pada keturunan F1 tersebut. Jika perlu gunakan alat bantu kaca pembesar atau mikroskop stereo.
7. Siapkan botol biakan baru untuk melakukan persilangan antar individu F1 tersebut. Pastikan bahwa lalat betina F1 yang akan disilangkan masih virgin. Ambil 3-4 pasang lalat jantan dan betina F1 dan masukkan ke dalam botol berisi media yang sudah dipersiapkan.
8. Amati dan hitung rasio fenotip keturunan F2 dan juga rasio jantan betina dari keturunan F2 nya
9. Buat laporan dan simpulkan dari data fenomena yang kalian amati pada praktikum ini.

#### 6.5. Evaluasi

1. Buat skema persilangan yang kalian buat dan prediksi keturunan beserta rasio fenotip dan genotip yang akan muncul baik pada keturunan F1 dan F2!
2. Bagaimana rasio fenotip dari keturunan F1? Jelaskan!
3. Bagaimana rasio fenotip dari keturunan F2? Jelaskan!
4. Apakah makna dari prinsip hukum pemilihan secara bebas? Jelaskan !
5. Mengapa perlu digunakan mutan *Drosophila melanogaster* dengan dua sifat beda untuk membuktikan hukum pemilihan secara bebas? Jelaskan!
6. Buat laporan dan simpulkan dari data fenomena yang kalian amati pada praktikum ini.

## TOPIK VII

### RASIO KELAMIN

#### 7.1. Teori Dasar

Secara teoritis. Mahluk hidup yang mempunyai kelamin terpisah (jantan atau betina) akan memperlihatkan kecenderungan rasio kelamin sebesar 1 atauimbang antara individu jantan dan betina. Pemisahan kromosom pada proses spermatogenesis dan oogenesis yang diikuti dengan perpasangan kromosom pada fertilisasi, secara teoritis adalah penyebab kejadian berimbang rasio individu jantan dan betina.

Walau demikian, banyak faktor yang dapat menyebabkan berubahnya rasio kelamin, sehingga perimbangan individu jantan dan betina tidak selalu bernilai 1. Kehadiran gen letal tertentu misalnya dapat mengakibatkan kematian pada individu yang memilikinya sehingga akan mengakibatkan perimbangan rasio jantan dan betina berubah. Namun secara garis besar, kromosom kelamin merupakan penentu utama faktor determinasi jenis kelamin pada hampir sebagian besar organisma.

Baik pada mamalia maupun lalat buah, individu dengan kromosom kelamin XX akan menghasilkan individu betina sedangkan XY akan menghasilkan individu jantan. Namun demikian penentuan jenis kelamin pada mamalia dan serangga, misalnya *Drosophila* sangat berbeda. Pada mamalia, kromosom Y memegang peran vital dalam menentukan jenis kelamin jantan. Sehingga organisma mamalia dengan konstitusi kromosom kelamin XO adalah berjenis kelamin betina. Pada *Drosophila*, penentuan jenis kelamin ditentukan oleh perimbangan antara kromosom kelamin X dan kromosom autosom (kromosom tubuh). Lalat buah normal, umumnya akan memiliki satu atau dua buah kromosom X dan dua set kromosom autosom. Jika terdapat hanya satu buah kromosom X, maka perimbangannya adalah 1X:2A dan ini akan menghasilkan individu jantan. Sebaliknya jika terdapat dua kromosom X dan 2 set autosom (2X:2A), maka organisme yang muncul berjenis kelamin betina (Bridges 1921, 1925). Sehingga XO *Drosophila* adalah berjenis kelamin jantan steril. Kromosom Y pada lalat buah tidak ikut menentukan determinasi jenis kelamin, kromosom Y hanya mengandung gen-gen yang aktif dalam pembentukan sperma pada organisme jantan dewasa.

#### 7.2. Tujuan

Dari praktikum ini mahasiswa diharapkan:

1. Mampu menjelaskan proses terwujudnya rasio kelamin sebesar 1

2. Mampu menyebutkan faktor-faktor yang menentukan terjadinya penyimpangan rasio kelamin pada *Drosophila*

### 7.3. Alat dan Bahan

- Mikroskop stereo
- Kaca pembesar
- Selang plastik
- Strain mutan *Drosophila melanogaster* sepia (se), black (b), white (w)
- Strain normal *Drosophila melanogaster*
- Alkohol 70%
- Kuas
- Botol atau selang plastik kecil berukuran sekitar 10 cm untuk menyimpan pupa *Drosophila melanogaster*
- Ether atau kloroform
- Medium biakan *Drosophila* (tape, gula merah, pisang dan sedikit yeast)
- Botol biakan dengan tutup spons

### 7.4. Cara Kerja

1. Siapkan media makanan *Drosophila melanogaster*
2. Buat persilangan antara *Drosophila melanogaster* sebagai berikut:
  - Normal dengan normal
  - Sepia dengan sepia
  - Normal dengan sepia
  - Normal dengan black
  - Black dengan black
  - White dengan normal
  - White dengan white.

Lakukan persilangan resiprokal untuk semua persilangan di atas. Pastikan bahwa lalat buah yang disilangkan betinanya masih virgin

3. Amati hasil persilangan tersebut pada keturunan F1 maupun F2. Catat rasio kelamin jantan betina dan juga fenotipnya.
4. Analisis hasil data dengan menggunakan teknik analisis yang tepat. Tarik kesimpulan dari hasil tersebut dan jelaskan fenomena yang muncul.

### 7.5. Evaluasi

1. Mengapa dapat terjadi penyimpangan rasio jenis kelamin dari hasil suatu persilangan? Jelaskan!
2. Apakah ada kecenderungan munculnya rasio kelamin pada strain mutan tertentu dari hasil persilangan yang dilakukan? Jelaskan!
3. Susun laporan, gunakan literatur terkait!

## DAFTAR PUSATAKA

- Ayala, F.J. 1984. Modern Genetics. Menlo Park Carolina: The Benjamin Cummings Publishing Company, Inc.
- Bridges C B. Triploid intersexes in *Drosophila melanogaster*. Science. 1921;54:252-254
- Bridges C B. Sex in relation to chromosomes and genes. Am. Nat. 1925;59:127-137.
- Demerec, M & Kaufmann, B.P. 1996. Drosophila Guide. Washington DC: Carnegie Institution of Washington
- Flagg, R.O. 1988. Carolina Drosophila Manual. Burlington: Carolina Biological Supply Company
- Garner, E.J, Simmons, M.J., Snustad, D.P. 1991. Principles og Genetics. New York: John Willey & Sons.
- Kimball, J.W. 2008. Biology. William C Brown Publisher.
- Klug, W.S & Cummings, M.R. 1988. Concepts og Genetics. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Reece, J.B, Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., Jackson, R.B. 2013. Biology – Campbell 13th Ed. Benjamin Cummings
- Tamarin, R.H. 2001. Principles of Genetics 7th Ed. Massachusettes: McGraw-Hill Company  
<http://www.easternct.edu/~adams/Drosophilalifecycle.html> (akses 21 Februari 2014)  
<http://physics.scsu.edu/~dscott/gen/flylab/FlyLabCrosses3.html> (akses 21 Februari 2014)