

Praktikum Genetika

Dr. Ir. M. Yusuf
Ir. Ence Darmo J.S., M. Si.



PENDAHULUAN

Di dalam Modul 1 ini akan diberikan 4 (empat) materi praktikum sebagai berikut.

Praktikum 1: Mengetahui Keragaman Suatu Sifat

1. Menjelaskan tipe keragaman pada tanaman dan hewan dalam spesies yang sama.
2. Menyebutkan dan membedakan sedikitnya tiga ciri yang berbeda untuk suatu sifat/karakter tertentu.

Praktikum 2: Teori Peluang dan Uji Chi Kuadrat

1. Menghitung peluang.
2. Menggunakan uji Chi kuadrat dalam analisis genetika
3. Mendel.

Praktikum 3: Analogi Percobaan Monohybrid Mendel dan Segregasi F₂ Dihibrid Tanpa Pautan

1. Analogi Percobaan Monohybrid Mendel
 - a. Menjelaskan pengertian prinsip dan proses segregasi.
 - b. Menjelaskan proses perpaduan gamet (pembuahan) suatu kejadian acak.
 - c. Membuat diagram pola pewarisan monohybrid Mendel.
2. Segregasi F₂ Dihibrid Tanpa Pautan
 - a. Menjelaskan prinsip dan proses perpaduan bebas.

- b. Menganalisis dua gen penyusun dan genotipe F2 saling bebas atau terpaut.
- c. Menganalisis dua gen pengendali satu sifat (fenotipe) saling bebas atau terpaut.
- d. Menganalisis satu sifat fenotipe dikendalikan oleh satu gen atau dua gen.

Praktikum 4: Pengamatan Kromosom Periode Mitosis Pada Akar dan Pembuatan Kariotipe Kromosom Eukariot

1. Pengamatan Kromosom Periode Mitosis Pada Akar
 - a. Mengetahui bagian tanaman dengan sel-sel aktif melakukan pembelahan mitosis.
 - b. Menyebutkan dan melakukan tahapan sederhana pembuatan preparat pengamatan kromosom dari ujung akar tanaman.
 - c. Mengetahui dan mengamati fase-fase dalam mitosis.
2. Pembuatan Kariotipe Kromosom Eukariot
 - a. Membuat kariotipe (kariogram dan idiogram) kromosom.
 - b. Mengetahui jumlah kromosom, pasangan kromosom homolog, dan tipe kromosom suatu organisme.

KEGIATAN PRAKTIKUM 1

Mengenal Keragaman Ciri Suatu Sifat

Tujuan

Setelah mengikuti praktikum ini diharapkan Anda dapat:

1. menjelaskan tipe-tipe keragaman pada tanaman dan hewan dalam spesies yang sama;
2. menyebutkan dan membedakan sedikitnya tiga ciri yang berbeda untuk suatu sifat/karakter tertentu.

Latar Belakang

Kita patut bersyukur, karena Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang besar, bahkan kita termasuk salah satu pusat raksasa (**mega centre**) di dunia dalam hal keanekaragaman hayati flora, fauna, dan mikroba. Sebanyak 28 ribu jenis tumbuhan, 30 ribu jenis hewan dan 10 ribu jenis mikroba diperkirakan hidup secara alami di Indonesia.

Keragaman atau perbedaan antar jenis (**spesies**) biasanya dengan mudah dapat kita amati. Sedangkan bila kita melihat tanaman atau hewan dari satu spesies yang sama, selain kita dapat melihat beberapa persamaan yang menjadi ciri khas spesies tersebut, kita juga masih dapat melihat adanya keragaman antar individu dalam spesies tersebut. Misalnya Anda memperhatikan teman-teman sekelas Anda, dapat dipastikan tidak ada seorang pun yang persis sama dengan Anda, baik penampilan wajah ataupun sifat lainnya. Bahkan kalau Anda bandingkan dengan kakak atau adik Anda pun tidak akan persis sama. Begitu juga pada hewan, kalau Anda perhatikan anak-anak kucing dari satu proses kehamilan dan kelahiran pun berbeda-beda, misalnya pada warna bulu.

Hal yang sama dijumpai juga pada tumbuhan di alam sekitar kita. Di dalam satu jenis tumbuhan yang sama, misalnya tanaman mangga, kita akan menjumpai bentuk buah yang berbeda-beda, demikian juga rasa dan aromanya. Anggrek adalah tanaman hias yang disukai karena keindahan bunganya, dan kita dapat menjumpai berbagai tipe bentuk dan warna bunga anggrek yang indah dan menawan.

Semua contoh di atas menunjukkan bahwa dalam organisme hidup yang tergolong satu spesies pun dijumpai keragaman. Apa, mengapa, dan

bagaimana keragaman tersebut terjadi sangat menarik untuk dipelajari. Genetika adalah suatu cabang ilmu dalam biologi yang mempelajari apakah keragaman sifat suatu organisme itu diwariskan atau tidak, atau mempelajari apa yang menyebabkan timbulnya keragaman yang diwariskan.

Langkah awal yang dilakukan Mendel untuk melakukan rangkaian percobaan-percobaannya hingga berhasil merumuskan teori pewarisan sifat adalah kemauan dan kemampuannya untuk mempersiapkan bahan persilangan. Dalam tahapan persiapan ini pekerjaan awalnya adalah mengumpulkan berbagai varietas kacang-kacangan, di antaranya spesies *Pisum sativum* (kacang kapri) dan mengamati serta memilih sifat-sifat yang memiliki ciri-ciri yang mudah dibedakan dengan nyata, misalnya sifat warna bunga mempunyai ciri merah-ungu atau putih, sifat bentuk biji matang ada yang licin atau keriput, dan lain-lain.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Apa pentingnya keragaman?
- 2) Apa kemungkinan yang menyebabkan keragaman genetik? Berikan contoh yang spesifik!
- 3) Bagaimana Anda bisa mengetahui bahwa penyebab keragaman adalah karena genetik atau lingkungan?
- 4) Berikan masing-masing contoh keragaman suatu sifat yang dikendalikan genetik dan lingkungan!

Untuk menjawab latihan ini Anda dapat mempelajari kembali teori dalam Modul Praktikum dan Modul mata kuliah Genetika pada bagian yang relevan.



RANGKUMAN

Keragaman atau perbedaan antar jenis (spesies) dapat dengan mudah kita amati. Keragaman tersebut dapat terjadi juga pada individu-individu dalam/dengan spesies yang sama. Dalam kaitan itu, Mendel dengan

modelnya yang simpel yaitu kacang kapri (*Pisum sativum*) melakukan pencatatan ciri-ciri yang mudah diamati dan diadakan persilangan atau penyerbukan silang. Dalam Kegiatan Praktikum I, hanya dibatasi sampai dengan pencatatan ciri-ciri individu yang mudah diamati dahulu dan dicatat.



TES FORMATIF 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Setiap organisme mempunyai persamaan ciri tertentu dengan organisme tertentu lainnya. Berdasarkan ciri-ciri yang sama tersebut maka para biolog menjadikan organisme-organisme itu dalam
 - A. satu habitat
 - B. satu tingkatan taksa
 - C. satu taksa yang sama
 - D. kelompok keragaman

- 2) Jika pada beberapa organisme satu tingkatan taksa yang sama (misal satu spesies) terdapat perbedaan ciri-ciri tertentu maka fenomena tersebut dikenal sebagai
 - A. keragaman inter spesies
 - B. keragaman antar spesies
 - C. keanekaragaman
 - D. keanekaragaman hayati

- 3) Cabang ilmu yang mempelajari apakah keragaman sifat suatu organisme itu diwariskan atau tidak disebut sebagai
 - A. Teori Mendel
 - B. Keragaman genetik
 - C. Teori pewarisan
 - D. Genetika

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Praktikum 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Praktikum 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Praktikum 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

PELAKSANAAN PRAKTIKUM

1. Keragaman pada Tanaman

Alat: alat tulis, buku catatan, dan buku gambar.

Bahan: Biji, buah, dan bunga tertentu.

- a. Cari dan dapatkan paling sedikit tiga ciri yang berbeda untuk suatu sifat/karakter yang Anda temui pada:
(cukup satu set contoh untuk masing-masing a, b, c, d, dan e)
 - 1) Biji serealia (padi, jagung, sorgum, atau gandum).
 - 2) Biji kacang-kacangan (kedelai, kacang tanah, kacang hijau, kacang jogo, atau lainnya).
 - 3) Buah (dari spesies buah-buahan yang biasa ditemui di pasar).
 - 4) Bunga (dari spesies tanaman bunga yang Anda ketahui).
 - 5) Umbi-umbian (ketela rambat, ketela pohon, kentang, atau lainnya).
- b. Catat dalam bentuk tabel, keragaman yang Anda temukan, dan bila perlu digambar.
- c. Bawa paling sedikit satu set contoh dari hasil pengamatan Anda.

2. Keragaman pada Hewan

Alat: alat tulis, buku catatan, dan buku gambar.

Bahan: Satu set hewan, antara lain kucing atau yang lainnya.

Lakukan hal yang sama seperti untuk tanaman, tetapi pada:

(Cukup satu set contoh untuk masing-masing a, b, c, d, dan e)

- a. Hewan peliharaan (kucing, anjing, atau lainnya).
- b. Hewan ternak (ayam, kambing, sapi, atau lainnya).
- c. Keong-keongan.
- d. Serangga (kupu-kupu, capung, atau lainnya).
- e. Burung atau ikan.

Hasil Pengamatan

Contoh tabel hasil pengamatan:

Materi tanaman	Sifat yang diamati	Ciri 1	Ciri 2	Ciri 3	Keterangan/ Gambar
Biji Kacang-kacangan	warna kulit kacang kedelai	kuning (var.Lokon)	Hijau (var. Tidar)	Hitam (lokal Yogya)	Materi dari koleksi Lab. Genetika Ciri 1: Ciri 2: Ciri 3:
Dst					

Tabel 1.1.
Keragaman Pada Tanaman

Materi Tanaman	Sifat yang Diamati	Ciri 1	Ciri 2	Ciri 3	Keterangan/ Gambar
Biji Serealia					
Biji Kacang-kacangan					
Buah					

Materi Tanaman	Sifat yang Diamati	Ciri 1	Ciri 2	Ciri 3	Keterangan/ Gambar
Bunga					
Umbi-umbian					

Tabel 1.2.
Keragaman Pada Hewan

Materi Hewan	Sifat yang Diamati	Ciri 1	Ciri 2	Ciri 3	Keterangan/ Gambar
Hewan peliharaan					
Hewan Ternak					
Keong-keongan					
Serangga					

Materi Hewan	Sifat yang Diamati	Ciri 1	Ciri 2	Ciri 3	Keterangan/ Gambar
Burung atau Ikan					

Pembahasan dan Kesimpulan

Dalam membuat pembahasan dan kesimpulan ini, Anda harus memperhatikan:

1. masalah yang dihadapi dalam melaksanakan praktikum;
2. upaya mengatasi permasalahan yang ada.

Petunjuk Penulisan Laporan

Anda harus membuat laporan praktikum ini dengan memperhatikan

1. Isi laporan
2. Latihan yang diberikan
3. Format laporan

Laporan diketik di atas kertas kuarto dengan jarak 1,5 spasi.

Petunjuk Penyerahan Laporan

Laporan diserahkan kepada instruktur paling lambat 1 minggu setelah pelaksanaan praktikum atau sesuai dengan jadwal yang diberikan instruktur.

Penilaian

Laporan dinilai berdasarkan kelengkapan dan kejelasan isi laporan.

KEGIATAN PRAKTIKUM 2

Teori Peluang dan Uji Khi-Kuadrat

Tujuan

Setelah mengikuti praktikum ini Anda diharapkan dapat:

1. menghitung peluang;
2. menghitung uji khi-kuadrat;
3. menggunakan uji Khi-kuadrat dalam analisis genetika Mendel.

Latar Belakang

Salah satu penunjang mengapa Mendel berhasil membuat suatu model pewarisan yang kebenarannya diakui sampai saat ini adalah memanfaatkan metode-metode matematis untuk membantu menganalisis data yang dihasilkan. Untuk lebih mudah dan cepat memahami nisbah genetik (fenotipe, genotipe) generasi F₂ percobaan Mendel dapat dihitung dengan menggunakan kaidah-kaidah **peluang**.

Dalam membuat kesimpulan tentang populasi, umumnya diperoleh dari data penelitian secara sampling (pengambilan contoh). Untuk itu diperlukan suatu uji matematis/statistik agar dapat menganalisis data dan membuat kesimpulan dengan baik pada tingkat/selang kepercayaan tertentu. Salah satu uji statistik yang sering digunakan dalam menganalisis data percobaan genetika adalah **Uji-Khi-Kuadrat**.

Peluang Munculnya Suatu Kejadian

Peluang adalah ukuran dari kemungkinan, dan didefinisikan sebagai berikut.

$$\text{Peluang}(A) = \frac{\text{Frekuensi munculnya kejadian } A}{\text{Frekuensi total kejadian}}$$

Nilai peluang berkisar dari 0 (tidak mungkin terjadi) sampai dengan 1 (pasti terjadi). Bila sebuah mata uang logam yang kedua sisinya setimbang, salah satu sisi diberi tanda A dan sisi yang lain diberi tanda a, maka peluang munculnya A = 1/2. Peluang tersebut didapat dari banyaknya sisi A (=1)

dibagi dengan banyaknya sisi yang terdapat pada mata uang tersebut (=2).
Peluang yang sama berlaku untuk sisi $a = 1/2$.

Peluang Dua Kejadian Bebas

Kejadian A bebas dari kejadian B bila:

$$P(AB) = P(A) \times P(B)$$

Artinya: timbulnya kejadian A tidak dipengaruhi munculnya kejadian B. Dua mata uang yang dilemparkan secara bersamaan akan merupakan dua kejadian yang bebas satu sama lain. Munculnya sisi A pada mata uang pertama tidak akan mempengaruhi munculnya salah satu sisi pada mata uang yang kedua. Dalam hal ini, peluang munculnya secara serempak sisi A_1 pada mata uang pertama dan sisi a_2 pada mata uang yang kedua adalah:

$$P(A_1 a_2) = P(A_1) \times P(a_2)$$

Hal yang sama akan berlaku pada proses perkawinan. Jenis alel pada gamet betina (sel telur) tidak mempengaruhi jenis alel gamet tetua jantan (sperma/serbuk sari) yang akan membuahi, dan sebaliknya.

Uji Khi-Kuadrat

Dalam kaji genetik kita akan dihadapkan pada pendugaan frekuensi teoritik berdasarkan penyebaran data pengamatan, misalkan untuk kasus- i ($i = 1, 2, \dots, k$) diketahui frekuensi teori sama dengan n_1, n_2, \dots, n_k . Dari hasil pengamatan untuk kasus-kasus tersebut diperoleh banyaknya individu sama dengan N_1, N_2, \dots, N_k dan $(N_1 + N_2 + \dots + N_k - N)$. Bila data itu mengikuti frekuensi teoritik maka sebaran harapan data sama dengan $(n_1 \times N), (n_2 \times N), \dots, (n_k \times N)$. Untuk memutuskan dapat diterima atau tidaknya bahwa sebaran pengamatan sama dengan sebaran harapan, dilakukan pengujian dengan menggunakan kriteria statistika χ^2 (khi-kuadrat) sebagai berikut.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(N_i - n_i \cdot N)^2}{n_i \cdot N} \quad \text{atau}$$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Keterangan:

O : hasil pengamatan (**observed**)

E : harapan (**expected**)

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.3 berikut.

Tabel 1.3.
Tabel Uji-Khi-kuadrat

Kasus	Pengamatan	Hipotesis (Frekuensi teoritik atau Peluang)	Harapan	Khi-kuadrat
1	N1	n1	n1 × N	$\frac{(N1 - n1.N)^2}{n1.N}$
2	N2	n2	n2 × N	$\frac{(N2 - n2.N)^2}{n2.N}$
...
k	Nk	nk	nk × N	$\frac{(Nk - nk.N)^2}{nk.N}$
Total	N	1	N	$\frac{(Ni - ni.N)^2}{ni.N}$ (χ^2 - hitung)

Keputusan diambil berdasarkan kriteria sebagai berikut.

Bila χ^2 - hitung $\leq \chi^2$ db α , maka diterima bahwa sebaran pengamatan tidak berbeda nyata dengan sebaran harapan.

Sebaliknya bila χ^2 -hitung $> \chi^2$ db α , maka sebaran pengamatan berbeda dari sebaran harapan.

Nilai χ^2 db α atau χ^2 -tabel: dapat ditemukan pada tabel sebaran Khi-kuadrat dengan db (derajat bebas) = k-1; dan α ditentukan berdasarkan keperluan, biasanya $\alpha = 0,05$ (atau selang kepercayaan 95%).

Nilai χ^2 -tabel untuk $\alpha = 0,05$ dan db = 1 s/d 10 berturut-turut adalah:

1 = 3.841 2 = 5.9991 3 = 7.815 4 = 9.488 5 = 11.070

6 = 12.592 7 = 14.067 8 = 15.507 9 = 16.919 10 = 18.307



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Apa sebab Mendel berhasil membuat model pewarisan sifat makhluk hidup yang diakui kebenarannya?
- 2) Apa syarat terjadinya dua kejadian bebas?
- 3) Bila χ^2 hitung lebih kecil dari χ^2 tabel, apakah hasil pengamatan dapat diterima?

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk menyelesaikan latihan di atas, Anda dapat mempelajari kembali teori dalam Modul Genetika (BIOL4219) pada bagian yang relevan.



RANGKUMAN

Percobaan Mendel dalam mengungkapkan pewarisan sifat yaitu dengan persilangan kacang kapri yang mempunyai ciri-ciri yang mudah terlihat. Penghitungan proporsi kemunculan sifat pewarisan didasarkan atas kaidah “Peluang”. Sedangkan uji statistik yang sering digunakan dalam menganalisis data percobaan adalah uji khi Kuadrat.

**TES FORMATIF 2**

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Untuk lebih mudah dan cepat memahami nisbah genetik generasi F_2 , maka percobaan Mendel dapat dihitung dengan menggunakan kaidah
 - A. hipotesis
 - B. pindah silang
 - C. peluang
 - D. model genetika

- 2) Uji khi kuadrat dapat digunakan dalam menganalisis data percobaan genetika, salah satu faktornya karena
 - A. kita dihadapkan pada pendugaan frekuensi berdasarkan penyebaran data pengamatan apakah sama dengan sebaran harapan
 - B. ciri-ciri organisme dapat dikonversi menjadi angka skor
 - C. selang kepercayaan $< 50\%$
 - D. tidak mudah menghitung kemunculan sifat pewarisan

- 3) Pada proses perkawinan, terungkap bahwa jenis alel pada gamet betina tidak mempengaruhi jenis alel gamet jantan dan sebaliknya. Kita dapat menyebutkan kejadian tersebut sebagai
 - A. pewarisan terpaut
 - B. uji statistik peluang
 - C. frekuensi
 - D. kejadian saling bebas (dua kejadian yang bebas satu sama lain).

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Praktikum 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Praktikum 3. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Praktikum 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

Pelaksanaan Praktikum

- 1) Berapa peluang untuk masing-masing sisi sebuah dadu (bersisi enam)?
- 2) Bila tiga buah dadu dilempar secara bersama-sama, berapa peluang munculnya mata dua secara bersamaan pada ketiga buah dadu tersebut?
- 3) Dalam percobaan monohibrid Mendel, di antaranya diperoleh data berdasarkan fenotipe F2 sebagai berikut.

Sifat	Ciri Dominan	Ciri Resesif	Nisbah sebenarnya Dominan: Resesif
Bentuk biji	Bundar = 5474	Keriput = 1850	2.96 : 1
Warna bunga	Merah-ungu = 705	Putih = 224	3.15 : 1
Tinggi Tanaman	Tinggi = 787	Pendek = 277	2.84 : 1

Lakukan uji khi-kuadrat, apakah untuk masing-masing sifat tersebut di atas nisbah ciri dominan : ciri resesif = 3 : 1 atau (3/4 ciri dominan : 1/4 resesif).

Hasil Pengujian

Tabel 1.4.
Data F2 untuk sifat Bentuk Biji dari persilangan Bundar x Keriput

No.	Fenotipe F2	Pengamatan	Frek. Teoritik (Hipotesis)	Harapan	Khi-kuadrat
1.	Bundar	5474	3/4	.....	.....
2.	Keriput	1850	1/4	.....	.....
Total		7324	1		

Keterangan:

Tabel 1.5.
Data F2 untuk sifat Warna Bunga dari persilangan Merah-ungu x Putih

No.	Fenotipe F2	Pengamatan	Frek. Teoritik (Hipotesis)	Harapan	Khi-kuadrat
1.	Merah-ungu	705	3/4	.....	.....
2.	Putih	224	1/4	.....	.....
Total		929	1		

Keterangan:

Tabel 1.6.
Data F2 untuk sifat Tinggi Tanaman dari persilangan Tinggi x Pendek

No.	Fenotipe F2	Pengamatan	Frek. Teoritik (Hipotesis)	Harapan	Khi-kuadrat
1.	Tinggi	787	.....	.....	.....
2.	Pendek	277	.....	.....	.....
Total		1064			

Keterangan:

Pembahasan dan Kesimpulan

Dalam membuat pembahasan dan kesimpulan ini, Anda harus memperhatikan:

1. Masalah yang dihadapi dalam melaksanakan praktikum.
2. Upaya mengatasi permasalahan yang ada.

Petunjuk Penulisan Laporan Praktikum

Anda harus membuat laporan praktikum ini dengan memperhatikan:

1. Isi laporan.
2. Latihan yang diberikan.
3. Format laporan.

Laporan diketik di atas kertas kuarto dengan jarak 1,5 spasi.

Petunjuk Penyerahan Laporan

Laporan diserahkan kepada instruktur paling lambat 1 minggu setelah pelaksanaan praktikum atau sesuai dengan jadwal yang diberikan instruktur.

Penilaian

Laporan dinilai berdasarkan kelengkapan dan kejelasan isi laporan.

KEGIATAN PRAKTIKUM 3

Analogi Percobaan Monohibrid Mendel dan Segregasi F₂ Dihibrid Tanpa Pautan

Pada Kegiatan Praktikum 3 ini dibagi dalam 2 sub kegiatan praktikum yaitu:

1. Analogi Percobaan Monohibrid Mendel.
2. Segregasi F₂ Dihibrid Tanpa Pautan.

A. ANALOGI PERCOBAAN MONOHIBRID MENDEL

Tujuan:

Setelah melakukan praktikum ini diharapkan Anda dapat:

1. menjelaskan pengertian prinsip dan proses segregasi;
2. menjelaskan proses perpaduan gamet (pembuahan) suatu kejadian acak;
3. membuat diagram pola pewarisan monohibrid Mendel.

Latar Belakang

Hasil penelitian Mendel dengan melakukan persilangan berbagai varietas kacang kapri (*Pisum sativum*) untuk monohibrid menyimpulkan bahwa setiap **sifat** organisme ditentukan oleh **faktor**, yang kemudian disebut **gen**. Faktor tersebut diwariskan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Dalam setiap individu tanaman terdapat dua faktor (sepasang) untuk masing-masing sifat, yang kemudian dikenal dengan istilah sepasang (dua) alel; satu faktor berasal dari tetua jantan dan satu faktor lagi berasal dari tetua betina. Dalam penggabungan tersebut, setiap faktor tetap utuh dan selalu mempertahankan identitasnya. Pada saat pembentukan gamet, setiap faktor dapat dipisah kembali secara bebas. Peristiwa ini kemudian dikenal sebagai Hukum Mendel I, yaitu **Hukum Segregasi**.

Perbandingan fenotipe F₂ pada monohibrid untuk ciri dominan: ciri resesif = 3:1 terjadi karena adanya proses penggabungan secara acak gamet-gamet betina dan jantan dari tanaman F₁ pada saat pembuahan (fertilisasi) yang didahului dengan proses penyerbukan.

Bila sebuah mata uang logam yang kedua sisinya setimbang, salah satu sisi diberi tanda **A** dan sisi yang lain diberi tanda **a**, maka proses pelemparan

sebuah mata uang analog dengan proses pembentukan gamet pada individu monohibrid heterozigot **Aa**. Peluang munculnya gamet **A** (sisi A) akan sama dengan peluang munculnya gamet **a** (sisi a), yaitu $1/2$ (setengah) bila terjadi Segregasi (Hukum Mendel I). Sedangkan bila yang dilemparkan dua buah mata uang secara bersamaan, hal ini analog dengan proses pembuahan, yaitu proses bertemunya gamet jantan dan gamet betina merupakan dua kejadian bebas, dan prosesnya bersifat acak.

B. SEGREGASI F₂ DIHIBRID TANPA PAUTAN

Tujuan

Praktikum sub unit B. Segregasi F₂ Dihybrid Tanpa Pautan ini mempunyai tujuan, yaitu setelah melakukan praktikum ini diharapkan Anda dapat:

1. menjelaskan prinsip dan proses perpaduan bebas;
2. menganalisis dua gen penyusun data genotipe F₂ saling bebas atau terpaud;
3. menganalisis dua gen pengendali satu sifat (fenotipe) saling bebas atau terpaud;
4. menganalisis satu sifat fenotipe dikendalikan oleh satu gen atau dua gen.

Latar Belakang

Menurut Hukum Perpaduan Bebas (Hukum Mendel II), gen-gen akan bergabung satu sama lain secara bebas dalam proses pembentukan gamet. Berdasarkan teori peluang, munculnya gen-gen pada suatu gamet merupakan munculnya kejadian-kejadian secara serempak. Bila Hukum Mendel tersebut benar, maka peluang munculnya suatu kombinasi gen dalam satu gamet sama dengan hasil pengandaan peluang-peluang gen tunggal; yaitu peluang munculnya kejadian bebas.

Sudah diketahui bahwa proses penggabungan dua gamet pada saat pembuahan juga merupakan kejadian bebas; yang berarti juga peluangnya dapat digandakan. Karena itu untuk gen-gen bebas, peluang munculnya suatu genotipe sama dengan hasil pengandaan peluang munculnya alel-alel, misal untuk persilangan dihibrid:

$$AABB \times aabb \quad = \quad = \quad = \quad \blacktriangleright \quad F_1 : AaBb$$

Komposisi dan peluang gamet F1 adalah sebagai berikut.

1. Untuk gen tunggal: $A = \frac{1}{2}$ $B = \frac{1}{2}$
 $a = \frac{1}{2}$ $b = \frac{1}{2}$
2. Dihibrid: $AB = \frac{1}{4}$ $Ab = \frac{1}{4}$
 $aB = \frac{1}{4}$ $ab = \frac{1}{4}$

Pada generasi F2: hasil F1 x F1 akan diperoleh komposisi genotipe seperti berikut.

1. Untuk gen tunggal:

$AA:1/4$	$BB:1/4$
$Aa:2/4$	$Bb:2/4$
$aa:1/4$	$bb:1/4$
2. Dihibrid:
 - a. $AABB : 1/4 \times 1/4 = 1/16$
 - b. $AaBB : 2/4 \times 1/4 = 2/16$
 - c. $AaBB : 1/4 \times 1/4 = 1/16$
 - d. $AABb : 1/4 \times 2/4 = 2/16$
 - e. $AaBb : 2/4 \times 2/4 = 4/16$
 - f. $Aabb : 2/4 \times 1/4 = 2/16$
 - g. $Aabb : 1/4 \times 1/4 = 1/16$
 - h. $AaBb : 1/4 \times 2/4 = 2/16$
 - i. $Aabb : 1/4 \times 1/4 = 1/16$

Dari kombinasi genotipe tersebut dapat dikembangkan kombinasi fenotipe sesuai dengan determinisme genetik dari fenotipenya, seperti terlihat pada Tabel 1.3 (Tabel uji Khi-kuadrat)

Tabel 1.7.
Kombinasi Fenotipe F2 Dihybrid yang Telah Ditemukan dalam Populasi pada Berbagai Organisme Diploid

Perbandingan Fenotipe pada F2	AABE	AABb	AaBE	AaBb	AAbb	Aabb	aaBB	aaBb	aabb
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)
Kasus 1 9 3 3 1	←----- 9 -----→				←----- 3 -----→		←----- 3 -----→		←----- 1 -----→
Kasus 2 12 3 1	←----- 12 -----→						←----- 3 -----→		←----- 1 -----→
Kasus 3 9 3 4	←----- 9 -----→				←----- 3 -----→		←----- 4 -----→		
Kasus 4 9 7	←----- 9 -----→				←----- 7 -----→				
Kasus 5 13 3	←----- 13 (= 12 + 1) -----→							←----- 3 -----→	
Kasus 6 15 1	←----- 15 -----→								←----- 1 -----→

Kasus 1. : (9:3:3:1) Terjadi bila terdapat hubungan dominan resesif antara alel dalam satu gen. A dominan terhadap a; dan B dominan terhadap b; sedangkan antara kedua gen tersebut bebas dalam bersegregasi dan tidak terdapat hubungan fungsional dalam penampakan fenotipnya.

Kasus 2. : (12:3:1) Terdapat proses interaksi antara dua gen yang bersegregasi bebas. Dalam setiap lokus terdapat 2 alel yang mempunyai hubungan dominan-resesif. Salah satu gen dapat berekspresi apabila gen lain dalam keadaan resesif. Contoh yang terdapat dalam tabel 1.10 gen kedua (B) berekspresi seandainya pada gen pertama (A) terdapat genotipe homozigot resesif. Sebagai contoh yang baik adalah warna sekam pada gandum: Nelson Ehle telah memperlihatkan hasil perbandingan 12 hitam : 3 kuning : 1 putih pada populasi F2. Pada kasus ini terlihat bahwa alel A menghasilkan warna hitam; alel a menghasilkan warna terang dan alel B menghasilkan warna kuning dan alel b menghasilkan warna putih. Warna kuning atau putih dapat muncul seandainya warna sekam tersebut terang, atau lokus A bergenotipe

aa. Oleh karena itu akan diperoleh perbandingan sebagai berikut.

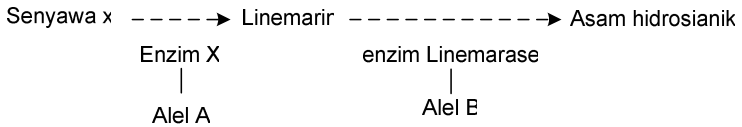
A-B- + A-bb	:	aaB-	:	aabb
(9/16 + 3/16)		3/16		1/16
hitam		kuning		putih

Kasus 3. : (9:3:4) Sama dengan kasus 2 bahwa gen kedua akan berekspresi hanya dalam genotipe tertentu dari gen pertama. Perbedaan dari kasus 2 ialah bahwa pada kasus 3, gen kedua hanya berekspresi seandainya gen pertama dalam keadaan dominan. Contoh dari kasus semacam ini diperoleh **Corren** (1912) pada bunga *Lini marocana*. Segregasi populasi F2 dari persilangan bunga merah terhadap bunga putih, diperoleh 9/16 ungu: 3/16 merah dan 4/16 putih. Warna putih menunjukkan tidak adanya antosianin pada bunga, dikendalikan oleh alel resesif (a). Alel dominan (A) akan mengendalikan antosianin, yang akan berwarna ungu dalam keadaan basa dan merah dalam keadaan asam. Suasana basa dikendalikan oleh alel dominan (B) dan suasana asam dikendalikan oleh alel resesif (b). Alel-alel pada lokus B ini akan berekspresi bila terdapat antosianin, artinya bila terdapat alel dominan A. Jadi perbandingan fenotipenya adalah:

A-B-	:	A-bb	:	aaB- + aabb
(9/16)		(3/16)		(3/16 + 1/16)
Ungu		Merah		Putih

Kasus 4. : (9:7)
A-B Kerja sama

Hal ini terjadi seandainya terdapat interaksi dalam proses pembentukan suatu zat. Suatu zat akan terbentuk seandainya terdapat dua enzim yang mengendalikan suatu rantai reaksi. Sebagai contoh adalah proses reaksi pembentukan **asam hidrosianik**:



Agar dapat terbentuk asam hidrosianik diperlukan adanya alel dominan baik lokus A maupun lokus B, maka akan diperoleh:

$$\begin{array}{l} A-B- \quad \quad \quad : A-bb + aaB- + aabb \\ (9/16) \quad \quad \quad (3/16 + 3/16 + 1/16) \\ \text{(hidrosianik)} \quad \quad \quad \text{(tanpa hidrosianik)} \end{array}$$

Kasus 5.: (13:3)
A-B Antagonis

Perbandingan ini dihasilkan oleh interaksi dua gen. Suatu alel dominan B akan mengendalikan pembentukan suatu zat, jadi pada individu bergenotipe bb tidak akan terdapat zat tersebut. Alel dominan A pada gen yang lain akan menguraikan hasil pekerjaan gen B, sehingga zat tersebut tidak akan ada pada individu tersebut seandainya hadir alel A. Jadi jasad hidup tersebut akan mengandung zat itu seandainya bergenotipe aa pada suatu gen dan B- pada gen yang lain. Oleh karena itu akan diperoleh perbandingan berikut.

$$\begin{array}{l} A- B- + A-bb + aabb \quad \quad : \quad aaB- \\ (9/16) \quad (3/16) \quad (1/16) \quad \quad (3/16) \end{array}$$

Tanpa zat (13/16) Mengandung zat (3/16)

Kasus 6. : (15:1)

Perbandingan ini muncul seandainya dua gen mengendalikan suatu sifat. Misal warna merah dikendalikan baik oleh alel dominan A maupun alel dominan B. Kehadiran salah satu atau keduanya dari alel ini akan menghasilkan warna merah. Warna putih hanya akan muncul apabila jasad hidup itu mempunyai

genotipe aabb. Jadi akan diperoleh perbandingan berikut.

A-B- + A-bb + aaB-	:	aabb
(9/16 + 3/16 + 3/16)		1/16
merah		putih



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan Hukum Mendel I!
- 2) Buatlah bagan model pewarisan sifat warna bunga yang diuji pada praktikum sub kegiatan praktikum A (Analogi percobaan Monohybrid Mendel)!
- 3) Bila dalam pewarisan sifat warna bunga tersebut tidak terjadi dominan-resesif antara alel A dan a, tetapi bersifat “Dominan tak penuh”, maka:
 - a) Bagaimanakah nisbah fenotipe F₁ dan F₂nya?
 - b) Apakah hukum Mendel I tetap berlaku/terjadi? (dan Mengapa?).
- 4) Jelaskan Hukum Mendel II!
- 5) Buatlah bagan model pewarisan untuk sifat pada Data B dan Data C!
- 6) Jelaskan hubungan antara Hukum Mendel II dengan meiosis!
- 7) Jika pada proses pembentukan gamet organisme diploid tidak terjadi Hukum Mendel atau meiosis, bagaimana konsekuensi genetik bagi generasi berikutnya?

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk membantu Anda dalam menjawab latihan di atas pelajari kembali uraian teori dalam modul praktikum ini dan jika perlu bacalah modul mata kuliah Genetika pada bagian yang relevan. Jangan lupa bahaslah dengan instruktur Anda untuk lebih meyakinkan lagi.



RANGKUMAN

Gen diwariskan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Pewarisan atau proses penurunannya bersifat acak dan saling bebas antara satu gen dengan gen lainnya.

Dalam pemunculan sifat terhadap keturunannya (**Fenotipe**), walaupun secara genotipe terdapat dua macam gen tetapi sifat yang muncul hanya satu sifat saja karena adanya faktor alel dominan. Untuk mengetahui alel dominan dan alel resesif harus melalui percobaan-percobaan.



TES FORMATIF 3

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Dalam setiap individu tanaman terdapat sepasang faktor (alel) untuk masing-masing sifat. Pada saat pembentukan gamet setiap faktor dapat dipisah kembali secara bebas, peristiwa ini dikenal sebagai:
 - A. Hukum Mendel I (Segregasi)
 - B. Hukum pewarisan
 - C. Proses katabolisme
 - D. Proses penggabungan sifat

- 2) Pada saat pembentukan gamet, gen-gen akan bergabung satu sama lain secara bebas. Hukum genetika yang mengungkapkan hal itu adalah
 - A. Hukum pembuahan
 - B. Hukum Mendel II
 - C. Teori Fusi
 - D. Peluang kejadian bebas

- 3) Alel yang mengendalikan suatu sifat dalam genotipe dapat tidak muncul penampilan sifat pada keturunannya. Hal tersebut terjadi karena
 - A. Alel tersebut bersifat Dominan
 - B. Banyak alel tidak membedakan kemunculan sifat pada keturunan
 - C. Alel tersebut bersifat Resesif
 - D. Pengaruh lingkungan

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Praktikum 3.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Praktikum 4. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Praktikum 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

Percobaan 1:

Peluang munculnya alel A atau a dalam pembentukan gamet dari individu heterozigot Aa

Alat

Satu keping mata uang yang setimbang; masing-masing sisinya diberi tanda A dan a.

Prosedur

Lemparkan mata uang, dan sisi yang muncul di permukaan dicatat. Sisi ini dianggap sebagai alel yang dikandung oleh gamet yang dihasilkan. Misalkan bila munculnya sisi A maka dianggap bahwa gamet yang dihasilkan mengandung alel A. Pelemparan mata uang diulang sampai 200 kali dan setiap pelemparan sisi yang muncul dicatat. Setelah pelemparan selesai, banyaknya pemunculan masing-masing sisi dihitung. Kemudian diuji apakah penyebaran data sesuai dengan hipotesis bahwa kedua alel setimbang, atau $P(A) = P(a) = 1/2$.

Percobaan 2:

Penggabungan gamet (alel) pada saat pembuahan ($F1 \times F1$) (Peluang dua kejadian bebas)

Alat

Dua keping mata uang yang sisi-sisinya diberi tanda (A_1 dan a_1) untuk mata uang ke-1, dan tanda (A_2 dan a_2) untuk mata uang ke-2.

Prosedur

Lemparkan secara serempak kedua mata uang, dan catatlah kombinasi sisi mata uang yang muncul (yaitu: A_1A_2 ; A_1a_2 ; a_1A_2 dan a_1a_2). Lakukan pencatatan untuk masing-masing kombinasi dari 200 kali lemparan, kemudian ujilah apakah kemunculannya sisi dari setiap mata uang itu bebas satu sama lain atau tidak.

Percobaan 3:**Segregasi Fenotipe F2 Monohibrid**

Prosedur

Bila ternyata pada percobaan 2 tersebut terdapat kasus dominan resesif, alel A bersifat dominan terhadap alel a, dan diketahui bahwa alel A pembawa karakter warna bunga merah dan alel a pembawa karakter warna bunga putih. Ujilah fenotipe data percobaan 2 tersebut sesuai dengan hipotesis yang diperlukan.

Hasil Percobaan

Tabel 1.8.
Hasil Pembentukan Gamet dari Individu Heterozigot Aa (Monohibrid)
(Analogi dengan Pelemparan Sebuah Koin Berulang-ulang)

No.	Gamet/Alel (Sisi Koin)	Hasil Percobaan (Beri Tanda Turus)	Jumlah
1.	A	..........	.....
2.	B	..........	.....
Total:			

Tabel 1.9.
Penggabungan Gamet Hasil Perkawinan ($A_1a_1 \times A_2a_2$)

No.	Genotipe/Pasangan Alel (Pasangan Sisi Koin)	Hasil Percobaan (Beri Tanda Turus)	Jumlah
1.	A_1A_2	..... .....
2.	A_1a_2	..... .....
3.	a_1A_2	..... .....

No.	Genotipe/Pasangan Alel (Pasangan Sisi Koin)	Hasil Percobaan (Beri Tanda Turus)	Jumlah
4.	a_1a_2	..... .....
Total:			

Hasil Pengujian

Tabel 1.10.
Uji

No.	Gamet	Pengamatan	Frek. Teoritik (Hipotesis)	Harapan	Khi-kuadrat
1.	A	.....	.....	.....	.....
2.	a	.....	.....	.....	.....
Total:					

Keterangan:

Tabel 1.11.
Uji

No.	Gamet	Pengamatan	Frek. Teoritik (Hipotesis)	Harapan	Khi-Kuadrat
1.	A_1A_2	.....	.....	.....	.....
2.	A_1a_2				
3.	a_1A_2	.....	.....	.....	.....
4.	a_1a_2				
Total:					

Keterangan:

Tabel 1.12.
Uji

No.	Fenotipe F ₂	Pengamatan	Frek. Teoritik (Hipotesis)	Harapan	Khi- Kuadrat
1.	Merah	.....	.....	.....	.....
2.	Putih	.....	.....	.....	.....
Total:					

Keterangan:

Pembahasan dan Kesimpulan:

Dalam membuat pembahasan dan kesimpulan ini, Anda harus memperhatikan:

1. Masalah yang dihadapi dalam melaksanakan praktikum.
2. Upaya mengatasi permasalahan yang ada.

Percobaan 1: Segregasi F₂: Persilangan dihibrid untuk dua gen bebas

Alat:

Data hasil simulasi komputer untuk segregasi F₂ dihibrid (hasil persilangan F₁ × F₁) (Data A, Data B, dan Data C).

Prosedur

1. Lakukan pengelompokan data A hasil keluaran program simulasi komputer berdasarkan genotipenya, kemudian lakukan pengujian apakah dua gen yang menyusun genotipe-genotipe tersebut bebas atau tidak.
2. Lakukan pengelompokan untuk Data B. Bila terdapat hubungan dominan resesif antara alel-alel dalam setiap gen, lakukan pengujian apakah segregasi fenotipe tersebut sesuai dengan perbandingan Mendel untuk dihibrid (2 gen).

Percobaan 2: Segregasi F2: Dua gen bebas dengan interaksi fungsional

Alat

Data simulasi komputer untuk mono-karakter (satu sifat) fenotipe.

Prosedur

Lakukan pengelompokan data C ke dalam kelas-kelas fenotipe, kemudian lakukan pengujian apakah karakter tersebut dikendalikan oleh gen tunggal atau dua gen.

Data A: Segregasi Genotipe F2 dari persilangan (AABB x aabb)

1.	Aabb	aabB	aabB	AABB	aabB	aABB	aaBB	aaBB	AABB	AABb
2.	AaBb	AABb	Aabb	AabB	aaBb	aAbB	AaBB	AaBB	aABb	aabb
3.	Aabb	AAbb	AAbb	AaBb	AAbb	AabB	aaBB	aABb	AaBB	AAbb
4.	AABb	AABb	AabB	AaBb	aAbb	aabb	aaBb	aAbb	aaBB	aaBB
5.	AabB	aaBb	AAbB	AABb	AAbB	AaBb	AaBb	AAbB	aABB	aabb
6.	AABb	aABb	AaBB	aabb	AaBb	AabB	AAbB	aabb	AABb	AABb
7.	AaBb	aAbb	AabB	AAbb	AaBB	aABB	AABB	AABb	aaBb	aabB
8.	AabB	aabb	AaBB	AabB	AaBb	aaBB	aABB	aAbb	aABB	AABB
9.	AABb	aaBb	aabB	AabB	aabb	AaBB	AabB	AabB	aaBB	aABB
10.	aAbb	AABB	AaBB	AaBb	AaBb	aABB	aaBB	aaBB	AABB	aabb
11.	AaBb	aABb	aABB	aaBB	aAbB	aabb	aABb	AaBB	aaBB	aaBb
12.	aaBb	aAbB	aAbb	AabB	AABb	aAbb	aAbb	AaBb	AAbb	AABB
13.	aAbB	AaBb	aaBB	aabB	aabb	aabb	AaBB	aAbb	AaBB	AAbb
14.	aaBB	aabb	AAbb	AAbb	AaBb	AABB	aaBB	AAbb	aabb	aabB
15.	aaBB	aaBb	AaBB	aaBb	Aabb	AABB	AAbb	aAbb	aabB	AABb
16.	aabb	aaBB	aaBB	aAbB	AAbb	aAbb	aaBB	Aabb	Aabb	aaBB
17.	AAbb	aAbB	aaBB	AaBB	AaBb	AAbb	aaBB	AabB	AAbb	AABB
18.	aaBB	AaBb	AAbB	AABb	AAbb	AabB	AaBB	Aabb	AABB	aABb
19.	AAbB	AaBb	AABb	AABB	AaBb	aAbb	AABB	aabB	AABB	AaBb
20.	AaBB	aaBb	AAbB	AaBB	AaBB	AABb	AAbB	aabb	AAbb	aABB
21.	aabb	AABb	aaBB	aabB	aabb	aabb	Aabb	aaBB	AAbb	aaBb
22.	aabb	aaBb	aaBb	AaBb	aaBb	AABb	AAbB	aAbb	AaBb	aABb
23.	aabB	aabb	AaBb	aAbB	AAbB	aABB	aaBb	AABB	AAbb	aAbB
24.	aaBB	AABb	aabB	aABb	Aabb	Aabb	AaBb	AAbb	aABB	Aabb
25.	AaBb	AABb	aAbB	aaBB	AABb	aAbB	aabB	aABb	aABB	aabB
26.	aABB	AABb	aabb	AAbB	aaBb	aAbB	aaBB	AaBB	aabB	Aabb
27.	AaBb	aABB	Aabb	aaBB	AAbb	aaBb	aaBB	AaBb	Aabb	AABb
28.	Aabb	aaBb	AABb	aAbB	aabb	aaBb	AaBB	aABb	aABb	AABB
29.	Aabb	AaBB	Aabb	AabB	AABB	aabb	aaBB	aaBb	aABb	AaBB
30.	AaBB	aAbb	aaBB	aAbb	aAbb	Aabb	aABb	aaBB	aaBb	aABB
31.	aabb	AaBb	AabB	AABb	AaBb	aAbb	aabb	Aabb	aaBB	AAbb
32.	aabb	aaBb	AabB	aAbB	aABB	AAbb	aAbb	AabB	AABb	AabB
33.	Aabb	aaBB	AABb	Aabb	AaBb	AAbb	aabB	aaBb	aabb	aABB
34.	AaBB	aabB	aABb	aabb	AAbb	AABb	aabB	aABb	AaBb	AaBB
35.	AaBb	aABB	aabb	aaBb	aABB	aabb	AaBb	aABB	AaBb	aABB

36.	AABb	aAbB	aABB	aabB	AaBB	aAbb	AAbB	aaBb	aABb	AaBb
37.	aaBb	aABB	aABB	aAbB	AaBB	AABb	AAbb	AABB	Aabb	AABb
38.	aAbB	AAbB	AaBB	aabb	aABb	aabB	AaBb	aAbB	AaBB	AAbb
39.	aabb	aAbB	aABb	aaBb	AABb	aabb	aabb	AAbb	AABb	aABb
40.	aabb	aaBb	AABb	aAbB	AaBB	AabB	Aabb	AABb	AabB	AABB
41.	aABB	aaBB	AaBb	aaBb	AAbB	aabb	AAbb	aaBB	Aabb	aAbb
42.	AaBb	aAbB	AABB	aaBb	AaBb	AAbb	AABB	AABB	AAbb	aABb
43.	aaBb	AABb	aaBb	Aabb	AaBB	AABb	AAbb	AAbB	AaBB	aAbB
44.	aABB	aABB	aAbb	AabB	AABb	aaBB	AAbB	aaBb	AaBb	aABb
45.	aAbB	aaBb	aABB	AABB	aaBB	aaBB	aabB	AabB	Aabb	aAbb
46.	aaBb	aaBb	aAbB	aabb	AaBB	AAbb	aabb	aaBb	AaBB	AaBB
47.	aabb	Aabb	aaBB	aabb	aAbB	aAbB	AAbB	AAbB	AAbB	aAbb
48.	AABB	Aabb	aAbB	aabb	aABB	AaBb	AaBB	aABb	AABb	Aabb
49.	aABb	aAbB	AAbB	AAbB	AaBB	aabB	Aabb	aabb	aabb	aaBb
50.	aABB	Aabb	aaBb	AaBB	aABB	AABb	aAbb	aABb	aaBb	Aabb

Keterangan: Aa = aA; Bb = bB

Data B: Segregasi Fenotipe F2 Dihybrid

1.	PuKe	MeTi	MeTi	MeTi	MeKe	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	PuTi
2.	PuTi	MeKe	PuTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeKe
3.	MeTi	MeTi	PuTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	PuTi
4.	PuTi	MeTi	MeTi	MeKe	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeKe	MeKe
5.	MeTi	MeTi	PuTi	MeTi	MeTi	MeTi	PuTi	MeTi	PuKe	MeTi
6.	MeKe	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeKe	PuTi	MeKe	MeKe	MeTi
7.	MeTi	MeTi	MeKe	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeKe	MeKe
8.	MeTi	PuTi	PuTi	MeKe	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	PuKe	MeTi
9.	MeTi	MeKe	MeTi	MeTi	PuTi	MeKe	PuKe	MeTi	PuKe	MeTi
10.	MeKe	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	PuTi	MeKe	MeKe	PuTi
11.	MeKe	PuTi	MeKe	MeTi	MeTi	MeKe	MeTi	PuTi	MeTi	MeTi
12.	MeTi	MeKe	MeTi	MeTi	MeKe	PuKe	PuTi	MeTi	MeTi	MeTi
13.	MeTi	MeTi	PuTi	MeKe	PuKe	MeKe	MeKe	MeTi	MeTi	PuTi
14.	MeTi	PuTi	MeTi	PuTi	MeTi	PuTi	PuKe	MeKe	MeTi	MeTi
15.	MeTi	PuTi	MeKe	MeKe	PuKe	MeTi	MeTi	MeTi	PuKe	PuTi
16.	PuTi	MeTi	PuKe	MeTi	MeKe	MeTi	PuKe	MeTi	MeTi	PuTi
17.	PuTi	PuTi	MeKe	PuKe	PuKe	MeTi	PuTi	PuTi	MeKe	MeTi
18.	PuTi	PuTi	MeTi	PuTi	MeTi	PuTi	MeTi	PuTi	MeTi	PuKe
19.	PuTi	MeTi	MeTi	MeTi	PuTi	PuKe	PuTi	MeTi	MeTi	MeTi
20.	MeTi	PuKe	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeKe	MeKe	MeTi	MeKe
21.	MeKe	MeTi	MeKe	MeTi	PuTi	PuKe	PuKe	MeTi	MeKe	MeTi
22.	PuTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeKe	PuTi	PuTi	MeTi
23.	MeTi	MeTi	MeTi	PuTi	MeTi	MeTi	PuTi	MeTi	MeTi	PuTi
24.	MeTi	PuTi	MeTi	MeKe	MeKe	MeTi	PuKe	PuTi	PuKe	MeTi
25.	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeKe	PuTi	MeTi	PuKe	PuTi
26.	MeTi	MeKe	MeTi	MeTi	PuKe	MeTi	PuTi	PuKe	PuTi	MeKe
27.	MeKe	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	PuKe	MeKe	MeTi	MeTi	MeTi
28.	MeKe	PuTi	MeTi	MeTi	MeKe	MeTi	MeTi	MeTi	PuTi	PuTi
29.	MeTi	MeTi	MeKe	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeKe
30.	MeTi	PuKe	MeKe	MeKe	PuTi	MeTi	MeTi	PuTi	PuTi	MeTi
31.	MeTi	MeTi	PuKe	MeTi	MeKe	MeTi	MeTi	MeKe	MeTi	MeTi
32.	PuTi	PuKe	MeKe	MeTi	PuTi	MeTi	MeTi	PuTi	PuTi	PuKe
33.	MeKe	PuTi	MeTi	MeTi	MeKe	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi
34.	MeTi	MeTi	MeKe	PuTi	MeKe	PuKe	PuKe	PuKe	MeKe	PuTi
35.	MeTi	MeTi	PuKe	MeTi	PuTi	PuKe	MeKe	MeTi	MeTi	PuTi

36.	MeTi	PuKe	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	PuTi	MeTi
37.	PuTi	MeTi	MeKe	PuKe	MeTi	MeKe	PuTi	MeTi	PuTi	MeTi
38.	MeKe	PuTi	MeTi	PuKe	PuTi	PuTi	MeTi	MeKe	PuTi	MeTi
39.	MeTi	MeTi	MeTi	PuKe	MeKe	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi
40.	MeKe	MeTi	PuTi	PuTi	MeKe	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi
41.	MeTi	MeTi	PuTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeKe	MeTi
42.	MeTi	MeTi	PuTi	MeTi	MeKe	MeTi	PuTi	MeKe	MeKe	MeTi
43.	PuTi	MeTi	MeKe	MeKe	MeKe	PuTi	MeTi	MeKe	MeTi	MeTi
44.	MeTi	MeKe	MeTi	MeTi	MeTi	MeKe	MeKe	MeTi	MeKe	MeKe
45.	MeKe	PuTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeKe	MeTi	PuTi	MeTi	PuTi
46.	MeTi	PuKe	MeTi	MeKe	MeKe	PuKe	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi
47.	PuTi	MeTi	MeTi	MeTi	PuTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi
48.	PuTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeKe	MeTi	MeKe	MeKe	MeTi	MeTi
49.	MeTi	PuTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeTi	MeKe	MeTi
50.	PuTi	MeTi	MeKe	PuTi	MeTi	PuTi	MeKe	MeTi	PuTi	MeTi

Keterangan: Me : Merah Ti : Tinggi
 Pu : Putih Ke : Kecil

Data C. Data Fenotipe F2 (monokarakter) hasil persilangan (LI x MU)
(Keterangan: LI = Liar; MU = Mutan)

1.	LI	MU	MU	LI	MU	LI	LI	LI	MU	LI	MU	LI	LI
2.	MU	MU	MU	LI	MU	LI	LI	LI	LI	MU	MU	MU	MU
3.	MU	LI	MU	LI	MU	LI	MU	LI	LI	LI	MU	LI	MU
4.	MU	LI	LI	LI	LI	MU	MU	MU	MU	LI	LI	LI	LI
5.	LI	LI	LI	LI	LI	MU	LI	MU	MU	LI	LI	MU	MU
6.	MU	LI	LI	LI	LI	LI	LI	MU	LI	LI	MU	MU	MU
7.	LI	LI	LI	MU	LI	LI	LI	LI	LI	LI	LI	LI	MU
8.	LI	LI	LI	LI	LI	LI	MU	MU	LI	MU	LI	MU	LI
9.	MU	LI	MU	LI	LI	LI	MU	LI	MU	LI	MU	MU	LI
10.	LI	MU	MU	LI	LI	LI	MU	LI	LI	LI	LI	MU	MU
11.	LI	MU	LI	MU	MU	LI	LI	LI	LI	MU	MU	LI	LI
12.	LI	LI	MU	LI	LI	MU	MU	MU	LI	LI	LI	LI	MU
13.	MU	LI	MU	LI	MU	MU	LI	MU	MU	MU	MU	LI	MU
14.	LI	MU	MU	LI	MU	MU	LI	LI	MU	MU	MU	MU	MU
15.	MU	LI	LI	LI	MU	MU	MU	MU	LI	MU	MU	LI	MU
16.	MU	LI	MU	MU	MU	MU	MU	LI	MU	LI	LI	LI	LI
17.	LI	LI	MU	LI	LI	LI	MU	MU	MU	MU	LI	LI	LI
18.	LI	LI	LI	MU	LI	LI	MU	LI	MU	MU	LI	MU	LI
19.	LI	MU	LI	MU	MU	MU	LI	LI	MU	MU	MU	LI	LI
20.	LI	LI	LI	LI	LI	MU	LI	MU	MU	MU	MU	LI	MU
21.	LI	MU	MU	MU	LI	MU	LI	LI	LI	MU	MU	LI	MU
22.	MU	MU	LI	MU	LI	LI	LI	LI	LI	MU	MU	LI	LI
23.	MU	MU	LI	LI	LI	LI	MU	LI	MU	LI	LI	LI	LI
24.	LI	LI	LI	LI	MU	MU	LI	LI	MU	MU	MU	LI	MU
25.	LI	MU	LI	LI	LI	MU	MU	MU	LI	LI	LI	MU	MU
26.	LI	LI	LI	LI	MU	MU	LI	LI	MU	LI	LI	LI	LI
27.	MU	LI	LI	LI	LI	LI	MU	MU	MU	LI	MU	MU	LI
28.	LI	MU	MU	LI	LI	MU	LI	LI	MU	LI	MU	LI	LI
29.	MU	MU	LI	LI	MU	MU	MU	LI	LI	MU	MU	MU	LI
30.	LI	LI	MU	LI	MU	MU	LI	MU	LI	MU	MU	LI	MU
31.	LI	LI	MU	LI	MU	LI	MU	MU	LI	MU	LI	LI	MU
32.	MU	LI	LI	MU	MU	MU	MU	MU	LI	MU	LI	LI	LI
33.	LI	LI	MU	MU	MU	LI	MU	LI	MU	MU	MU	MU	LI
34.	LI	LI	LI	MU	MU	LI	LI	LI	LI	MU	MU	MU	LI

35.	LI	MU	MU	MU	LI	MU	LI	LI	MU	MU	LI	MU	MU
36.	LI	LI	LI	LI	LI	LI	MU	MU	LI	MU	LI	LI	MU
37.	MU	LI	MU	LI	MU	MU	LI	LI	LI	LI	LI	MU	MU
38.	MU	LI	LI	LI	LI	MU	MU	LI	MU	LI	MU	LI	MU
39.	MU	LI	LI	MU	LI	MU	LI	MU	LI	MU	MU	LI	LI
40.	MU	MU	LI	LI	LI	LI	LI	MU	MU	LI	MU	LI	MU
41.	MU	MU	MU	LI	MU	LI	LI	MU	MU	LI	LI	LI	LI
42.	MU	LI	MU	LI	MU	LI	MU	MU	LI	MU	LI	MU	LI
43.	MU	LI	LI	MU	MU	MU	LI	MU	LI	LI	MU	LI	LI
44.	LI	MU	MU	LI	LI	MU	LI	LI	MU	MU	MU	MU	LI
45.	LI	MU	LI	LI	MU	LI	MU	LI	LI	LI	LI	LI	LI
46.	LI	MU	MU	LI	LI	LI	MU	LI	LI	LI	LI	MU	LI
47.	LI	MU	LI	LI	LI	MU	LI	MU	LI	MU	LI	MU	LI
48.	MU	LI	LI	LI	MU	LI	MU	MU	LI	MU	LI	LI	MU
49.	LI	LI	MU	LI	MU	MU	MU	MU	LI	LI	MU	MU	LI
50.	LI	LI	MU	MU	MU	MU	LI	LI	MU	LI	MU	LI	LI
51.	MU	MU	MU	MU	LI	MU	LI	LI	MU	LI	LI	MU	MU
52.	MU	MU	MU	MU	LI	MU	LI	MU	MU	MU	MU	LI	MU
53.	MU	LI	MU	MU	LI	MU	LI	MU	MU	LI	LI	MU	LI
54.	LI	MU	MU	MU	LI	MU	LI	LI	LI	MU	LI	MU	LI
55.	MU	LI	MU	LI	LI	MU	LI	MU	LI	MU	MU	MU	LI
56.	LI	LI	LI	LI	MU	LI	LI	LI	LI	LI	MU	MU	MU
57.	MU	MU	LI	LI	MU	LI	MU	MU	LI	LI	LI	MU	MU
58.	LI	MU	MU	MU	MU	MU	MU	MU	MU	LI	LI	LI	LI
59.	MU	LI	MU	MU	LI	LI	LI	MU	LI	LI	LI	LI	MU
60.	MU	LI	LI	LI	LI	MU	MU	MU	MU	LI	MU	MU	MU
61.	LI	LI	MU	LI	MU	MU	MU	MU	LI	MU	MU	MU	MU
62.	LI	MU	MU	MU	MU	LI	MU	-	-	-	-	-	-

Hasil Penghitungan dan Pengujian

Tabel 1.13.
Pengujian Dua Gen Penyusun Genotipe-genotipe (Data A)

No.	Genotipe	Hipotesis	Pengamatan	Harapan	Khi-Kuadrat
1.	AABB	.....	.....	.....	.....
2.	AaBB	.....	.....	.....	.....
3.	aaBB	.....	.....	.....	.....
4.	AABb	.....	.....	.....	.....
5.	AaBb	.....	.....	.....	.....
6.	aaBb	.....	.....	.....	.....
7.	AAbb	.....	.....	.....	.....
8.	Aabb	.....	.....	.....	.....
9.	Aabb	.....	.....	.....	.....
Total		.....	.....	.....	.....

Keterangan:

Tabel 1.14.
Uji Segregasi Fenotipe Terhadap Perbandingan Mendel (Data B)

No.	Fenotipe	Hipotesis	Pengamatan	Harapan	Khi-kuadrat	Genotipe
1.	MeTi	.....	.....	.....	.....	.....
2.	MeKe	.....	.....	.....	.....	.....
3.	PuTi	.....	.....	.....	.....	.....
4.	PuKe	.....	.....	.....	.....	.....
Total		.....	.....	.....	.....	.....

Keterangan:

Tabel 1.15.
Uji jumlah Gen Pengendali Karakter (Data C)

No.	Fenotipe	Hipotesis	Pengamatan	Harapan	Khi-kuadrat	Genotipe
1.	Liar	.....	.....	.....	.....	.....
2.	Mutan	.....	.....	.....	.....	.....
Total		.....	.....	.....	.....	.....

Keterangan:

Pembahasan dan Kesimpulan:

Dalam membuat pembahasan dan kesimpulan, Anda harus:

1. Melengkapi pembahasan ini dengan model/bagan persilangan dengan genotipenya.
2. Merinci masalah yang dihadapi dalam melaksanakan praktikum.
3. Bagaimana upaya mengatasinya.

Petunjuk Penulisan Laporan

Anda harus membuat laporan praktikum ini dengan memperhatikan:

1. Isi laporan.
2. Latihan yang diberikan.
3. Format laporan.

Laporan diketik di atas kertas kuarto dengan jarak 1,5 spasi.

Petunjuk Penyerahan Laporan

Laporan diserahkan kepada instruktur paling lambat 1 minggu setelah pelaksanaan praktikum atau sesuai dengan jadwal yang diberikan instruktur.

Penilaian

Laporan dinilai berdasarkan kelengkapan & kejelasan isi laporan.

KEGIATAN PRAKTIKUM 4**Pengamatan Kromosom Periode mitosis
Pada Akar dan Pembuatan Kariotipe
Kromosom Eukariot**

Pada Kegiatan Praktikum 4 ini, Anda melakukan kegiatan:

1. Pengamatan Kromosom Periode Mitosis pada Akar,
2. Pembuatan Kariotipe Kromosom Eukariot.

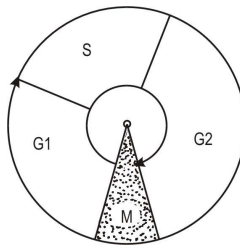
**A. PENGAMATAN KROMOSOM PERIODE MITOSIS PADA
AKAR**

Setelah melakukan praktikum ini diharapkan Anda dapat:

1. mengetahui bagian tanaman dengan sel-sel aktif melakukan pembelahan mitosis;
2. menyebutkan dan melakukan tahapan sederhana pembuatan preparat pengamatan kromosom dari ujung akar tanaman;
3. mengetahui dan mengamati fase-fase dalam mitosis.

Latar Belakang

Kromosom eukariot disusun oleh dua unsur utama, yaitu DNA dan protein histon. Pada sel yang aktif kromosom berada dalam bentuk serat atau benang DNA yang tidak dapat diamati di bawah mikroskop cahaya. Pada periode pembelahan sel (periode M, gambar 1.1), kromosom akan menebal dan memendek. Proses penebalan ini dilakukan melalui penggulangan dalam beberapa tahap, serat DNA berasosiasi dengan protein histon membentuk nukleosom, serat DNA dengan nukleosom menggulung membentuk selenoid, selanjutnya terjadi lagi proses penggulangan hingga dihasilkan bentuk kromosom. Penggulangan maksimum akan terjadi pada metafase yang menghasilkan gulungan dengan garis tengah 6000°Å .



Keterangan :

- M : periode mitosis
- G1 : pertumbuhan
- S : sintesis DNA
- G2 : pertumbuhan

Gambar 1.1.
Daur Hidup Sel Eukariot



(A)



(B)

Gambar 1.2.
(A) Sel eukariot aktif (interfase)
(B) Sel eukariot pada metafase

Pembelahan sel

Untuk memperoleh sel-sel dalam keadaan yang membelah, perlu diketahui tempat dan waktu sel melakukan pembelahan, serta bagaimana cara pengambilan contohnya.

Tempat

Pembelahan sel berlangsung pada jaringan yang merupakan titik tumbuh (meristem) atau sel-sel induk gamet. Pada titik tumbuh, misal pada ujung

akar atau pucuk, terjadi pembelahan secara **mitosis**: yaitu satu sel akan membelah menjadi dua sel yang mempunyai kromosom yang identik dengan kromosom sel sebelumnya. Pembelahan secara **meiosis** terjadi pada saat pembentukan gamet yang terdapat pada bunga (testikul ovarium). Di luar jaringan/sel tersebut, pembelahan tidak akan terjadi dan sel akan berada pada keadaan aktif, dengan kromosom terurai dalam bentuk benang DNA yang tidak tampak di bawah mikroskop cahaya.

Waktu

Dalam mempelajari morfologi kromosom dengan menggunakan mikroskop, perlu dilakukan pengamatan pada saat kromosom mempunyai ukuran diameter maksimum. Untuk tujuan tersebut perlu dilakukan pengambilan contoh yang baik, yaitu selain harus diambil dari bagian jaringan yang sedang membelah juga harus dilakukan pada waktu yang tepat sehingga bisa didapatkan fase-fase mitosis.

Pengambilan Contoh

Untuk memperoleh contoh sel-sel yang berada pada tahap-tahap pembelahan (mitosis atau meiosis), pengambilan contoh jaringan atau sel yang sedang membelah harus diberhentikan prosesnya. Penghentian dilakukan dengan cara memotong ujung akar atau pucuk tanaman untuk mitosis dan merendamnya dalam larutan fiksatif.

Pewarnaan

Dalam pengamatan mikroskopis, agar kromosom tampak jelas harus dilakukan pewarnaan yang dapat membedakan dari bagian lainnya (pewarnaan selektif). Pewarnaan selektif ini dapat dilakukan dengan cara hanya mewarnai bahan yang terdapat dalam kromosom, yaitu DNA. Pada sel eukariot bagian terbesar DNA terdapat pada inti, lebih tepatnya pada kromosom. Meskipun DNA terdapat juga pada sitoplasma, yaitu pada mitokondria dan kloroplas, tetapi jumlahnya hanya sedikit sehingga tidak menghasilkan warna oleh pewarna seperti asam fuchsin, aceto carmin, atau aceto-orcein.

Tahapan Mitosis

Mitosis terbagi atas empat tahapan yaitu: Profase, Metafase, Anafase, dan Telofase. Tahap sel di luar periode pembelahan disebut Interfase yang

meliputi periode G_1 , S dan G_2 pada daur sel (lihat gambar 1.1). Dalam pengamatan mikroskopis tahapan-tahapan tersebut mempunyai ciri-ciri khusus.

Profase. Proses pembelahan kromosom yang terjadi pada tahap ini terbagi atas tiga bagian, yaitu:

1. Profase awal: proses penebalan kromosom mulai berlangsung menghasilkan inti menjadi berwarna.
2. Profase tengah: benang kromosom mulai terlihat nyata dengan ukuran yang masih panjang.
3. Profase akhir: kromosom terlihat jelas dalam bentuk kromatid yang masih menempel pada sentromernya.

Metafase. Pada tahapan ini muncul benang gelendong dari dua kutub yang berbeda dan menarik kromosom melalui sentromer. Kromosom terlihat pada bidang metafase.

Anafase. Kromosom bersaudara dalam masing-masing kromatid berpisah dan bermigrasi ke arah dua kutub yang berlawanan.

Telofase. Kromosom yang telah terpisah berkumpul pada dua kutub yang berbeda, dan disusul oleh terbentuknya dinding sel yang membentuk dua sel.

Interfase. Pada tahapan ini kromosom tidak tampak, sel terlihat hanya terbagi atas inti dan sitoplasma.

B. PEMBUATAN KARIOTIPE KROMOSOM EUKARIOT

Tujuan

Setelah melakukan praktikum ini diharapkan Anda dapat:

- membuat kariotipe (kariogram dan idiogram) kromosom;
- mengetahui jumlah kromosom, pasangan kromosom homolog dan tipe kromosom suatu organisme.

Latar Belakang

Salah satu ciri khas kehidupan yang membedakan makhluk hidup dari benda non-hayati adalah bahwa makhluk hidup dibentuk oleh sel. Sel merupakan satuan dasar kehidupan, dan sel merupakan sistem hayati yang paling besar.

Ada dua jenis sel, yaitu sel **prokariot** dan sel **eukariot**. Perbedaan utama antara sel prokariot dan sel eukariot adalah ada tidaknya kompartementasi di dalam sel yang didukung oleh adanya membran hayati. Kompartementasi yang paling utama adalah ada tidaknya membran hayati yang memisahkan bagian inti (nukleus) dan bagian sitoplasma.

Perbedaan antara sel prokariot dan eukariot dapat juga dilihat dari organisasi material genetiknya (DNA). DNA pada sel prokariot berbentuk cincin (lingkar) dan terdapat pada sitoplasma, karena tidak mempunyai membran inti. Kondensasi dapat terjadi tetapi relatif sederhana dengan bantuan kompleks protein. Sedangkan DNA pada sel eukariot bersifat linear dan umumnya lebih panjang dari DNA prokariot, serta diselubungi oleh membran inti. Pada saat proses pembelahan sel (meiosis/mitosis) DNA dengan protein histon membentuk nukleosom dan berkondensasi sehingga membentuk kromosom. Kromosom mencapai diameter maksimum pada fase metafase, dan foto kromosom pada fase ini biasanya yang digunakan untuk analisis kariotipe.

Pada eukariot, secara umum bentuk morfologi kromosom ditentukan oleh letak sentromer, panjang lengan kromosom, dan ada tidaknya satelit yang merupakan penyempitan sekunder. Sentromer merupakan bagian terakhir yang mengikat kromatid sebelum memisah, dan merupakan penyempitan primer.

Letak sentromer sering merupakan ciri khas dari setiap pasangan kromosom, Berdasarkan posisi sentromernya, kromosom dikelompokkan menjadi:

1. metasentrik: sentromer terletak di tengah-tengah kromosom;
2. alosentrik: sentromer terletak di ujung kromosom;
3. sub-metasentrik: sentromer lebih dekat pada salah satu ujung sentromer;
4. telosentrik: sentromer terletak sepertiga dari ujung kromosom.

Berdasarkan ukurannya kromosom dibagi atas kromosom berukuran:

1. panjang ($> 10 \mu\text{m}$);
2. sedang ($4-10 \mu\text{m}$);
3. pendek ($< 2 \mu\text{m}$);
4. pendek ($< 2 \mu\text{m}$).



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Dapatkah Anda menghitung jumlah kromosom pada sel bawang merah dengan metode kegiatan A (Pengamatan Kromosom Periode Mitosis pada akar)?
- 2) Jelaskan persamaan dan perbedaan penampakan kromosom pada fase-fase mitosis dan meiosis yang Anda amati pada Kegiatan A!
- 3) Berdasarkan kaidah Homogametik betina atau Heterogametik jantan pada kromosom seks manusia, apa jenis kelamin untuk kromosom manusia yang sedang Anda analisis?
- 4) Jelaskan kegunaan pembuatan kariotipe!

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk menjawab latihan di atas, kerjakanlah kegiatan Praktikum A dan B dari Kegiatan Praktikum 4 ini sehingga Anda memperoleh pemahaman lebih dalam dan bacalah kembali materi Praktikum dalam Kegiatan Praktikum 4 dan bahan ajar Genetika pada bagian yang relevan. Jangan lupa bahaslah juga dengan instruktur Anda.



RANGKUMAN

Pembelahan sel berlangsung pada jaringan yang merupakan titik tumbuh (meristem) atau sel-sel induk gamet. Pada sel-sel organ atau jaringan terjadi pembelahan mitosis, sedangkan pada sel-sel gamet terjadi pembelahan meiosis. Untuk mengamati pembelahan sel tersebut dilakukan pewarnaan pada potongan tipis melintang jaringan tertentu lalu dilihat di bawah mikroskop.

Melalui pengamatan pada gambar foto kromosom fase metafase yang baik akan tampak kromosom eukariot yang dimaksud pada Kegiatan Praktikum B. Berdasarkan posisi sentromernya lebih lanjut dapat dibuatkan kariotipenya.

TES FORMATIF 4

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Serat DNA dengan Nukleosom menggulung membentuk selenoid dan menggulung lagi membentuk kromosom yang tebal dan pendek terjadi pada fase
 - A. Profase
 - B. Telofase
 - C. Metafase
 - D. Anafase

- 2) Bahan pewarna DNA (kromosom) dalam percobaan kegiatan praktikum A pengamatan kromosom periode Mitosis pada akar adalah
 - A. Aceto orcein 2%
 - B. Giemsa 5%
 - C. Lugol
 - D. Iodofuchsin

- 3) Berdasarkan posisi sentromernya, kromosom yang diamati pada percobaan kegiatan praktikum B. (mengenai kariotipe) akan dapat dikelompokkan menjadi
 - A. Metasentrik dan alosentrik
 - B. Sub Metasentrik dan Telosentrik
 - C. Metasentrik, Alosentrik, Sub Metasentrik
 - D. Metasentrik, Alosentrik, Sub Metasentrik, dan Telosentrik

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 4 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Praktikum 4.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Praktikum 4, terutama bagian yang belum dikuasai.

PELAKSANAAN PRAKTIKUM

Alat-Alat, Bahan, dan Cara Kerja

Alat yang digunakan di antaranya:

1. pinset;
2. gelas penutup (**cover glass**);
3. alat pengetuk (pensil kayu);
4. cawan petri;
5. lampu spirtus;
6. gelas objek;
7. jarum bertangkai;
8. gelas arloji;
9. kertas penghisap/tisu;
10. mikroskop.

Bahan

Bahan tanaman yang digunakan untuk dipelajari adalah ujung akar bawang merah (*Allium sp.*).

Persiapan untuk mendapatkan akar bawang merah dapat dilakukan dengan cara mengecambahkan bawang merah dalam tempat (cawan) yang diberi kertas merang dan dibasahi dengan air.

Bahan kimia yang digunakan di antaranya aceto-orcein 2%, HCl 1N dan alkohol teknis.

Prosedur

Metode Rajang dengan Squash

1. Pemilihan akar: pilih akar yang panjangnya antara 1 – 3 cm, dan terlihat segar dengan ujung akar utuh/tidak patah.
2. Siapkan gelas arloji berisi HCl 1N
3. Akar terpilih dipotong sekitar 0.5 – 1.0 cm dari ujung akar dan ambil bagian ujungnya.
4. Fiksasi dan Pelunakan: masukkan dan rendam ujung akar pada HCl 1N dalam gelas arloji selama 15 menit, agar spesimen terfiksasi dan menjadi lunak.
5. Pewarnaan: pindahkan spesimen pada gelas objek bersih yang sudah ditetesi aceto-orcein 2%.
6. Perajangan: potong spesimen sekitar 1 mm dari ujung dan sisanya dibuang, kemudian dirajang menggunakan silet atau skalpel.
7. Tutup spesimen dengan gelas penutup dan dipanaskan di atas lampu spirtus; harus dijaga jangan sampai mendidih.

8. Lakukan **squash**/penyebaran: Letakkan gelas objek di atas kertas pengisap/kertas tisu, tutup dengan kertas yang sama dan lakukan sedikit penekanan. Selanjutnya tekan pada bagian salah satu sudut gelas penutup dengan ibu jari, bersamaan itu gelas penutup diketuk-ketuk dengan bagian ujung kayu kecil (pencil kayu) dengan arah dari tengah ke pinggir.

Pengamatan

Amati di bawah mikroskop dari pembesaran lensa objektif 10x, 45x, dan 100x. Buat gambar hasil pengamatan.

Hasil dan Pengamatan (gambar lengkap dengan keterangannya)

Profase Awal	Profase Tengah
Profase Akhir	Metafase
Anafase Awal	Anafase Tengah
Anafase Akhir	Telofase

Pembahasan dan Kesimpulan

Dalam membuat pembahasan dan kesimpulan ini, Anda harus memperhatikan:

1. masalah yang dihadapi dalam melaksanakan praktikum;
2. upaya mengatasi permasalahan yang ada.

Latihan

Latihan ini Anda lakukan dan dilaporkan bersama laporan kegiatan B (Pembuatan Kariotipe Kromosom Eukariot)

1. Dapatkah Anda menemukan semua fase mitosis pada preparat Anda?
2. Fase mitosis mana yang tampak paling banyak dijumpai? Bagaimana menurut Anda?
3. Pada fase mana paling mudah untuk menentukan macam dan jumlah kromosom?

Percobaan 1: Pembuatan Kariogram

Bahan

Bahan yang digunakan adalah gambar kromosom hasil penjiplakan menggunakan kertas transparan dari foto kromosom fase metafase yang baik.

Prosedur

1. Lakukan pengguntingan untuk masing-masing gambar kromosom hasil penjiplakan.
2. Setiap kromosom diberi nomor secara acak.
3. Lakukan pengukuran untuk lengan-lengan kromosom dengan menggunakan milimeter blok.
4. Menentukan rasio lengan kromosom dengan cara membagi panjang lengan yang panjang dengan panjang lengan yang pendek.
5. Lakukan pengukuran panjang total kromosom dengan cara menjumlah panjang lengan yang panjang dan pendek.
6. Menentukan pasangan kromosom dengan menggunakan metode pencar (**Scatter plot**), yaitu dengan memplotkan panjang total pada sumbu-Y dan rasio panjang lengan pada sumbu-X. Pasangan kromosom ditentukan berdasarkan dua titik yang berdekatan, dan bila terdapat lebih dari dua titik yang berdekatan maka pasangan kromosom ditentukan dari bentuk yang lebih berdekatan.
7. Membuat kariogram dengan cara mengatur pasangan-pasangan kromosom berdasarkan urutan dari rasio terkecil sampai terbesar.

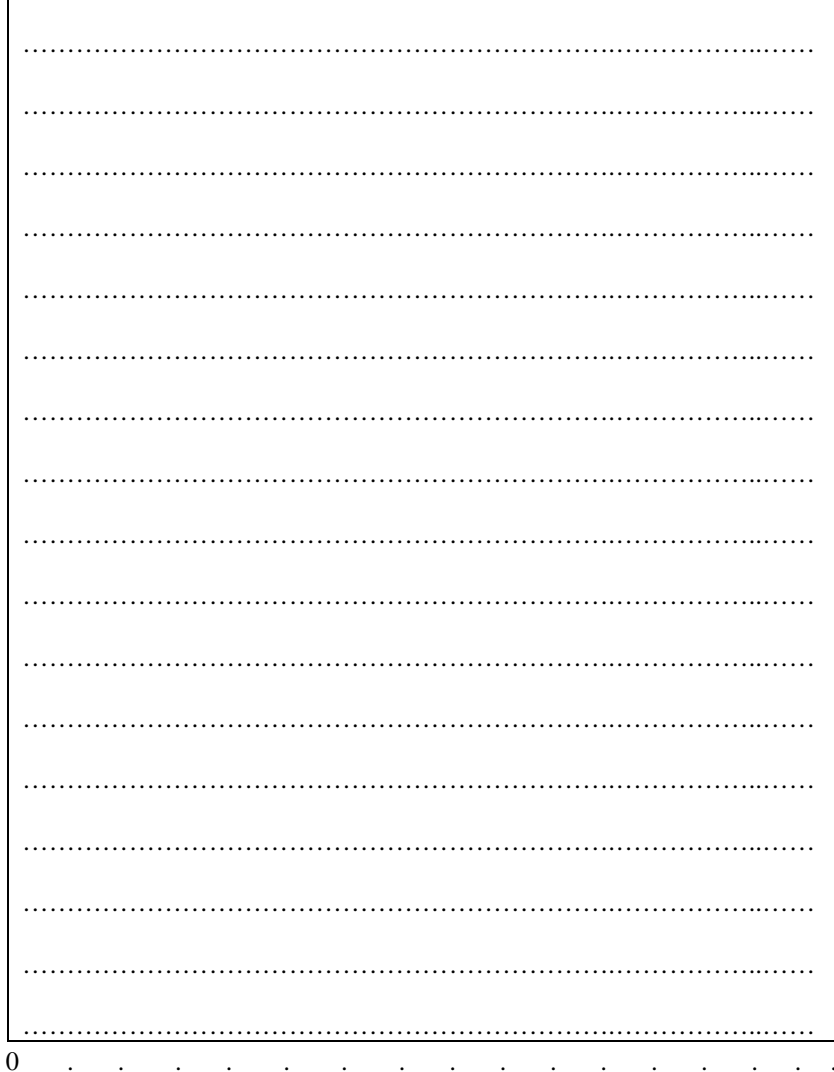
Percobaan 2: Pembuatan Idiogram

1. Panjang total setiap pasangan kromosom dirata-ratakan,
2. Dilakukan penyusunan kromosom berdasarkan urutan panjang total kromosom dari yang terpendek sampai yang terpanjang.
3. Pasangan kromosom selanjutnya dikelompokkan menurut rasionya, sebagai berikut.
 - a. Pasangan kromosom dengan rasio 1.0 s.d. 1.7 termasuk kelompok metasentrik.
 - b. Pasangan kromosom dengan rasio 1.7 s.d. 3.0 termasuk kelompok submetasentrik.
 - c. Pasangan kromosom dengan rasio 3.0 s.d. 7.0 termasuk kelompok subtelosentrik.
 - d. Pasangan kromosom dengan rasio lebih dari 7.0 termasuk kelompok telosentrik.



Gambar 1.3.
Kromosom Manusia

Panjang total Kromosom (mm)



Rasio lengan kromosom

Gambar 1.4.
Diagram Pencar Pasangan Kromosom Manusia

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
(21)	(22)	(23)		

Gambar 1.5.
Kariogram Kromosom Manusia

Tabel 1.16.
Data untuk Idiogram Kromosom Manusia

No.	Kelompok	Rasio lengan Kromosom	Nomor Pasangan Kromosom
1.	Metasentrik	1.0 – 1.7	
2.	Submetasentrik	1.7 – 3.0	
3.	Subtelosentrik	3.0 – 7.0	
4.	Telosentrik	> 7.0	
5.	Alosentrik	Sentromer di ujung	

Petunjuk penulisan Laporan Praktikum:

Anda harus membuat laporan praktikum ini dengan memperhatikan:

1. Isi laporan.
2. Latihan yang diberikan.
3. Format laporan.

Laporan diketik di atas kertas kuarto dengan jarak 1,5 spasi.

Petunjuk Penyerahan Laporan

Laporan diserahkan kepada instruktur paling lambat 1 minggu setelah pelaksanaan praktikum atau sesuai dengan jadwal yang diberikan instruktur.

Penilaian

Laporan dinilai berdasarkan kelengkapan dan kejelasan isi laporan.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) C
- 2) A
- 3) D

Tes Formatif 2

- 1) C
- 2) A
- 3) D

Tes Formatif 3

- 1) A
- 2) B
- 3) C

Tes Formatif 4

- 1) C
- 2) A
- 3) D

Daftar Pustaka

- Ayala, F.J. & J.A. Kiger Jr. (1980). *Modern Genetics*. Meulo Park-California: The Benjamin/Communings Pub. Co. Inc.
- Klug, W.S. & M.R. Cummings. (1991) *Concepts of Genetics*. 3rd edition. New York: Macmillan Pub. Co.
- Roderos, R.R. & R.C. Umaly. (1987). *Laboratory Exercises for Elementary Genetics*. Vibal, Quezon City.
- Winchester, A.M. (1991). *Laboratory Manual of Genetics*, Wm. C. Brown, Dubuque-Iowa.

[*Kembali ke Daftar Isi*](#)