

GENETIKA

Kompetensi

Siswa mampu memahami mekanisme, wahana dan visualisasi penurunan sifat

Indikator Kompetensi

Siswa mampu :

1. Menjelaskan macam-macam sifat makhluk hidup yang diwariskan kepada keturunannya
2. Menjelaskan gambaran proses penurunan sifat melalui persilangan
3. Menjelaskan pengertian homozigot, heterozigot, dominant, resesif, intermediate
4. Menjelaskan struktur kromosom
5. Menjelaskan fungsi kromosom dalam pewarisan sifat beda
6. Menjelaskan molekul DNA
7. Menjelaskan proses isolasi dan visualisasi DNA
8. Menjelaskan proses penterjemahan informasi yang dikandung oleh DNA menjadi protein

A. Sifat Beda Yang Diwariskan Dari Parental Kepada Keturunannya

Mungkin Anda pernah mendengar atau anda sendiri mengomentari tentang perbedaan fisik atau sifat dari teman-teman anda. Misalnya “Si Nita rambutnya bagus lurus seperti direbonding” sementara “Si Farhan mempunyai rambut keriting seperti Edi brokoli”. Atau “Si Rina hidungnya mancung sedangkan Si Arik pesek”. Atau anda perhatikan komentar lain yang mungkin sering anda dengar adalah: “Si Nadia itu wajahnya persis ibunya ya”. Atau “Si Nisa itu kok seperti orang Arab ya?”, “O, tentu saja, kakeknya ternyata orang Arab”, dst. Anda mungkin juga pernah membaca atau melihat, seorang petani selalu memilih biji dari tanamannya yang terbaik untuk digunakan sebagai bibit untuk penanaman berikutnya.

Tahukah anda apa yang menyebabkan perbedaan pada sifat makhluk hidup? Mengapa ada orang berambut lurus, sementara ada juga yang keriting, mengapa seseorang pemarah sementara yang lain sabar, mengapa tanaman yang satu lebih bagus (hasilnya banyak, buahnya besar, manis dll) sementara yang lainnya jelek? Agar anda memahami hal tersebut, pada materi ini akan dipelajari mengenai sifat beda dan persilangan dua individu dengan satu sifat beda atau lebih dari satu sifat beda.

KEGIATAN 1

Perbedaan dan Persamaan serta asal sifat suatu Individu

Kompetensi Dasar

Mengetahui adanya perbedaan dan persamaan diantara dua orang serta asal sifat-sifat tersebut.

Langkah Kerja

Amati ciri-ciri fisik dua orang temanmu. Tanyakan juga bagaimana ciri-ciri kedua orang tuanya dan atau kakek-neneknya. Kemudian, tuliskan hasilnya dalam tabel berikut:

No.	Ciri-ciri	Nama mahasiswa	Nama ibu	Nama ayah	Nama peserta	Nama ibu	Nama ayah	Kesimpulan
1.	Telinga							
2.	Rambut							
3.	Warna							
4.	kulit							
5.	Pipi							
6.	Dahi							
7.	Hidung							
8.	Wajah							
9.	Jari							
10.	Lidah							
11.	Mata							

Setelah melakukan kegiatan tersebut, jawablah pertanyaan berikut ini !

1. Apakah diantara kedua teman anda terdapat ciri-ciri yang sama? Apa saja ciri-ciri itu?
2. Apakah diantara kedua teman anda terdapat ciri-ciri yang berbeda? Apa saja ciri-ciri itu?
3. Apakah kedua teman anda tersebut mendapatkan ciri-ciri tersebut dari orang tua atau kakek-neneknya?
4. Apa yang dapat anda simpulkan mengenai sifat beda pada individu satu dengan individu lainnya ?
5. Apa yang dapat anda simpulkan mengenai asal sifat beda pada setiap individu?

B. Persilangan kapri untuk memahami pewarisan sifat beda

Adanya perbedaan pada makhluk hidup disebabkan oleh sesuatu yang diturunkan orang tua atau induk kepada keturunannya. Pada mulanya, orang berpendapat bahwa sifat-sifat bawaan diturunkan melalui darah. Akan tetapi pendapat ini sekarang tidak dibenarkan lagi. Sifat orang tua diturunkan kepada anaknya melalui sel kelamin (gamet). Ilmu yang mempelajari penurunan sifat adalah Ilmu Genetika.

Dalam mempelajari penurunan sifat anda akan menjumpai istilah-istilah yang menggambarkan lambang bagi generasi atau keturunan berikutnya. Adapun istilah-istilah tersebut adalah :

1. Induk atau tetua yang dinyatakan dengan parental (P);
2. Keturunan kesatu yang dinyatakan dengan filial satu (F_1)
3. Keturunan kedua yang dinyatakan dengan filial dua (F_2)
4. Keturunan ketiga yang dinyatakan dengan filial tiga (F_3)

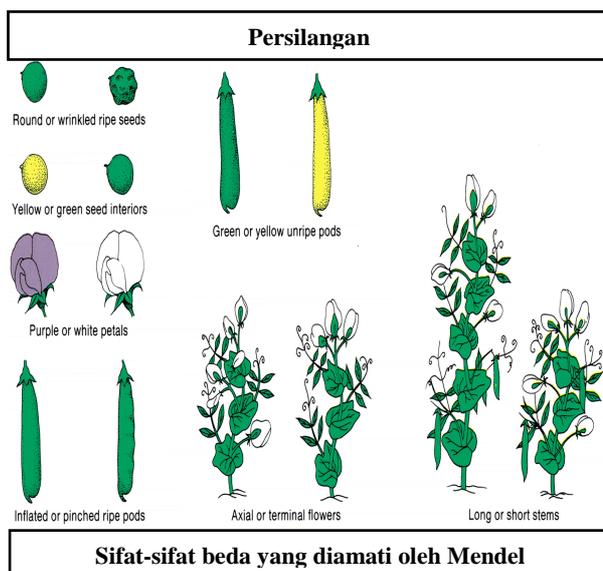
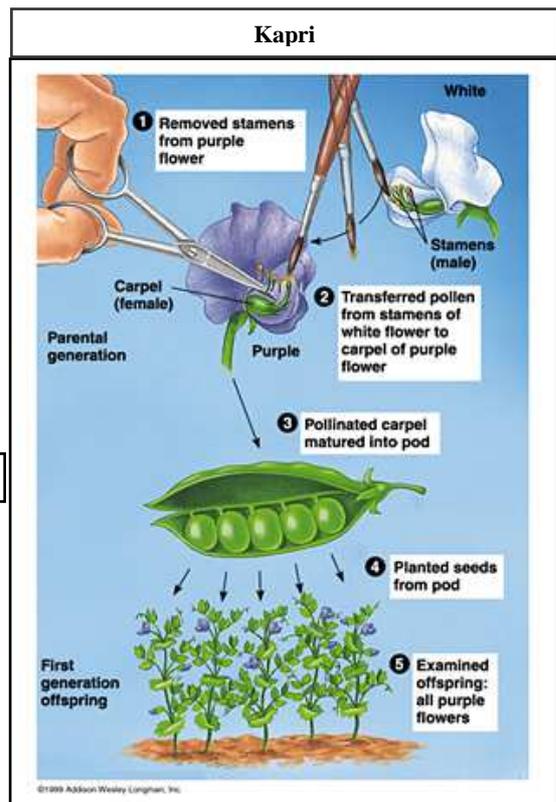
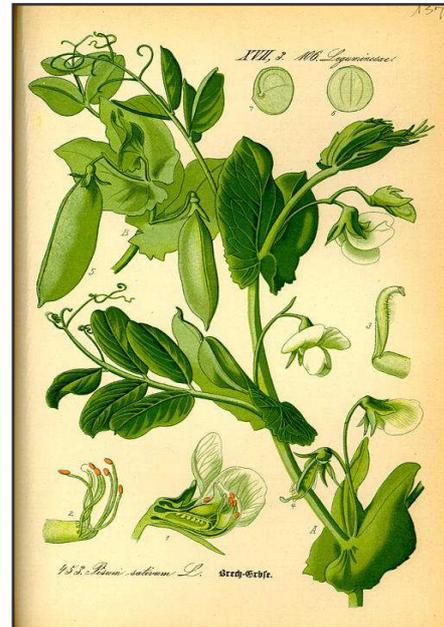
Dari kegiatan yang anda lakukan di atas, anda dapat mengetahui bahwa terjadi penurunan sifat yang berasal dari induk kepada filialnya (F_1, F_2, F_3, F_4) P merupakan induk dari F_1, F_2 merupakan induk dari F_2 , demikian seterusnya.

Bagaimanakah penurunan sifat itu terjadi ? Penurunan sifat kepada keturunannya terjadi melalui sel kelamin jantan dan betina. Artinya, proses penurunan sifat tidak akan terjadi apabila tidak terjadi perkawinan antar sel kelamin.

Orang yang pertama melakukan analisa penurunan sifat dan menuangkannya dalam bentuk angka-angka adalah Mendel dengan menggunakan tanaman kapri. Meskipun riset yang dilakukan Mendel menggunakan tanaman, tetapi prinsip-prinsip dasar penurunan sifat yang ditemukannya dapat diaplikasikan pada manusia dan hewan karena pada dasarnya mekanisme penurunan sifat pada semua makhluk hidup adalah sama.

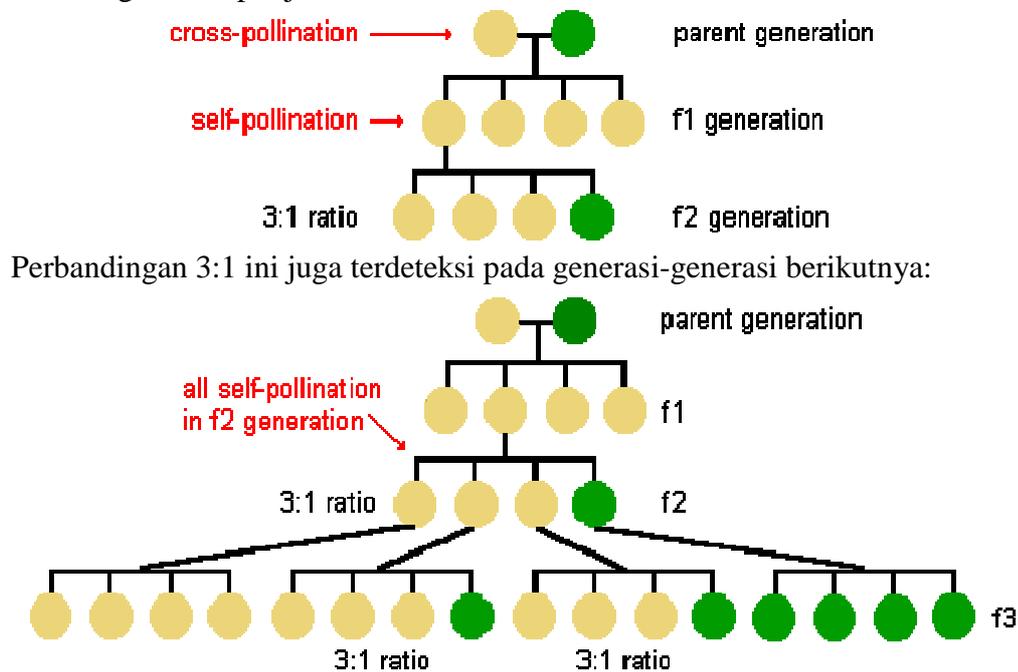
Mendel mengamati sifat-sifat beda pada tanaman kapri. Melalui persilangan dan seleksi tanaman kapri (*Pisum sativum*) pada beberapa generasi, Mendel menemukan bahwa beberapa sifat yang ditunjukkan oleh keturunan bukanlah merupakan gabungan (campuran) sifat parentalnya.

Sebagai contoh warna bunga kapri adalah ungu atau putih. Ketika tanaman kapri berbunga ungu disilangkan (dikawinkan) dengan tanaman kapri berbunga putih, keturunannya ternyata berbunga bukan intermediate antara putih dan ungu (misalnya ungu muda), tetapi justru ungu. Mendel mengamati bahwa ada tujuh sifat yang mudah diamati dan mudah dibedakan dan masing-masing hanya terdiri dari dua bentuk.



Berdasarkan hasil pengamatannya tersebut Mendel berhipotesis bahwa terdapat faktor penurunan sifat yang menghasilkan sifat-sifat tertentu. Faktor tersebut sekarang disebut sebagai gen. Untuk sifat tertentu terdiri dari sepasang alternative. Mendel memutuskan bahwa semestinya ada alternative gen untuk tinggi dan ada alternative gen untuk pendek. Bentuk alternative dari gen selanjutnya disebut alel. Untuk setiap sifat dari suatu organisma dikontrol oleh sepasang alel, satu alel berasal dari induk jantan, dan satu alel dari induk betina.

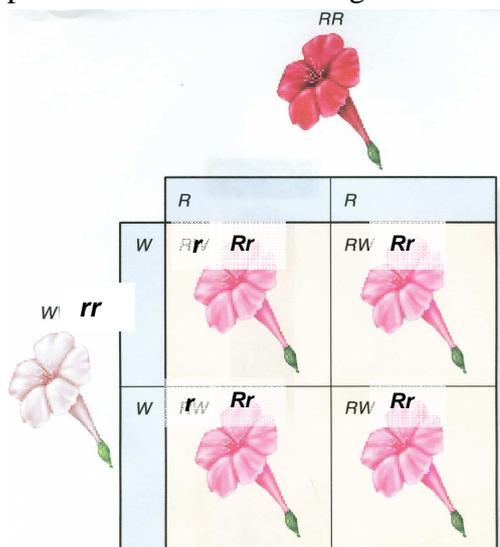
Mendel juga menemukan bahwa tanaman yang mempunyai bunga ungu selalu menghasilkan tanaman berbunga ungu. Tanaman ini mempunyai sepasang alel warna bunga ungu yang berasal dari parental jantan dan betina. Mendel menyebut tanaman ini homozigot. Mendel bertanya-tanya bagaimana kira-kira keturunan dari kalau parental berbunga ungu disilangkan dengan tetua berbunga putih. Ternyata dari persilangan tersebut dihasilkan tanaman berbunga ungu. Tanaman ini menerima alel ungu dari parental satu dan alel putih dari parental lainnya. Akan tetapi meskipun mempunyai alel ungu dan alel putih, tanaman tersebut berbunga ungu. Organisma seperti tanaman ini disebut oleh Mendel sebagai **heterozigot**. Pada tanaman heterozigot ini hanya alel ungu yang tereskrepsi, alel putih tersembunyi. Mendel menyebut alel yang selalu tereskrepsi ini **dominan**, sementara yang tersembunyi **resesif**. Pada persilangan tanaman yang menghasilkan biji kuning dengan tanaman berbiji hijau, Mendel mendapatkan bahwa generasi F1 selalu kuning. Akan tetapi generasi F2 selalu menghasilkan perbandingan 3:1 untuk kuning terhadap hijau.



Akhirnya Mendel menyimpulkan 3 hal penting bahwa :

1. Pewarisan suatu sifat ditentukan oleh suatu unit atau faktor yang diwariskan kepada keturunannya tanpa merubahnya. Unit ini disebut gen.
2. Setiap individu mewarisi satu unit tersebut dari masing-masing parental
3. Suatu sifat beda mungkin tidak muncul pada satu individu tetapi tetap dapat diwariskan kepada generasi berikutnya

Bila pada penelitian Mendel menggunakan kapri tidak pernah ditemukan adanya F_1 yang mempunyai sifat gabungan dari kedua parental, hal yang berbeda ditemukan pada penurunan sifat warna bunga *Mirabilis Jalapa*.



Dua alel :

- R - ungu
- r - putih

Tanaman RR ungu

Tanaman rr putih

Cross: RR x rr

Rr plants are pink!

Pada *Mirabilis* terlihat adanya gabungan sifat-sifat parental pada keturunan yang mendapatkan alel berbeda dari masing-masing parentalnya. Sehingga keturunan heterozigot tersebut mempunyai sifat intermediat antara putih dan ungu. Hal ini berarti kedua alel sama kuat sehingga fenotipe keturunan menjadi berwarna ungu muda. Warna tersebut diperoleh dari gabungan alel ungu dan putih.

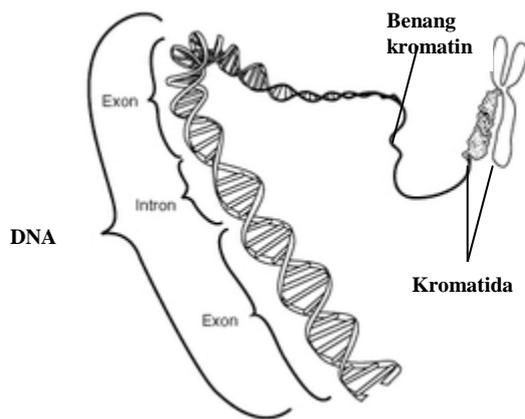
UJI PENGUASAAN KONSEP

1. Unit/faktor yang menentukan sifat beda disebut.....
2. Tanaman kapri yang mempunyai dua alel warna bunga ungu disebut
3. Tanaman berbunga ungu heterozigot mempunyai satu alel bunga ungu dan satu alel.....
4. Alel yang selalu terekspresi disebut alel.....
5. Alel resesif untuk gen tinggi tanaman adalah
6. Kombinasi alel apa saja yang mungkin dipunyai oleh tanaman berbunga ungu?
7. Mungkinkah tanaman berbunga putih heterozigot? Jelaskan jawaban anda.
8. Suatu tanaman kapri homozigot untuk warna biji kuning, tanaman lainnya homozigot untuk warna biji hijau. Kuning merupakan warna dominan untuk biji. Apakah warna biji keturunan dari persilangan keduanya?
9. 'Hetero' artinya berbeda. Apakah hubungan arti tersebut dengan istilah heterozigot?

C. Kromosom, wahana penurunan sifat

Setelah memahami bagaimana suatu sifat diturunkan melalui pemahaman proses persilangan, mungkin anda bertanya-tanya sebenarnya bagaimana sifat yang berada pada parental disampaikan kepada keturunannya? Wahana apa yang digunakan untuk membawa sifat tersebut sehingga dapat dikirim kepada keturunannya?

Wahana tersebut adalah kromosom. Kromosom terdapat di dalam inti sel. Kromosom tersusun atas gen yaitu suatu molekul DNA yang mengatur sifat hereditas. Misalnya, ada



gen yang mengatur atau menentukan sifat-sifat rambut keriting, hidung mancung atau kalau pada tanaman, tahan terhadap penyakit, bentuk telur, tinggi tanaman, bunga, warna, bentuk daun, dan rasa buah.

Kromosom ditemukan pada awal abad ke 19 merupakan struktur seperti benang pada inti sel yang nampak pada saat sel mulai membelah. Kromosom tersusun atas kromatin yang dibentuk oleh DNA. Masing-masing bagian dari kromosom yang berbentuk X diatas disebut

kromatida.

Bentuk dan jumlah kromosom pada setiap spesies berbeda. Misalnya, manusia mempunyai 46 kromosom, bawang ungu mempunyai 16, sedangkan sapi memiliki 60 kromosom. Berikut ini jumlah kromosom pada beberapa makhluk hidup.

No.	Makhluk Hidup	Jumlah Kromosom (2n)
1.	Manusia	46
2.	Buaya	32
3.	Kucing	32
4.	Sapi	60
5.	Anjing	78
6.	Kuda	64
7.	Ikan mas koi	94
8.	Lalat rumah	12
9.	Hydra	32
10.	Merpati	80
11.	Jagung	20
12.	Mawar	14
13.	Tembakau	48

Berdasarkan tabel tersebut, kromosom pada manusia berjumlah 46 buah (23 pasang) yang terdiri dari 23 kromosom dari ibu dan 23 dari ayah. Sel yang membawa kromosom dari ayah dan ibu tersebut dinamakan sel kelamin. Jadi, pada sel telur dan sperma manusia terdapat masing-masing 23 kromosom. Pembentukan sel kelamin dilakukan melalui proses meiosis. Selanjutnya melalui peleburan sperma dan sel telur yang

menghasilkan zigot yang mengandung 46 kromosom yang merupakan gabungan dari kedua orang tuanya. Oleh karena itu, hasil pembuahan itu disebut sel diploid, sedangkan sel yang mengandung 23 kromosom disebut sel haploid. Dengan demikian, sel kelamin mengandung setengah dari jumlah sel tubuh.

Dari 23 pasang kromosom, 22 pasang merupakan kromosom tubuh (autosom), sedangkan 1 pasang merupakan kromosom seks. Kromosom seks wanita adalah XX dan pria adalah XY.

UJI PENGUASAAN KONSEP

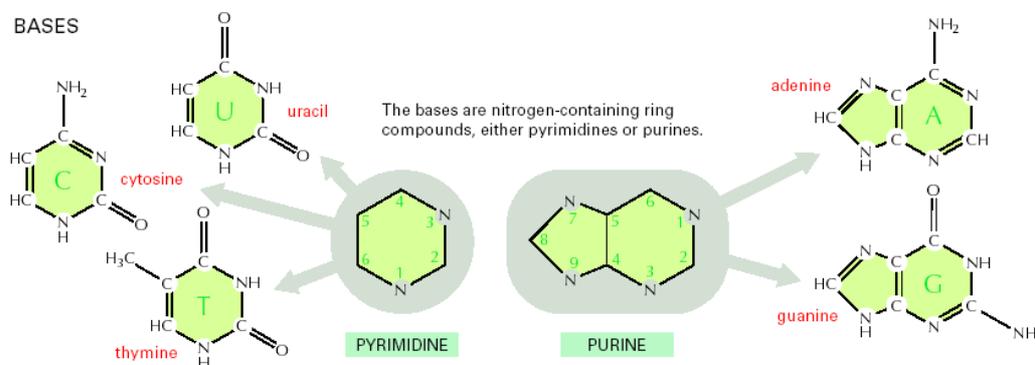
1. Di manakah letak kromosom?
2. Tersusun atas apakah kromosom tersebut?
3. Dimanakah letak gen?
4. Mengapa kromosom selalu berpasangan?
5. Apakah hubungan antara pasangan kromosom dengan alel?

D. Struktur DNA, Replikasi DNA DAN Sintesis Protein

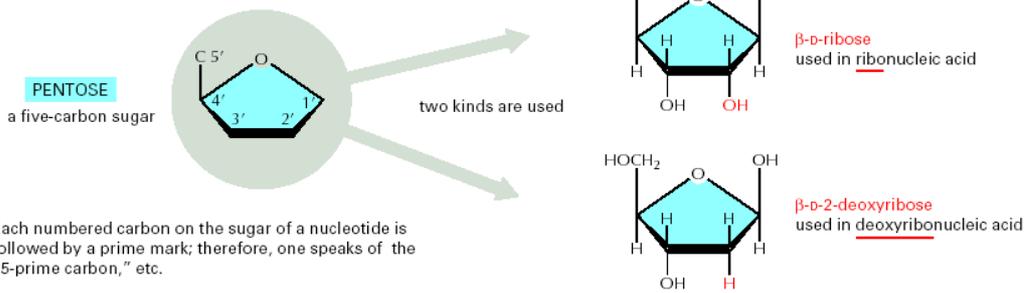
1. Struktur DNA

Setelah ditemukan bahwa kromosom mengandung informasi genetik, para ilmuwan bertanya-tanya apakah gerakan molekul yang menyusun kromosom tersebut. Kemudian ditemukan bahwa kromosom tersusun atas molekul yang besar yang disebut DNA (*deoxyribonucleic acid*)

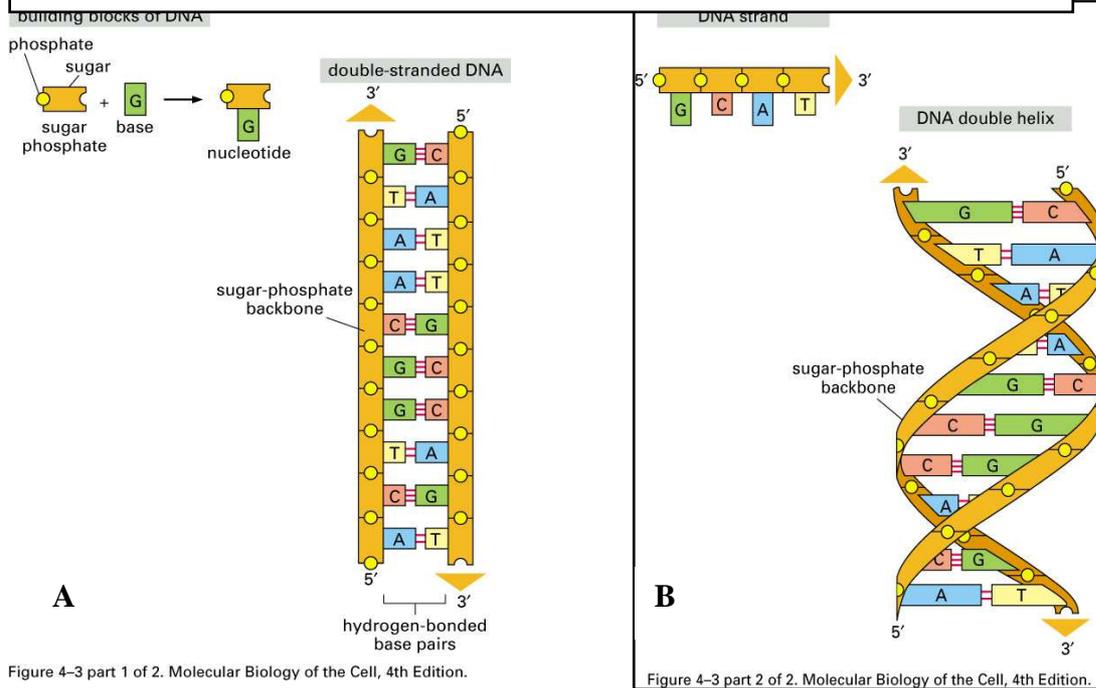
Pada tahun 1953, James Watson and Francis Crick menemukan struktur molekul DNA tersebut. DNA berbentuk seperti tangga, dimana kerangka kiri dan kanan adalah tulang punggung DNA yang tersusun atas gula deoksiribosa dan fosfat, dan anak tangganya adalah sepasang basa nitrogen yang dihubungkan oleh ikatan hydrogen. Basa nitrogen terdiri dari dua kelompok yaitu purin dan pirimidin. Basa purin terdiri dari guanine dan adenine, sedangkan basa pirimidin terdiri dari sitosin dan timin. Purin selalu berpasangan dengan pirimidin (A-T, G-C).



SUGARS

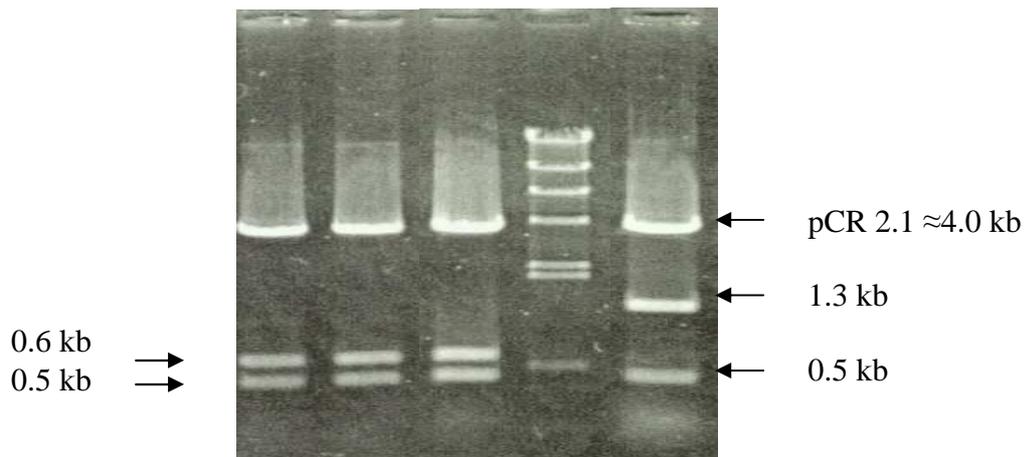


Struktur basa pirimidin (sitosin, timin dan urasil), purin (adenine, guanine), gula pentosa, RNA dan DNA



Pembentukan struktur DNA dari gula, fosfat dan basa nitrogen (A). Struktur DNA double helix

Berdasarkan apa yang sudah anda pelajari di depan, organisma yang mempunyai sifat berbeda, akan mempunyai gen yang berbeda. Sedangkan gen secara molekuler adalah berupa molekul DNA yang menyusun kromosom. Dengan demikian bila DNA organisma yang berbeda dikeluarkan dari inti sel dan ditampakkan melalui media tertentu, maka akan dapat dilihat adanya perbedaan tersebut.

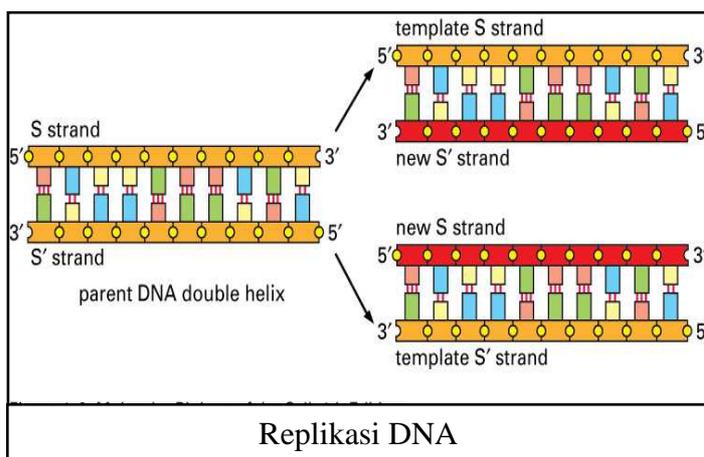


Visualisasi fragmen DNA dengan ukuran berbeda dengan elektroforesis agarosa

Dengan teknologi biomolekuler sekarang ini, kita bisa mengeluarkan DNA dari dalam inti sel, memisahkannya dari komponen sel yang lainnya dan memvisualisasikannya menggunakan teknik elektroforesis gel agarosa. Elektroforesis gel agarosa bekerja dengan prinsip 'saringan'. Semakin kecil konsentrasi agarosa yang digunakan, lubang-lubang saringan semakin besar, sehingga DNA atau potongan (fragmen) DNA dengan ukuran yang berbeda akan dapat dipisahkan. Fragmen yang berukuran lebih kecil akan bergerak lebih jauh/cepat dibandingkan dengan fragmen ukuran lebih besar.

2. Replikasi DNA

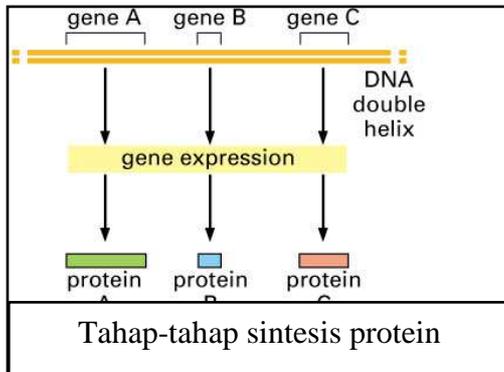
Pada saat pembelahan sel baik mitosis maupun meiosis, terdapat tahapan penggandaan kromosom membentuk sister kromatida. Secara molekuler proses ini didahului dengan pembentukan kopi DNA. DNA dobel heliks dapat dikopi secara



persis karena masing-masing untai mengandung sekuen nukleotida yang persis berkomplemen dengan sekuen untai pasangannya. Masing-masing untai dapat berperan sebagai cetakan untuk sintesis dari untai komplemen baru yang identik dengan pasangan awalnya.

3. Sintesis Protein

Untuk menterjemahkan DNA menjadi sifat beda seperti yang sudah anda amati pada manusia ataupun yang diamati Mendel pada kapri, dilakukan proses sintesis protein. Protein ini selanjutnya akan berperan dalam membentuk morfologi dan metabolisme tertentu di dalam tubuh organisma sehingga akhirnya dapat kita amati sebagai suatu sifat beda. Proses sintesis protein terbagi atas transkripsi dan



translasi. Saat menjelang proses transkripsi berjalan, didahului signal dari luar akan kebutuhan suatu protein atau molekul lain yang dibutuhkan untuk proses pertumbuhan, perkembangan, metabolisme, dan fungsi lain di tingkat sel maupun jaringan.

UJI PENGUASAAN KONSEP

1. Apakah molekul dasar dari kromosom?
2. Apa saja tahap-tahap sintesis protein?
3. Dengan basa nitrogen apakah guanin berpasangan?
4. Melalui proses apakah DNA menggandakan dirinya sendiri?
5. Mengapa kromosom dari organisma yang berbeda umumnya berbeda?

LEMBAR KERJA GENETIKA

Tujuan

1. Memahami sifat dominan dan resesif
2. Membuktikan Hukum Mendel I

Pengantar

Gen adalah faktor pembawa sifat yang membawa informasi dari orang tua kepada keturunannya. Salah satu gen yang akan dibahas dalam kegiatan ini adalah gen pembawa sifat tekstur rambut pada manusia yaitu : gen lurus dan gen keriting. Diantara kedua gen ini ada yang bersifat dominan (mengalahkan), dan ada yang bersifat resesif (dikalahkan).

Alat dan Bahan

1. Foto keluarga
2. Kancing genetika warna merah dan putih masing-masing 12 buah (6 pasang)

Langkah kerja Kegiatan I

1. Amatilah foto keluargamu!. Amati tekstur rambut pada masing-masing anggota keluarga, lalu isi kolom bagan perkawinan di bawah ini dengan lambang genotif: "A" untuk lurus dan "a" untuk keriting.

Nenek
Kakek
Nenek
Kakek
Ibu
Bapak
Saya
Kakak
Adik

2. Amati bagan perkawinan yang telah kamu isi tersebut, lalu bandingkan dengan bagan kelompok lain!
3. Jawablah pertanyaan di bawah ini!
 - a. Jika keriting menikah dengan keriting, apakah dapat menghasilkan anak dengan rambut lurus?
 - b. Jika lurus menikah dengan lurus, apakah dapat menghasilkan anak dengan rambut keriting?
 - c. Jika lurus menikah dengan keriting atau sebaliknya, bagaimana hasilnya?
 - d. Berdasarkan kegiatan ini buatlah kesimpulan mengenai sifat rambut pada manusia! (yang mana dominan dan yang mana resesif)

Langkah Kerja Kegiatan II

1. Siapkan 12 buah kancing genetika warna merah (dilambangkan dengan “M”), kemudian letakkan pada kotak A.
2. Siapkan 12 buah kancing genetika warna putih (dilambangkan dengan “m”), kemudian letakkan pada kotak B.
3. Ambil satu kancing dari kotak A dan satu kancing dari kotak B, kemudian pasangkan. Lakukan hal ini pada kancing lainnya secara berulang sampai seluruh kancing berpasangan.
4. Apakah sekarang seluruh kancing sudah berpasangan merah-putih?
5. Masukkan 6 pasang kancing merah-putih itu pada kotak A, dan 6 pasang yang lain pada kotak B.
6. Lepaslah semua kancing dari pasangannya
7. Setelah semua kancing terlepas, ambillah satu kancing dari kotak A dan satu kancing dari kotak B. Lakukan pengambilan ini secara berulang tanpa melihat isi kotak A dan B. Catat hasilnya pada tabel berikut ini!

Pengambilan ke-	Warna Kancing yang Terambil	Lambang Genotipe
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

8. Jika ‘M’ bersifat dominan yang menentukan sifat fenotipe ‘rambut lurus’, sedangkan ‘m’ bersifat resesif yang menentukan sifat fenotipe ‘rambut keriting’, Buatlah bagan perkawinannya!

P1 : X

9. Apa yang dapat kamu simpulkan dari kegiatan ini?

Gamet P1 : X

F1 :

P2 : X

Gamet P2 :

F2 :

Yogyakarta,
Praktikan,
