



# MODUL PEMBELAJARAN JARAK JAUH PADA MASA PANDEMI COVID-19 UNTUK JENJANG SEKOLAH MENENGAH PERTAMA

## KELAS IX

### SEMESTER GASAL

### ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)

**Hak Cipta © 2020 pada Direktorat Sekolah Menengah Pertama  
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan  
Pendidikan Menengah - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI**

Dilindungi Undang-Undang

MILIK NEGARA  
TIDAK DIPERDAGANGKAN

**Pengarah:**

Drs. Mulyatsyah, M.M.  
(Direktur Sekolah Menengah Pertama)

**Penanggung jawab:**

Dra. Ninik Purwaning Setyorini, M.A.  
(Koordinator Bidang Penilaian)

**Modul 1 Pewarisan Sifat**

**Penulis:**

Yohana Kristianti, M.Si. (SMPN 1 Purbalingga, Jawa Tengah)

**Modul 2 Listrik Statis**

**Penulis:**

Sudar, S.Pd., M.Pd. ( SMPN 2 Demak, Kab. Demak, Jawa Tengah)

**Modul 2 Listrik Dinamis**

**Penulis:**

Sudar, S.Pd., M.Pd. ( SMPN 2 Demak, Kab. Demak, Jawa Tengah)

**Penelaah:**

Dr. Elok Sudibyo, M.Si. (Universitas Negeri Surabaya, Jawa Timur)  
Yuni Sri Rahayu, Ph.D. (Universitas Negeri Surabaya, Jawa Timur)

**Editor:**

Isyana Kuncoro Dewi, S.Si.

**Desain dan Tata Letak :**

Renaldo Rizqi Yanuar, M.Pd  
Choirul Abdul Jabar Malik, S.Pd  
Muhammad Haris Fajar Rahmatullah, A.Md.Ak  
Taufan Putera Pamungkas

# KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT, karena atas limpahan rahmat-Nya, kami dapat melaksanakan salah satu tugas dan fungsi Direktorat Sekolah Menengah Pertama (SMP) yang tertuang dalam Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor: 9 Tahun 2020, tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor: 45 Tahun 2019, tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, antara lain “pelaksanaan kebijakan penjaminan mutu di bidang penilaian pada sekolah menengah pertama” dan “fasilitasi penyelenggaraan di bidang penilaian pada sekolah menengah pertama”.

Sejalan dengan pelaksanaan tugas dan fungsi tersebut serta beberapa kebijakan dan regulasi terkait lainnya, khususnya kebijakan dan regulasi yang terkait dengan pelaksanaan pendidikan pada masa pandemi Covid-19, kami telah berhasil menyusun sejumlah modul dari sembilan mata pelajaran, yang disesuaikan dengan kebijakan kurikulum kondisi khusus dan pelaksanaan Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ) pada masa pandemi Covid-19 untuk jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP). Selain itu, telah dihasilkan pula buku Pedoman Pengelolaan Pembelajaran Jarak Jauh jenjang SMP pada masa pandemi Covid-19. Penyiapan dokumen-dokumen tersebut dilakukan dalam rangka mendukung pelaksanaan kebijakan penjaminan mutu dan pemberian fasilitasi penyelenggaraan pendidikan, khususnya untuk jenjang SMP pada masa pandemi Covid-19 ini.

Besar harapan kami, agar dokumen-dokumen yang telah dihasilkan oleh Direktorat SMP bersama tim penulis yang berasal dari unsur akademisi dan praktisi pendidikan tersebut, dapat dimanfaatkan secara optimal oleh semua pihak terkait, baik dari unsur dinas pendidikan kabupaten/kota, para pendidik, dan tenaga kependidikan, sehingga pada akhirnya dapat menjadi bagian alternatif yang dapat membantu sekolah dalam penyelenggaraan pendidikan.

Kami menyadari bahwa dokumen yang dihasilkan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak, untuk perbaikan dan penyempurnaan lebih lanjut.

Kami menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya atas peran serta aktif dari berbagai pihak dalam penyusunan semua dokumen yang dikeluarkan oleh Direktorat SMP tahun 2020 ini. Secara khusus diucapkan terima kasih dan penghargaan kepada tim penyusun yang telah bekerja keras dalam menuntaskan penyusunan dokumen-dokumen tersebut.

Jakarta, September 2020

Direktur Sekolah Menengah Pertama,



Drs. Mulyatsyah, MM

NIP 19640714 199303 1 001

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>PEMETAAN KOMPETENSI .....</b>	<b>ix</b>
<b>MODUL 1.....</b>	<b>1</b>
<b>Kompetensi Dasar .....</b>	<b>1</b>
<b>Pembelajaran 1 .....</b>	<b>1</b>
Aktivitas 1.1 .....	3
Aktivitas 1.2 .....	9
<b>Pembelajaran 2.....</b>	<b>17</b>
Aktivitas 2.1 .....	20
Aktivitas 2.2 .....	24
Aktivitas 2.3 .....	27
Aktivitas 2.4 .....	31
<b>MODUL 2.....</b>	<b>44</b>
<b>Kompetensi Dasar .....</b>	<b>44</b>
<b>Pembelajaran 1 .....</b>	<b>44</b>
Aktivitas 1.1 .....	45
Aktivitas 1.2 .....	51
Aktivitas 1.3 .....	52
<b>Pembelajaran 2.....</b>	<b>60</b>
Aktivitas 2.1 .....	61
Aktivitas 2.2 .....	63
Aktivitas 2.3 .....	66
<b>MODUL 3.....</b>	<b>84</b>
<b>Kompetensi Dasar .....</b>	<b>84</b>
<b>Pembelajaran 1 .....</b>	<b>84</b>
Aktivitas 1.1 .....	85

Aktivitas 1.2 .....	90
Aktivitas 1.3 .....	92
Aktivitas 1.4 .....	94
<b>Pembelajaran 2.....</b>	<b>104</b>
Aktivitas 2.1 .....	106
Aktivitas 2.2 .....	108
Aktivitas 2.3 .....	109
Aktivitas 2.4 .....	111
<b>Glosarium.....</b>	<b>127</b>
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>130</b>

# PENDAHULUAN

Modul ini merupakan bahan ajar berseri yang dirancang untuk Ananda gunakan dalam belajar mandiri. Modul ini akan membantu dan memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi Ananda untuk mencapai kompetensi yang dituju secara mandiri.

Sebagai bahan ajar, unsur-unsur pokok modul ini terdiri atas (a) tujuan pembelajaran, (b) aktivitas pembelajaran, dan (c) evaluasi. Tujuan pembelajaran menjadi sasaran penguasaan kompetensi yang dituju dalam belajar. Aktivitas pembelajaran berupa aktivitas-aktivitas yang Ananda akan lakukan agar memperoleh pengalaman-pengalaman belajar yang bermakna dalam mencapai tujuan pembelajaran. Evaluasi ialah proses penentuan kesesuaian antara proses dan hasil belajar dengan tujuan pembelajaran. Dalam hal ini, evaluasi bertujuan untuk memberikan latihan sekaligus mengukur tingkat ketercapaian kompetensi yang Ananda peroleh sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan pada bagian awal modul.

Modul ini menggunakan pendekatan belajar tuntas. Dalam hal ini Ananda harus mencapai tingkat ketuntasan kompetensi tertentu sebelum Ananda melanjutkan untuk pencapaian kompetensi selanjutnya pada modul berikutnya.

Belajar mandiri ialah proses belajar aktif yang Ananda akan lakukan dengan menggunakan modul ini. Dalam belajar aktif tersebut dibutuhkan dorongan niat atau motif Ananda untuk menguasai kompetensi yang telah ditetapkan pada bagian awal modul. Sasaran utama dalam belajar mandiri tersebut ialah Ananda dapat memperoleh kompetensi yang telah ditetapkan serta memperoleh kemandirian dalam belajar.

Aktivitas pembelajaran dalam modul ini berpusat pada diri Ananda, bukan pada guru maupun materi ajar. Artinya, Ananda merupakan subjek yang aktif dan bertanggung jawab dalam pembelajaran Ananda sendiri sesuai dengan kecepatan belajar Ananda.

Strategi pembelajaran dalam modul ini memfasilitasi pengalaman belajar bermakna. Selain memperoleh kompetensi utama, yaitu kompetensi yang ditetapkan pada tujuan pembelajaran, Ananda juga akan memperoleh pengalaman belajar terkait

dengan pengembangan karakter, literasi, berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi efektif.

Modul ini juga dapat digunakan oleh orang tua Ananda secara mandiri untuk mendukung aktivitas belajar Ananda di rumah. Dukungan orang tua sangat diharapkan agar Ananda benar-benar memiliki kebiasaan belajar yang mandiri dan bertanggungjawab. Orang tua juga diharapkan menyediakan diri untuk berdiskusi dan terlibat dalam aktivitas belajar jika Ananda membutuhkannya.

Aktivitas-aktivitas belajar Ananda dalam modul ini ini sedapat mungkin memaksimalkan potensi semua sumber belajar yang ada di lingkungan sekitar Ananda. Amatilah dan manfaatkanlah.

Setiap aktivitas pembelajaran dapat disesuaikan dengan kondisi Ananda, orang tua, guru, sekolah, dan lingkungan sekitar. Bagaimana pun utamakan kesehatan. Jangan melakukan hal-hal yang membahayakan kesehatan diri sendiri, keluarga, guru, sekolah, dan lingkungan Ananda.

Tetap semangat dan selamat belajar!



## PEMETAAN KOMPETENSI

No	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
1	<p>3.3 Menerapkan konsep pewarisan sifat dalam pemuliaan dan kelangsungan makhluk hidup</p> <p>4.3 Menyajikan hasil penelusuran informasi dari berbagai sumber terkait tentang tanaman dan hewan hasil pemuliaan</p>	<p>3.3.1 Menjelaskan materi genetik yang berperan dalam penentuan sifat.</p> <p>3.3.2 Menyimpulkan bagaimana materi genetik diwariskan pada setiap generasi</p> <p>3.3.3 Membuktikan hukum pewarisan sifat Mendel melalui percobaan persilangan sederhana</p> <p>3.3.4 Membuat persilangan pada pewarisan sifat manusia.</p> <p>4.3.1 Mencari informasi dari berbagai sumber tentang tanaman dan hewan hasil pemuliaan</p> <p>4.3.2 Menyajikan hasil penelusuran informasi terkait pemuliaan tanaman dan hewan</p>



# MODUL 1

## PEWARISAN SIFAT

### Kompetensi Dasar

- 3.3 Menerapkan konsep pewarisan sifat dalam pemuliaan dan kelangsungan makhluk hidup
- 4.3 Menyajikan hasil penelusuran informasi dari berbagai sumber terkait tentang tanaman dan hewan hasil pemuliaan

### PEMBELAJARAN 1

Setiap orang memiliki sifat yang membedakan dirinya dengan orang lain. Pernahkah Ananda mengamati wajah teman-teman dalam satu kelas? Atau mengamati wajah dari anggota keluarga Ananda? Bagaimana bentuk telinga mereka, warna rambut, warna kulit, bentuk mata atau hidung? Apakah Ananda menemukan perbedaan ciri-ciri tersebut pada mereka? Bagaimanakah dengan saudara atau teman Ananda yang kembar? Apakah mereka juga memiliki ciri yang berbeda satu dengan yang lain? Cobalah lakukan aktivitas belajar berikut untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut.



Gambar 2.1 Beberapa sifat yang diwariskan orang tua pada anaknya

Sumber : [ctsciencecenter.org/](http://ctsciencecenter.org/) Melissa Garafal

## A. Tujuan Pembelajaran

Melalui aktivitas pembelajaran ini Ananda akan mampu:

1. Menjelaskan materi genetik yang berperan dalam penentuan sifat;
2. Menyimpulkan bagaimana materi genetik diwariskan pada setiap generasi.

## B. Peran Guru dan Orang Tua

Guru berperan dalam:

1. Mengingatkan anak untuk menerapkan protokol kesehatan di mana pun anak berada;
2. Mengingatkan anak untuk mempelajari modul dengan sungguh-sungguh;
3. Mendorong anak untuk aktif bertanya pada orang tua dan guru apabila mengalami kesulitan dalam belajar;
4. Bekerja sama dengan orang tua dalam melakukan pendampingan belajar terhadap anak.

Orang tua berperan dalam:

1. Memenuhi fasilitas penunjang protokol kesehatan di rumah;
2. Membimbing anak untuk mempelajari modul;
3. Mendampingi atau membantu anak dalam mengerjakan tugas-tugas yang ada di modul apabila anak mengalami kesulitan;
4. Mengawasi anak dalam melakukan pembelajaran utamanya pada saat anak membuka akses internet;
5. Mengingatkan anak untuk mengumpulkan tugas sesuai dengan petunjuk yang diberikan guru;
6. Membangun komunikasi dengan guru dalam memantau perkembangan belajar anak.

## C. Aktivitas Pembelajaran



### AKTIVITAS 1.1





#### “MIRIP SIAPAKAH AKU?”

Apakah setiap hari Ananda selalu bercermin untuk merapikan diri? Pernahkah Ananda terpikir untuk mengamati wajah Ananda dan merasa bahwa hidung atau bibir Ananda mirip dengan Ibu? Bagaimana dengan bentuk rambut Ananda? Apakah mirip Ayah? Ataukah berbeda? Coba perhatikan, bagaimana warna kulit Ananda, cenderung mirip Ayah atau Ibu?

Apakah anggota keluarga yang Ananda amati mempunyai kemiripan ciri fisik dengan ayah atau ibu? Bagaimana hal itu dapat terjadi? Bagaimana kakak Ananda memiliki kemiripan bentuk alis seperti Kakek? Apakah Ananda tertarik untuk memperhatikan keunikan ciri-ciri fisik yang dimiliki oleh anggota keluarga Ananda yang lain? Ayo kerjakan aktivitas berikut untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut. Terlebih dulu mintalah izin kepada anggota keluarga yang akan Ananda amati dan catatlah ciri-ciri yang dimiliki. Dapatkah Ananda menambahkan ciri-ciri fisik yang lain pada tabel berikut? Cobalah Ananda berdiskusi dengan orang tua, ciri-ciri apa yang ingin Ananda tambahkan.

Tabel 2.1 Ciri fisik anggota keluargaku

Ciri Fisik		Ayah	Ibu	Ananda	Kakak	Adik
 <p>Jempol bengkok (dream.co.id/Anonim)</p>	Jempol bengkok/lurus					
 <p>Lesung pipi (Thinkstock/Goodshoot)</p>	Lesung pipi Ada/tidak					

Ciri Fisik		Ayah	Ibu	Ananda	Kakak	Adik
 <p>Bentuk alis (Unsplash.com/Egor Vkhrev)</p>	<p>Bentuk alis Tebal/tipis</p>					
 <p>Lidah menggulung (mentalfloss.com/Anonim)</p>	<p>Menggulung lidah Dapat /tidak</p>					
 <p>Daun telinga melekat (familyshare/Anonim)</p>	<p>Daun telinga melekat/tidak melekat</p>					
 <p>Rambut keriting (unsplash.com/Ben White)</p>	<p>Rambut lurus/keriting/berombak</p>					

Berdasarkan Tabel 2.1 di atas, silahkan Ananda menjawab pertanyaan berikut.  
Berdiskusilah dengan Ayah, Ibu, atau anggota keluarga yang lain.

1. Apa saja ciri dari ayah yang muncul pada diri Ananda, kakak, atau adik?  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....
2. Apa saja ciri dari ibu yang muncul pada diri Ananda, kakak, atau adik?  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....
3. Adakah sifat pada diri Ananda bersaudara yang merupakan gabungan dari kedua orang tua Ananda? Sebutkan!  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....
4. Diantara Ananda, kakak, dan adik, siapakah yang paling banyak memiliki kemiripan sifat dengan Ayah? Siapakah yang paling banyak memiliki kemiripan sifat dengan Ibu?  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....
5. Apa yang dapat Ananda simpulkan dari aktivitas tersebut di atas?  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

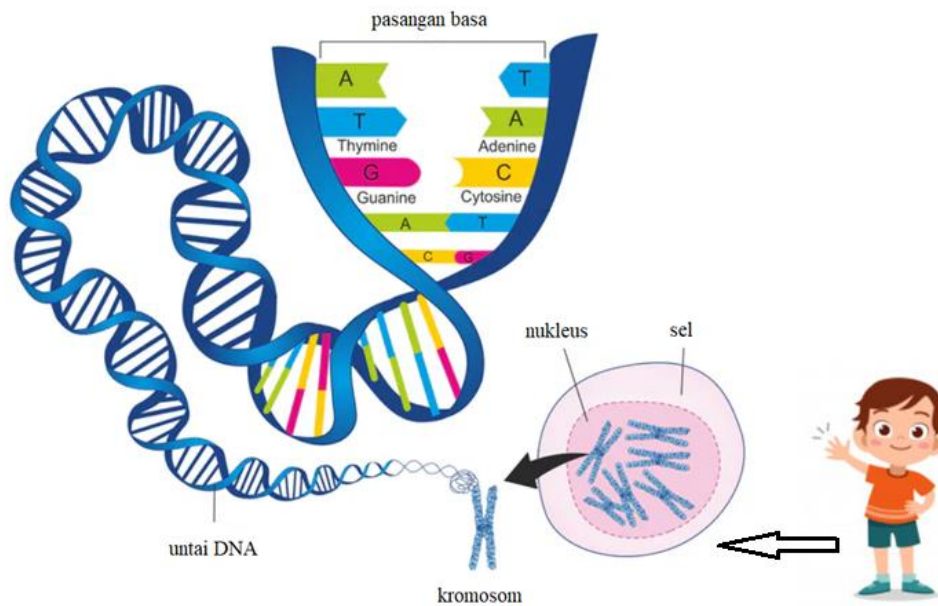
Setelah Ananda melakukan pengamatan di atas, Ananda patut bersyukur bahwa Tuhan Yang Maha Kuasa menciptakan manusia dengan sifat yang istimewa satu dengan yang lain. Ada orang yang terlahir dengan rambut keriting, lurus, berombak. Ada orang yang memiliki warna kulit gelap atau sebaliknya. Cobalah bertanya pada teman-teman Ananda, bagaimana hasil pengamatan mereka pada aktivitas di atas. Apakah Ananda juga menarik kesimpulan yang sama dengan teman-teman?

Sifat-sifat yang dapat kita amati diturunkan dari satu generasi ke generasi selanjutnya. Perpindahan sifat dari satu generasi ke generasi ini dinamakan **penurunan sifat** atau yang sering disebut dengan **hereditas**. Bersama-sama dengan sifat bawaan yang sama, ada juga **variasi**, di mana keturunan memiliki penampilan yang sedikit berbeda dari orang tuanya. Menurut Ananda, apa yang mengendalikan sifat-sifat tersebut? Ya, sifat pada organisme dikendalikan oleh **gen**. Bagaimana gen-gen dapat mengendalikan sifat pada organisme? Pertanyaan tersebut akan terjawab ketika Ananda melakukan aktivitas-aktivitas berikut.

Gen memegang peranan penting dalam proses pewarisan sifat. Warna kulit, bentuk mata, bentuk rambut, atau beberapa jenis penyakit tertentu diperoleh suatu generasi dari gen yang diwariskan orang tuanya. Cobalah ingat kembali pembelahan sel secara meiosis. Hasil akhir dari pembelahan ini adalah terbentuknya sel-sel gamet atau sel kelamin. Ayah akan mewariskan gennya melalui sel sperma, sedangkan ibu akan mewariskan melalui sel ovum. Gen-gen tersebut bergabung pada saat berlangsung proses fertilisasi atau pembuahan. Itulah alasannya bahwa dalam pewarisan sifat, keberadaan gen selalu terjaga eksistensinya di setiap generasi.

Gen yang tersimpan di dalam **DNA (*deoxyribonucleic acid*)** merupakan molekul pewaris sifat penentu semua karakteristik di setiap organisme. Artinya tiap organisme (baik itu uniseluler maupun multiseluler) pasti memiliki DNA. DNA terletak di dalam inti sel. DNA membentuk untaian yang sangat panjang dikenal dengan **kromosom**. Perhatikan gambar berikut untuk membantu Ananda mengetahui letak gen yang mengendalikan sifat pada organisme.



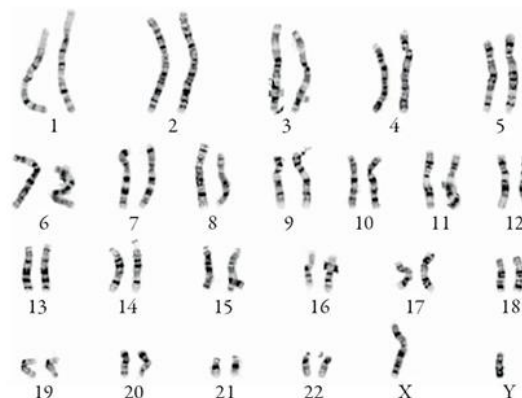


Gambar 2.1 Letak gen di dalam sel

Sumber : shutterstock.com/Soleil Nordic

Tubuh kita tersusun atas jutaan sel. Masih ingatkah Ananda materi tentang organisasi kehidupan di kelas VII? Bacalah kembali dan Ananda akan menemukan bahwa tubuh organisme dibangun oleh jutaan sel yang mempunyai inti sel (nukleus). Di dalam inti sel inilah kromosom dikemas seperti tampak pada gambar di atas.

Susunan kromosom pada sel penyusun tubuh berbeda dengan susunan kromosom pada sel kelamin. Kromosom pada sel tubuh susunannya berpasangan sehingga disebut **diploid** ( $2n$ ), sedangkan susunan kromosom pada sel kelamin tidak berpasangan dan disebut **haploid** ( $n$ ). Kromosom sel kelamin jumlahnya setengah dari kromosom sel tubuh. Perhatikan gambar kromosom manusia berikut.

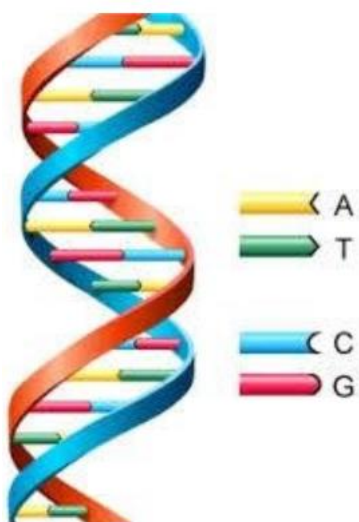


Gambar 2.2 Kromosom manusia

Sumber : techlife.news/Justin Harris

Jumlah kromosom yang dimiliki oleh manusia adalah 23 pasang. Pada keadaan diploid jumlah kromosomnya adalah  $23 \times 2 = 46$  buah kromosom. Kromosom nomor 1 sampai nomor 22 disebut **autosom** (kromosom tubuh), sedangkan kromosom ke-23 disebut **gonosom** (kromosom kelamin). Kromosom inilah yang membedakan jenis kelamin pada manusia.

Penulisan kromosom kelamin (gonosom) laki-laki ditulis dengan pasangan huruf XY dan untuk perempuan ditulis dengan pasangan huruf XX. Susunan kromosom laki-laki dapat ditulis dengan rumus  $22AA + XY$  dan untuk perempuan ditulis dengan  $22AA + XX$ . Pada sel kelamin, karena tidak berpasangan, maka pada laki-laki ditulis  $22A + X$  dan  $22A + Y$ , sedangkan pada sel ovum ditulis  $22A + X$ .



Untai DNA memiliki struktur untai ganda yang disebut *double helix* atau bentuk ulir. Untai ini terbentuk dari gabungan banyak nukleotida yang diikat oleh ikatan hidrogen, sehingga panjang DNA dapat diukur dari jumlah nukleotida yang tergabung di dalamnya. Dapatkah Ananda mencari informasi para ahli yang berjasa menemukan struktur DNA? Mereka adalah para ilmuwan yang sangat tekun dalam bidangnya hingga menghasilkan temuan yang sangat berguna dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang genetika.

Gambar 2.3 Untai DNA

Sumber : [researchgate.net/ Laheeb Alzubaidy](https://researchgate.net/LaheebAlzubaidy)

Ananda dapat mengunjungi tautan berikut untuk memperkaya pengetahuan mengenai materi genetik. Jangan lupa mintalah pendampingan dan bimbingan orang tua pada saat Ananda membuka akses internet. Berkomunikasilah dengan gurumu, apabila memiliki pertanyaan atau menemukan kesulitan dalam memahami isi video berikut.

1. Genetics 101 (Part 3 of 5): Where do your genes come from?  
<https://www.youtube.com/watch?v=-Yg89GY61DE>
2. Genetics 101 (Part 1 of 5): What are genes?  
[https://www.youtube.com/watch?v=ubq4eu\\_TDFc](https://www.youtube.com/watch?v=ubq4eu_TDFc)

Setelah Ananda melihat tayangan video pada tautan di atas, informasi tambahan apakah yang Ananda dapatkan tentang gen dan pewarisan sifat? Catat informasi baru yang Ananda temukan pada bagian refleksi dari pembelajaran ini. Coba diskusikan dengan guru dan teman belajar Ananda.

\*\*\*

## AKTIVITAS 1.2

### “AKU BELAJAR MENGENAL DIRIKU”

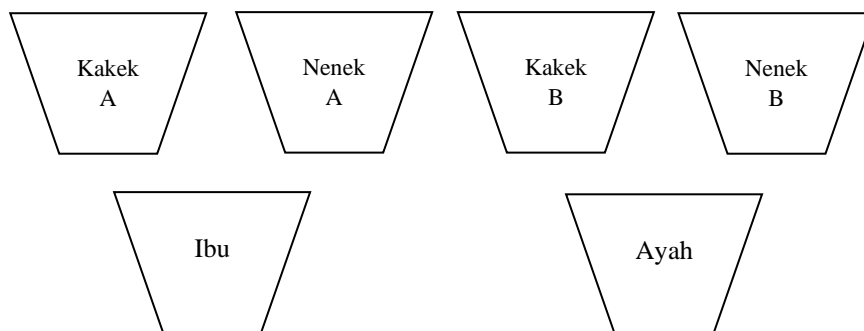
Sifat unik yang dimiliki oleh setiap orang adalah anugerah Tuhan Maha Kuasa yang patut kita syukuri. Keistimewaan ini membuat manusia tidak ada yang sama persis satu dengan yang lain. Dapatkah Ananda membayangkan gen yang dikemas dalam untai DNA dalam inti sel yang sangat kecil, dapat mengontrol berbagai macam sifat yang dimiliki oleh makhluk hidup? Bagaimana sifat-sifat tersebut dapat ditemukan pada keturunannya? Mari kita mengerjakan aktivitas berikut agar dapat memahami lebih dalam.

*Apa yang Ananda  
perlu?*

1. Manik berwarna merah, biru, kuning, dan hijau. Masing-masing warna dibutuhkan 6 biji manik, sehingga total manik-manik sebanyak 24 biji. Ananda bisa mengganti manik dengan biji-bijian, potongan sedotan, pom-pom, kancing baju dan lain-lain. Sesuaikan dengan bahan yang mudah diperoleh di lingkungan tempat tinggal Ananda;
2. Krayon/ pensil/ spidol warna merah, biru, kuning, dan hijau;
3. Gelas plastik (bisa diganti dengan wadah lain) sejumlah 10 buah;
4. Perekat.

Bagaimana Ananda  
mengerjakan aktivitas ini?

1. Tandai gelas plastik seperti bagan berikut:



2. Susunlah gelas plastik seperti bagan di atas dan isilah masing-masing dengan manik:

Kakek A : merah

Kakek B : kuning

Nenek A : biru

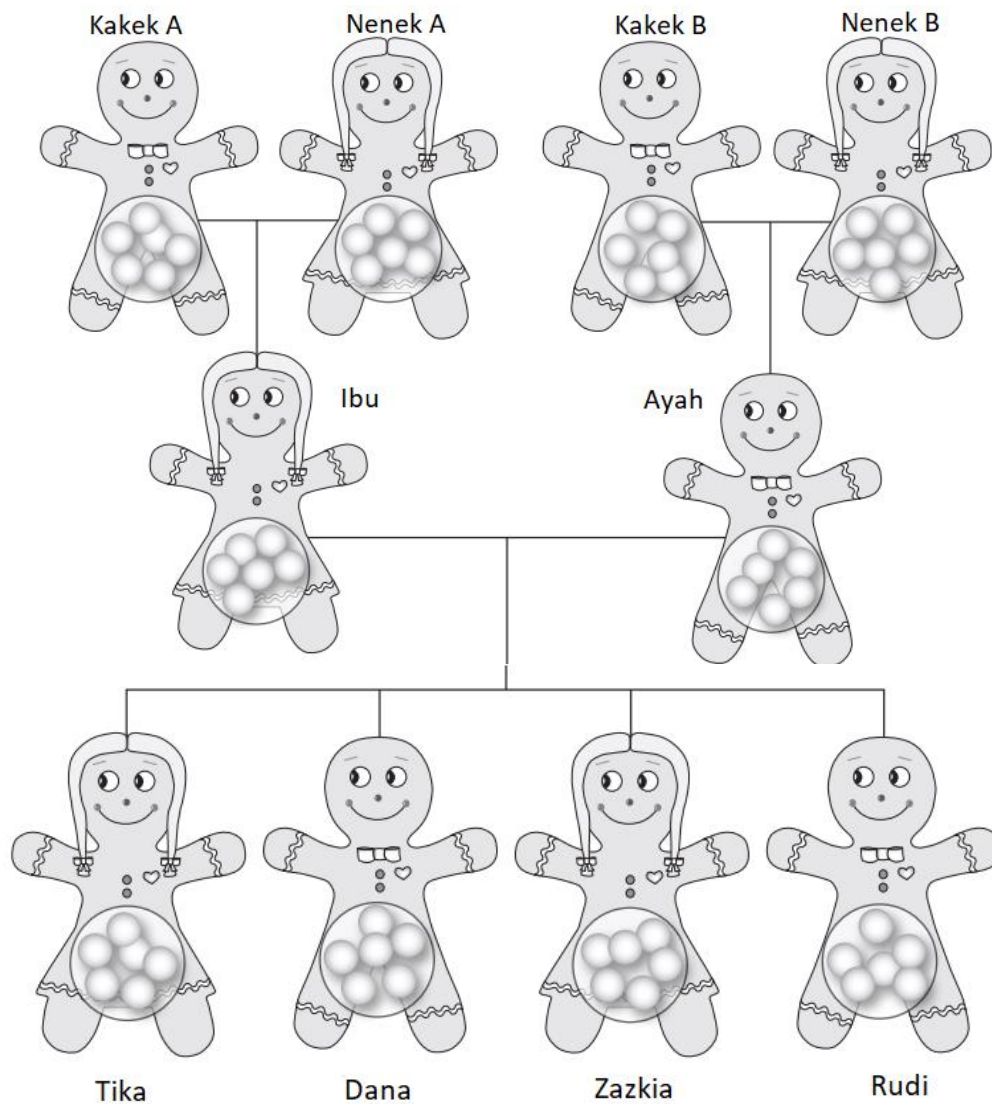
Nenek B : hijau

Tahukah Ananda, warna manik pada kakek dan nenek itu menggambarkan apa?

3. Pejamkan mata Ananda dan ambillah masing-masing 3 biji manik dari gelas Kakek A dan Nenek A lalu masukkan ke gelas Ibu. Warnai bola-bola manik pada gambar **Ibu** di lembar aktivitas sesuai dengan warna manik yang terambil untuk menggambarkan sifat yang dimiliki Ibu.
4. Pejamkan mata Ananda kembali, lakukan hal yang sama dari gelas Kakek B dan Nenek B, pindahkan ke dalam gelas Ayah. Warnai bola-bola manik pada gambar **Ayah** di lembar aktivitas berikut sesuai dengan warna yang terkumpul untuk menggambarkan sifat yang dimiliki Ayah.
5. Ibu dan Ayah mempunyai 4 orang anak yaitu Tika, Dana, Zazkia, dan Rudi. Untuk menentukan sifat yang dimiliki oleh Tika, pejamkan mata Ananda dan ambillah masing-masing 3 biji manik dari Ibu dan Ayah. Warnai bola-bola manik pada gambar **Tika** sesuai dengan warna manik yang terambil.
6. Ulangi langkah nomor 5 untuk menentukan sifat yang dimiliki oleh **Dana, Zazkia, dan Rudi**.

7. Cermati warna bola-bola pada masing-masing orang.

Lembar aktivitas:



Ananda sudah selesai mengerjakan aktivitas di atas. Sekarang, cermati gambar yang dihasilkan dan cobalah menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Apakah Tika, Dana, Zazkia, dan Rudi memiliki sifat yang mirip dengan Ibu dan Ayah?

.....

.....

.....

.....

2. Apakah sifat yang diwarisi Tika, Dana, Zazkia, dan Rudi sama persis dengan kedua orang tuanya atau terdapat variasi sifat pada diri mereka?

.....

.....

.....

.....

3. Dari keempat anak tersebut, siapakah yang mempunyai sifat paling mirip dengan salah satu kakek mereka?

.....

.....

.....

.....

4. Kesimpulan apa yang dapat Ananda tuliskan setelah melakukan aktivitas di atas?

.....

.....

.....

.....

5. Buatlah laporan hasil aktivitas Ananda tersebut dan komunikasikan dengan gurumu. Bila perlu, mintalah pendapat gurumu untuk mengunggah laporan tersebut di media sosial yang Ananda miliki.

Cobalah bandingkan dengan hasil aktivitas yang dilakukan oleh teman-teman Ananda. Apakah dalam menarik kesimpulan mereka sependapat dengan Ananda?

Nah, berdasarkan aktivitas yang sudah dilakukan, Ananda dapat memahami bahwa sifat yang diwariskan orang tua tidak selalu muncul pada anak-anaknya. Sebagai contoh, orang tua yang keduanya memiliki lesung pipit, anaknya juga akan mewarisi sifat tersebut. Apabila hanya salah satu orang tua yang memiliki lesung pipit, kemungkinan akan dilahirkan ada anak\ yang berlesung pipit atau yang tidak.

Sifat yang selalu muncul dalam pewarisan sifat disebut dengan **sifat dominan**, sedangkan sifat yang tidak muncul atau tertutupi oleh sifat yang dominan disebut dengan **sifat resesif**. Adakalanya sifat pada kedua orang tua sama kuat sehingga menghasilkan suatu sifat gabungan keduanya atau kita sebut sifat **intermediate**.

**D. Latihan**

Cobalah menjawab pertanyaan berikut:

1. Sifat-sifat berikut yang akan diwariskan orang tua kepada anaknya melalui gen adalah....
  - A. pincang
  - B. panjang rambut
  - C. warna bola mata
  - D. bakat olah raga
  
2. Penurunan sifat dari orang tua kepada keturunannya terjadi melalui....
  - A. sel darah
  - B. sel gamet
  - C. sel tubuh
  - D. sel kulit
  
3. Pernyataan yang berkaitan dengan DNA adalah ....
  - A. merupakan tempat sintesis protein
  - B. pengatur metabolisme protein
  - C. membawa informasi genetik ke generasi berikutnya
  - D. mengatur pembelahan sel
  
4. DNA di dalam sel terletak pada....
  - A. nukleus
  - B. ribosom
  - C. mitokondria
  - D. membran sel
  
5. Materi genetik yang mengontrol sifat pada manusia adalah....
  - A. gen
  - B. membran sel
  - C. membran inti
  - D. protoplasma

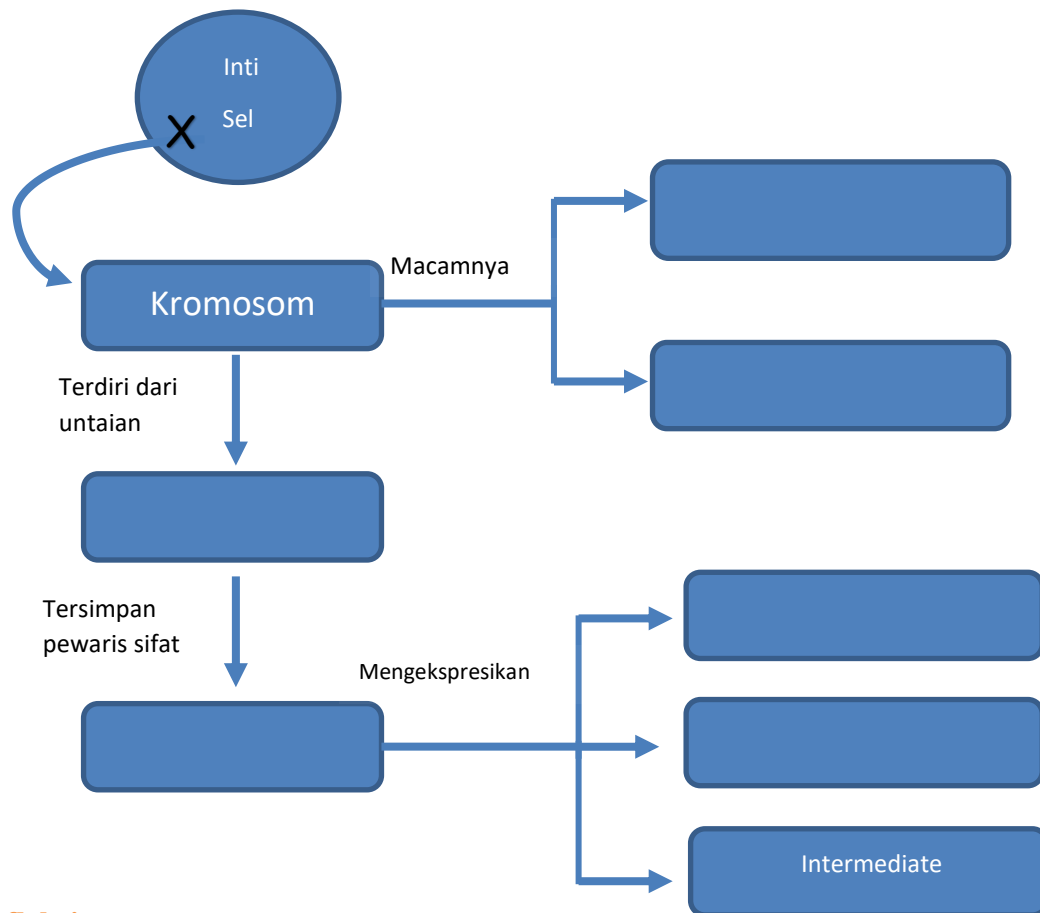
6. Cara berikut yang paling baik untuk menentukan apakah dua orang bersaudara adalah....
  - A. membandingkan gen mereka
  - B. membandingkan wajah mereka
  - C. membandingkan sidik jari mereka
  - D. membandingkan golongan darah mereka
7. Seorang anak memiliki karakter dan wajah mirip dengan kedua orang tuanya. Hal ini disebabkan adanya . . . .
  - A. sifat dari kedua orang tuanya diturunkan melalui gen
  - B. sifat dari kedua orang tuanya diturunkan melalui darah
  - C. sifat dari kedua orang tuanya diturunkan melalui sel somatik
  - D. sifat dari kedua orang tuanya diturunkan melalui pembiasaan
8. Sifat atau ciri yang selalu muncul pada suatu keturunan sehingga mengalahkan sifat yang lain dinamakan . . . .
  - A. resesif
  - B. dominan
  - C. intermediate
  - D. haploid

#### **E. Rangkuman**

1. Sifat yang dimiliki oleh organisme dikendalikan oleh gen
2. Gen diwariskan melalui orang tua pada keturunannya
3. Gen tersimpan di dalam DNA yang terdapat pada kromosom
4. Kromosom pada sel tubuh bersifat diploid ( $2n$ ), dan kromosom pada sel kelamin bersifat haploid ( $n$ )
5. Sifat yang selalu muncul disebut dengan sifat dominan, sedangkan sifat yang tidak muncul atau tertutupi oleh sifat yang dominan disebut dengan sifat resesif. Perpaduan sifat yang sama kuat dari kedua induk disebut intermediat.
6. Lengkapi peta konsep berikut untuk membantu Ananda mengingat materi yang sudah dipelajari.



7.



### F. Refleksi

Selamat. Ananda sudah belajar menyelesaikan Pembelajaran 1 dengan sangat baik, mandiri, dan bertanggungjawab. Pengalaman belajar tersebut sangat membantu Ananda untuk melanjutkan ke Pembelajaran 2 dan seterusnya. Sekarang Ananda sudah memahami bagaimana Ananda dapat memiliki ciri-ciri yang mirip dengan Ayah atau Ibu. Ananda juga sudah belajar apa yang mengendalikan atau mengontrol ciri-ciri tersebut pada organisme.

1. Hal-hal baru apa yang Ananda ketahui setelah mengerjakan Pembelajaran 1? Tuliskan jawaban Ananda.

.....

.....

.....

.....

2. Tuliskan hal-hal lain yang ingin Ananda ketahui tentang pewarisan sifat!

.....

.....

.....

.....




3. Apakah Ananda mengalami kesulitan dalam memahami materi ini? Apabila Ananda mengalami kesulitan, tuliskan di sini dan diskusikan dengan gurumu.

.....

.....

.....

4. Ungkapkan tanggapan Ananda terhadap penyampaian pembelajaran 1 di modul ini dengan memilih *emoticon* berikut:

Tidak menarik	Biasa saja	Sangat menarik
 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>

#### G. Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran

Kunci jawaban:

- |      |      |
|------|------|
| 1. C | 5. A |
| 2. B | 6. A |
| 3. C | 7. A |
| 4. A | 8. B |

Pedoman Penskoran:

$$\text{Nilai} = (\text{jumlah benar} \times 10) : 8$$

Ananda sudah menyelesaikan Pembelajaran 1 yang ditandai dengan menjawab soal-soal latihan. Apakah Ananda berhasil memperoleh nilai lebih dari atau sama dengan 80? Jika iya, selamat. Ananda dapat melanjutkan ke Pembelajaran 2. Jika Ananda belum mencapai nilai 80, jangan putus asa, pelajari kembali Pembelajaran 1. Apabila Ananda menemukan kesulitan, silahkan bertanya pada guru atau orang tuamu. Semangat belajar tetap harus Ananda pertahankan agar dapat melanjutkan pembelajaran berikutnya.

## PEMBELAJARAN 2

### A. Tujuan Pembelajaran

Melalui aktivitas pembelajaran ini Ananda akan mampu:

1. Membuktikan hukum pewarisan sifat Mendel melalui percobaan persilangan sederhana;
2. Membuat persilangan pada pewarisan sifat manusia;
3. Mencari informasi dari berbagai sumber tentang tanaman dan hewan hasil pemuliaan;
4. Menyajikan hasil penelusuran informasi terkait pemuliaan tanaman dan hewan.

### B. Peran Guru dan Orang Tua

Setelah anak menyelesaikan Pembelajaran 1, guru berperan untuk:

1. Mengapresiasi kemajuan belajar yang sudah dicapai anak;
2. Memastikan anak sudah siap untuk melanjutkan pembelajaran 2;
3. Memfasilitasi anak untuk berdiskusi dengan guru apabila mengalami kesulitan;
4. Membangun komunikasi dengan orang tua untuk memantau perkembangan belajar anak.

Setelah anak menyelesaikan Pembelajaran 1, orang tua berperan dalam:

1. Membimbing anak dalam melanjutkan pembelajaran 2;
2. Mendampingi atau membantu anak dalam menyelesaikan perhitungan-perhitungan dalam persilangan apabila anak mengalami kesulitan;
3. Mendampingi anak ketika harus belajar kelompok dengan teman di sekitar tempat tinggal;
4. Mengontrol anak dalam melakukan pembelajaran utamanya pada saat anak mengakses internet;
5. Mendampingi anak saat mengunggah hasil aktivitas belajar ke media sosial anak;
6. Membangun komunikasi dengan guru dalam memantau perkembangan belajar anak.

### C. Aktivitas Pembelajaran

Pewarisan sifat memungkinkan terjaganya eksistensi gen pada suatu generasi. Gen-gen tersebut diwariskan dari orang tua kepada keturunannya, sehingga keturunan yang dihasilkan memiliki ciri yang sama dengan salah satu orang tuanya atau variasi dari keduanya. Penelitian pertama tentang penurunan sifat dilakukan oleh Gregor Mendel, seorang pendeta yang juga ahli botani dari Austria. Penelitian ini dimulai pada tahun 1856 dan berhasil mencatatkan temuannya di dalam *Natural Science Society of Brunn*, Austria pada tahun 1866.

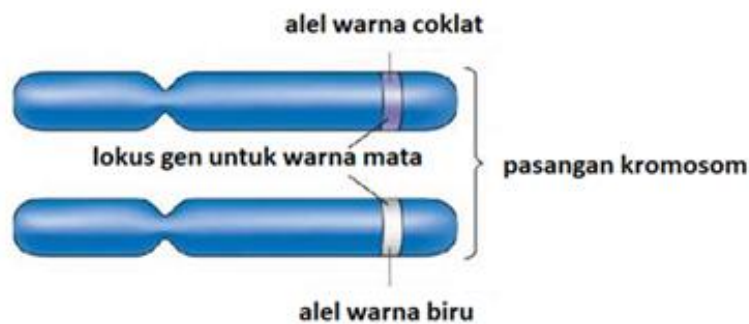


Gambar 2.4 Gregor Mendel

Sumber : [commons.wikimedia.org/Krithika Nagaraj](https://commons.wikimedia.org/Krithika%20Nagaraj)

Dalam penelitiannya, Mendel menggunakan kacang kapri sebagai obyek penelitian, karena memiliki ciri-ciri yang mudah dibedakan, dapat melakukan penyerbukan sendiri, mudah dilakukan penyerbukan silang, mempunyai daur hidup yang relatif pendek, serta mampu menghasilkan keturunan yang sangat banyak. Atas jasanya, Mendel mendapat julukan sebagai Bapak Genetika.

Penelitian Mendel menghasilkan suatu teori tentang penurunan sifat yang dikenal dengan **Hukum Mendel**. Hukum ini dihasilkan dari penelitiannya berdasarkan dua jenis persilangan, yaitu persilangan **monohibrid** atau persilangan dengan **satu sifat beda** dan persilangan **dihibrid** atau persilangan dengan **dua sifat beda**. Hukum Mendel 1 disebut juga dengan **hukum segregasi bebas** karena gen di dalam alel mengalami pemisahan (segregasi) secara bebas saat pembentukan gamet. Apakah alel itu? **Alel** adalah pasangan gen yang terletak di lokus yang sama pada kromosom homolog. Untuk memahami letak alel pada suatu kromosom, Ananda dapat memperhatikan gambar berikut.



Gambar 2.5 Letak alel dalam kromosom

Sumber: Beverly Tay (2007)

Hukum Mendel II disebut juga **hukum penggabungan bebas**, karena gen di dalam gamet mengalami penggabungan (asortasi) secara bebas saat pembentukan individu baru. Kedua hukum ini diterapkan dalam penyelesaian soal-soal persilangan yang akan Ananda pelajari.

Untuk dapat mengerjakan persilangan-persilangan dalam pewarisan sifat, alangkah baiknya Ananda memahami beberapa istilah yang sering digunakan dalam penyelesaian soal-soal pewarisan sifat. Masih ingatkah Ananda dengan pengertian sifat dominan dan resesif? Gen dituliskan dengan kode huruf kapital untuk menggambarkan sifat yang **dominan**, dan huruf kecil untuk sifat **resesif**.

*Perhatikan contoh berikut:*

Ayam berbulu hitam mempunyai sifat bulu hitam. Sifat ini menggambarkan sifat yang tampak atau sifat yang bisa kita lihat dan disebut dengan **fenotipe**. Sifat fenotipe bulu hitam ini dikendalikan oleh gen yang bisa kita tulis dengan huruf **G** (atau huruf yang lain), disebut **genotipe**.



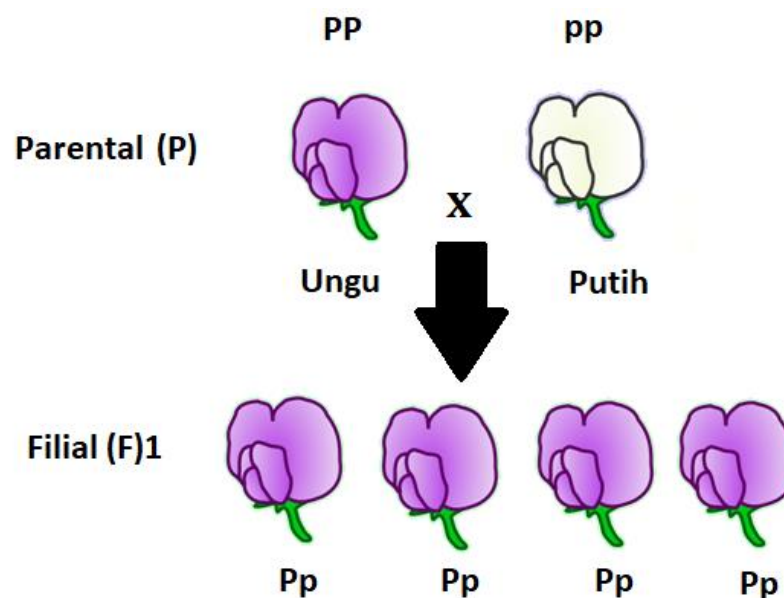
Gambar 2.6 Ayam dengan fenotipe bulu hitam

Sumber : [republika.co.id/Yudha Manggala](http://republika.co.id/Yudha Manggala)

Karena genotipe ini bersifat diploid, maka sifat bulu hitam bisa kita tulis **GG** apabila bulu hitam adalah dominan. Pasangan gen ini kita sebut pasangan gen yang **homozigot dominan**. Sifat resesifnya (misalnya putih) kita tulis dengan huruf **gg**. Pasangan gen ini kita sebut gen yang **homozigot resesif**. Adakalanya kedua sifat menurun sama kuat pada keturunannya. Misalnya, **Gg** apabila sifat bulu hitam sama kuat dengan sifat bulu putih, maka akan menghasilkan keturunan dengan warna bulu **abu-abu**. Pasangan gen ini kita sebut pasangan gen yang **heterozigot** dengan sifat **intermediate**. Namun, apabila sifat bulu hitam adalah dominan, Gg berarti fenotipe dengan bulu hitam. Ayam berbulu hitam bisa disebut sebagai induk atau **parental (P)**, sedangkan keturunan yang dihasilkan disebut dengan **filial (F)**. Aktivitas berikut membantu Ananda lebih memahami konsep-konsep dasar dalam pewarisan sifat.

### AKTIVITAS 2.1 "PERSILANGAN MONOHIBRID"

Persilangan monohibrid adalah persilangan dengan satu sifat beda. Pada persilangan ini, kita hanya memperhatikan satu sifat saja, seperti warna bunga (merah, putih, dsb) atau bentuk buah (bulat, lonjong, dsb). Perhatikan bagan berikut.



Gambar 2.7 Persilangan bunga ungu dan putih

Sumber : Beverly Tay (2007)

Keturunan pertama dari persilangan di atas menunjukkan semua bunga berwarna ungu. Mengapa demikian? Anda perhatikan, bunga ungu dikode oleh gen **P** yang bersifat dominan dan bunga putih dikode oleh gen **p** yang bersifat resesif, sehingga ketika disilangkan Filial 1 memiliki genotipe **Pp**. Karena terdapat gen P (dominan) dalam Filial 1 maka karakter yang dikode dengan p (resesif) akan kalah atau tertutupi oleh karakter yang dikode oleh gen P yaitu berwarna ungu.

Untuk memudahkan menyelesaikan persilangan tersebut, Anda dapat menggunakan diagram Punnet berikut:

Parental (P) : PP x pp

Gamet : P P x p p

Filial 1

Parental	P	P
p	Pp	Pp
p	Pp	Pp

Berdasarkan bagan di atas, hasil persilangan menunjukkan filial 1 semua bergenotipe Pp 100% atau berfenotipe warna ungu 100%, karena P (ungu) bersifat dominan terhadap p (putih). Cobalah Anda selesaikan persilangan selanjutnya apabila filial (F)1 disilangkan dengan sesamanya. Gunakan cara yang sama seperti bagan di atas. Anda dapat mengerjakan seperti urutan contoh di atas. Coba diskusikan dengan teman sekelas Anda, kemudian bandingkan jawaban kalian apakah sudah benar.

Parental (P) : ..... x .....

Gamet : .....

Diagram Punnet untuk F2

Parental	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

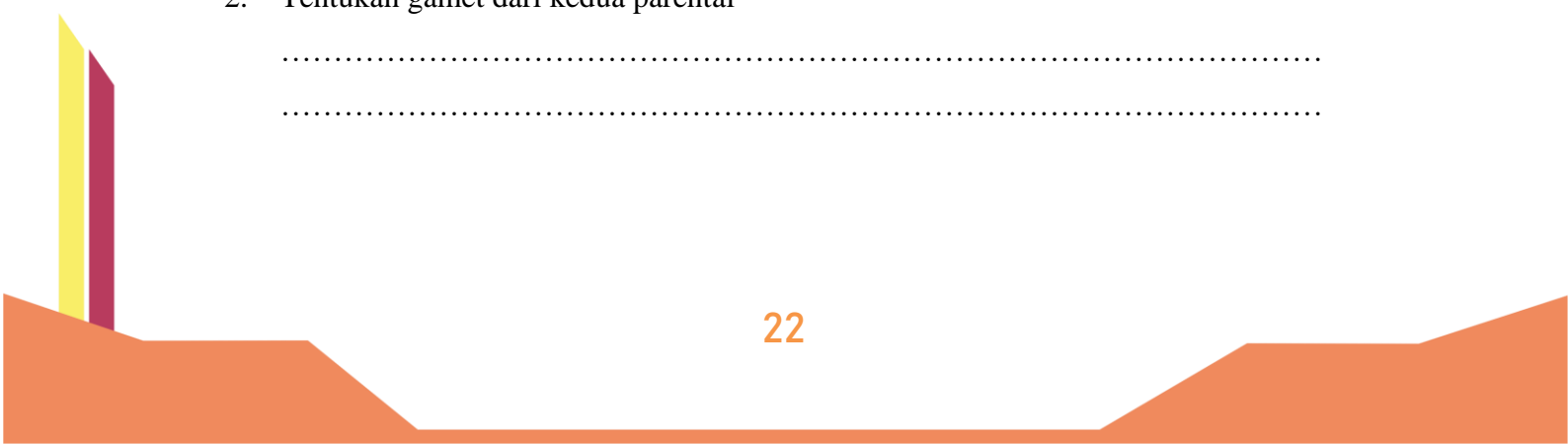
- 1. Bunga warna apakah yang Ananda peroleh?  
.....  
.....  
.....  
.....
- 2. Jenis genotipe apa saja yang Ananda temukan? Bagaimana perbandingan genotipe-genotipe yang Ananda temukan tersebut?  
.....  
.....  
.....  
.....
- 3. Jenis fenotipe apa saja yang Ananda temukan? Bagaimana perbandingan fenotipe-fenotipe yang Ananda temukan tersebut?  
.....  
.....  
.....  
.....

Nah, silahkan Ananda coba kembali menyelesaikan persilangan berikut untuk lebih memahami persilangan monohibrid.

*Kacang berkulit coklat (Cc) disilangkan dengan kacang berkulit putih (cc). Diketahui, C dominan terhadap c, berapa persenkah akan dihasilkan keturunan dengan fenotipe coklat?*

Langkah-langkah yang harus Ananda lakukan:

- 1. Genotipe dari induk (parental) bunga tersebut adalah  
.....  
.....  
.....  
.....
- 2. Tentukan gamet dari kedua parental  
.....  
.....





.....  
 .....

3. Tempatkan masing-masing gamet pada diagram Punnet berikut:

Parental	....	....
....	....	....
....	....	....

4. Bagaimana fenotipe dari persilangan tersebut?

.....  
 .....  
 .....  
 .....

5. Tentukan berapa perbandingan fenotipe persilangan tersebut. Tentukan persentase dari fenotipe yang ditanyakan.

.....  
 .....  
 .....  
 .....

Ananda, apakah sejauh ini Ananda mengalami kesulitan untuk menyelesaikan soal-soal persilangan monohibrid? Apabila Ananda mengalami kesulitan, cobalah bertanya pada guru atau silahkan Ananda kunjungi tautan berikut. Ananda juga dapat mencari sendiri tautan-tautan terkait penyelesaian persilangan monohibrid. Dalam menyimak tautan berikut usahakan Ananda menguasai benar setiap langkah yang dicontohkan.

1. Hukum Mendel 1 (Persilangan Monohibrid) I Genetika

<https://www.youtube.com/watch?v=t7jpPqlb0ps>

2. Tips Genetika (Monohibrid)

<https://www.youtube.com/watch?v=cFvwoATbQgY>

Setelah menyimak tayangan di atas, pengetahuan dan pemahaman Ananda tentang hukum Mendel apakah semakin jelas? Mudahkah mengikuti langkah-langkah penyelesaian persilangan monohibrid? Silahkan Ananda memperbanyak latihan mandiri untuk menyelesaikan soal pewarisan sifat monohibrid.

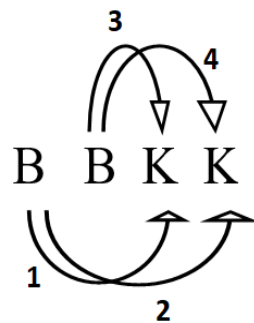
Setiap individu mempunyai banyak sekali sifat yang akan diwariskan pada keturunannya. Bagaimana kita menghitung peluang sifat-sifat tersebut diwariskan pada keturunannya? Bagaimana cara kita menyilangkan dua induk dengan dua sifat beda?

Pada aktivitas berikut Anda akan belajar tentang persilangan **dihybrid**.

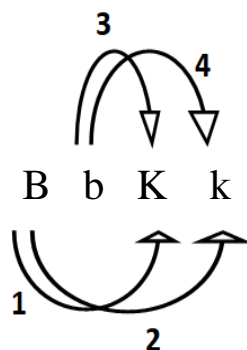
## AKTIVITAS 2.2 "PERSILANGAN DIHIBRID"

Agar Anda dapat memahami persilangan dihibrid dengan lebih baik, silahkan Anda pelajari terlebih dahulu cara menentukan gamet pada persilangan tersebut. Simak keterangan berikut dengan baik. Buatlah catatan-catatan penting di buku Anda untuk membantu menguatkan pemahaman Anda.

Suatu tanaman mempunyai *genotipe homozigot dominan*, misalnya: BBKK, di mana gen B mengkode sifat bentuk bulat, sedangkan gen K mengkode sifat warna kuning. Perhatikan cara menentukan gamet pada induk dengan dua sifat beda.



Berdasarkan cara menentukan gamet pada induk dengan dua sifat beda, maka gamet yang dihasilkan dari parental dengan genotipe homozigot dominan BBKK adalah **empat gamet** dengan genotipe **BK, BK, BK, dan BK**. Nah, sekarang cobalah Anda tentukan gamet dari induk suatu tanaman yang bergenotipe BbKk. Perhatikan gambar berikut.



Maka gamet yang akan diperoleh masing-masing untuk gamet jantan dan gamet betina adalah sebagai berikut: BK, Bk, bK, dan bk. Ananda bisa mencoba menentukan gamet dari kedua induk tanaman yang bergenotipe honozigot resesif bbkk, dengan menggunakan pola yang sama. Gamet apa sajakah yang Ananda temukan?

Setelah Ananda menentukan gamet pada induk dengan dua sifat beda, cobalah untuk menyelesaikan persilangan dihibrid berikut.

*Seorang petani bermaksud menyilangkan tanaman kapri berbiji bulat warna kuning dengan genotipe AaBb. (Ananda boleh mengganti simbol huruf yang digunakan untuk mewakili genotip induk). Genotipe AbBb ini adalah filial ke 2 dari persilangan induk dengan genotipe AABB (berbiji bulat warna kuning) dengan induk bergenotipe aabb (biji keriput warna hijau). Dapatkah Ananda membuat bagan persilangan untuk F1 dengan induk tersebut? Nah, hasil persilangan F1 dengan genotipe AaBb selanjutnya akan disilangkan dengan sesamanya. Kedua induk tanaman tersebut adalah genotipe heterozigot. Bagaimanaper bandingan genotipe dan perbandingan fenotipe yang diperoleh dari persilangan tersebut?*

Untuk menyelesaikan hal tersebut, perhatikan bagan persilangan di bawah ini.

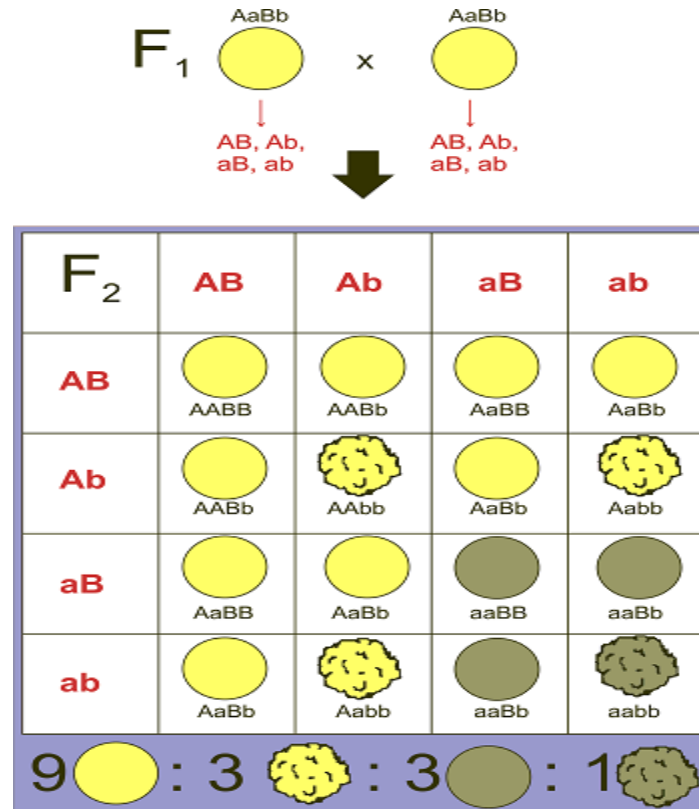
Parental (P)	: AaBb x AaBb			
	(biji bulat warna kuning) (biji bulat warna kuning)			
Gamet	: AB, Ab, aB, ab x AB, Ab, aB, ab			
Persilangan				
Parental	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB biji bulat, kuning	.....	.....	.....
Ab	.....	Aabb biji bulat, keriput	AaBb biji bulat, kuning	.....
aB	.....	AaBb biji bulat, kuning	.....	aaBb bij keriput, kuning
ab	.....	.....	aaBb biji keriput, kuning	Aabb biji keriput, hijau

Dapatkah Ananda melengkapi data tersebut di atas?

1. Jenis genotipe yang dihasilkan
2. Perbandingan genotipe yang diperoleh

3. Jenis fenotipe yang diperoleh
4. Perbandingan fenotipe yang diperoleh

Cobalah untuk mengerjakan sendiri dan cobalah diskusikan dengan kelompok Ananda. Kemandirian Ananda dalam mengerjakan latihan ini sangat membantu Ananda dalam menguasai soal-soal tentang pewarisan sifat.



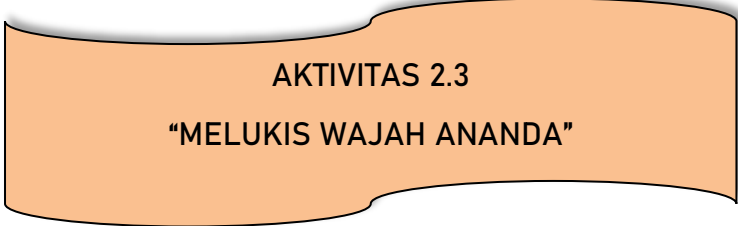
Sumber : Beverly Tay (2007)

Berdasarkan bagan persilangan di atas, diperoleh 4 macam variasi fenotipe pada enam belas keturunan tanaman kapri, yaitu fenotipe biji bulat warna kuning (9), biji keriput warna kuning (3), biji bulat warna hijau (3), dan biji keriput warna hijau (1). Dapat kita tuliskan bahwa perbandingan fenotipe persilangan tersebut adalah biji bulat warna kuning : keriput warna kuning : bulat warna hijau : keriput warna hijau = 9 : 3 : 3 : 1. Hasil persilangan tersebut membuktikan Hukum Mendel II/hukum penggabungan bebas karena pada saat pembentukan gamet, alel atau variasi gen yang menentukan sifat-sifat berbeda dapat bergabung secara bebas satu dengan yang lain.

Sekarang, cobalah Ananda berlatih menyelesaikan soal persilangan dengan dua sifat beda bersama dengan kelompok belajar Ananda. Apabila tempat tinggal Ananda

berjauhan dengan teman sekelas, Ananda disilahkan untuk membentuk kelompok secara maya. Tentukan sendiri kedua sifat beda tersebut dengan anggota kelompokmu. Hitunglah perbandingan genotipe dan fenotipe pada F1. Tulislah hasil belajar kelompok kalian dan laporkan pada guru.

\*\*\*



### AKTIVITAS 2.3 “MELUKIS WAJAH ANANDA”

Ananda, aktivitas yang akan kita lakukan berikut bertujuan untuk menguatkan pemahaman Ananda terkait konsep-konsep dasar dalam pewarisan sifat. Aktivitas rekreatif ini juga menggambarkan tentang peluang suatu sifat dapat diwariskan pada suatu generasi. Masih ingatkah Ananda tentang materi peluang pada pelajaran Matematika? Nah, pengetahuan Ananda itu dapat digunakan dalam menghitung peluang dari suatu persilangan.

Untuk menyelesaikan aktivitas ini alangkah baiknya kalau Ananda tidak bekerja sendiri. Ajaklah kakak, adik, atau saudara yang tinggal bersama sehingga, Ananda juga belajar berkolaborasi dengan mereka. Jika memungkinkan, Ananda juga dapat bekerja dalam kelompok belajar dengan teman-teman sekelas yang tinggal berdekatan di sekitar rumah atau dengan kelompok belajar secara maya, misalnya melalui media sosial yang Ananda miliki.

Tetap perhatikan protokol kesehatan (gunakan masker, jaga jarak aman, hindari kerumunan, dan seringlah mencuci tangan) apabila Ananda akan mengerjakan tugas secara berkelompok. Mintalah pendampingan orang tua apabila Ananda hendak bertemu dengan teman kelompokmu.

Apa yang Ananda  
perlu?

1. Lembar kerja yang ada di modul ini;
2. Uang koin 2 keping;
3. Kertas gambar/kertas poster;
4. Spidol warna/krayon/pensil warna.

Bagaimana Ananda  
mengerjakan aktivitas ini?

1. Gunakan koin untuk mewakili kedua orang tuamu dengan menandai koin 1 sebagai Ibu dan koin 2 sebagai Bapak;



2. Tentukan simbol pada kedua sisi koin untuk mewakili sifat dominan atau resesif;
3. Tentukan jenis kelamin dengan menuliskan kromosom X pada satu sisi koin dan Y pada sisi koin Bapak, dan XX untuk koin Ibu;

Ibu	Bapak	Genotipe	Fenotipe
X X	X Y		

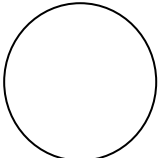
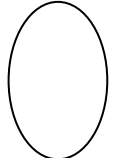
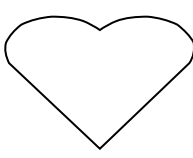
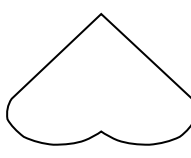
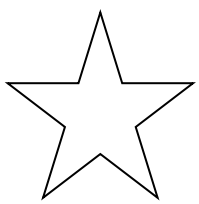

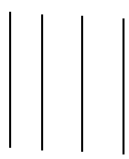

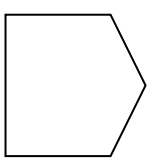


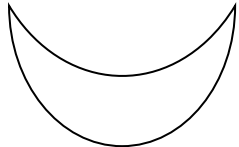
4. Lemparkan kedua koin untuk menentukan sifat yang muncul pada keturunan dari kedua orang tua tersebut, dan lingkarilah gamet yang sesuai pada tabel di bawah. Untuk setiap lemparan, permukaan koin yang nampak adalah pasangan gamet yang mewakili sifat anak. Pindahkan hasil lemparan ini ke lembar aktivitas di bawah dengan cara melingkari pasangan gamet;


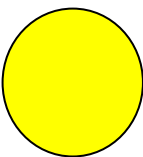


5. Lingkari gamet hasil lemparan koin pada tabel berikut:

Sifat	Ibu	Bapak	Genotipe	Fenotipe
Bentuk wajah	C c	C C		
Bentuk mata	E e	E E		
Bentuk rambut	S s	S S		
Bentuk telinga	V v	V V		
Bentuk hidung	D d	D D		
Bentuk alis	F f	F F		
Bentuk bibir	P p	P P		
Warna wajah	Y y	Y Y		
.....	.....	.....		

Ananda dapat menambahkan sifat-sifat lain yang Ananda inginkan dan isikan pada tabel tersebut. Diskusikan dengan anggota kelompokmu sifat-sifat apa yang ingin ditambahkan. Jangan lupa, tentukan juga kunci fenotipe dari sifat yang Ananda tambahkan.

6. Gunakan kunci fenotipe berikut untuk menggambarkan wajah anak dari kedua orang tua.

Bentuk wajah		Bentuk hidung	
Dominan	Resesif	Dominan	Resesif
			
Bentuk mata		Bentuk rambut	
			
Bentuk telinga		Bentuk bibir	
			

Warna wajah		Bentuk alis	
			
.....		.....	

7. Gambarlah wajah sesuai dengan hasil lemparan koin pada kertas gambar atau kertas poster. Warnai gambarmu semenarik mungkin, beri nama anak hasil gambaran Ananda dan unggahlah pada akun media sosial yang Ananda miliki seperti *facebook* atau *instagram* dengan menandai bapak atau ibu guru dan teman-teman Ananda.

Ananda sudah menyelesaikan aktivitas di atas. Bagaimana gambar yang Ananda hasilkan? Coba Ananda cermati, adakah sifat dominan yang muncul pada keturunan di atas? Sifat-sifat apa sajakah?

.....

.....

.....

.....

Genotipe dari sifat-sifat yang dominan tersebut termasuk dalam gen yang homozigot atau heterozigot?

.....

.....

.....

.....

Dapatkah Ananda membuat persilangan dari sifat yang diperoleh pada keturunan F1 milik kelompok Ananda dengan F1 dari kelompok lain? Bagaimanakah gambar wajah keturunan F2 pada persilangan tersebut? Lakukan aktivitas ini dengan senang hati, tunjukkan hasil belajar mandiri Ananda dan teman-teman pada gurumu di sekolah dan unggahlah di media sosial yang Ananda miliki setelah berdiskusi dengan gurumu.

\*\*\*



Ananda sudah mempelajari dan menerapkan hukum yang berlaku dalam pewarisan sifat, saat ini Ananda semakin paham bahwa perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya di bidang genetika memungkinkan manusia untuk melakukan terobosan-terobosan dalam bidang pertanian maupun peternakan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan hidup manusia. Sebagai contoh, hal ini dilakukan melalui penyiapan bibit unggul, baik tumbuhan maupun hewan, untuk mengambil kombinasi sifat-sifat baik dari induk yang disilangkan dengan prinsip pewarisan sifat yang sudah Ananda pelajari. Usaha ini lebih dikenal dengan istilah **pemuliaan**.

Tahukah Ananda bahwa pada zaman dahulu, padi hanya dapat dipanen setelah satu atau dua tahun? Bayangkan, betapa lamanya petani harus menunggu masa panen. Hal ini akan sangat berpengaruh terhadap ketersediaan pangan bagi manusia. Namun sekarang, petani dapat melakukan panen padi sebanyak tiga sampai empat kali dalam satu tahun. Hal ini tentu saja sangat menguntungkan bagi para petani dan konsumen. Menurut Ananda, mengapa saat ini beberapa tanaman pertanian seperti padi sudah siap dipanen untuk masa budidaya yang lebih pendek?

#### AKTIVITAS 2.4

#### “PEWARISAN SIFAT DALAM PEMULIAAN MAHLUK HIDUP”

Untuk memahami pemanfaatan sifat unggul suatu organisme cobalah Ananda mencari informasi tentang budidaya bibit unggul pada bidang pertanian, perikanan, atau peternakan. Ananda dapat menggali informasi dari buku, majalah, internet, atau melalui wawancara dengan petani atau peternak di sekitar Ananda tinggal. Ingat, pada saat Ananda harus melakukan wawancara dengan narasumber, Ananda harus tetap memperhatikan protokol kesehatan. Jika memungkinkan, mintalah pendampingan orang tua. Ketika Ananda bekerja dalam kelompok, berbagi tugaslah dengan anggota kelompokmu untuk menelusuri informasi yang diminta sesuai dengan bidang-bidang tertentu.

Hasil pencarian informasi di buku, internet atau wawancara dengan narasumber di sekitar rumah bisa Ananda tulis di tabel berikut. Bila perlu tambahkan bibit-bibit unggul dari berbagai bidang hasil kolaborasi kelompok.

No.	Bidang pemuliaan	Nama bibit unggul	Ciri-ciri	Manfaat yang diambil
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

Dari tabel di atas, coba jawablah beberapa pertanyaan diskusi di bawah ini:

1. Apa tujuan manusia melakukan pemuliaan tanaman atau hewan?  
.....  
.....  
.....  
.....
2. Dengan cara bagaimana manusia melakukan usaha-usaha pemuliaan tanaman atau hewan? Cobalah Ananda menggali informasi dari berbagai sumber untuk menjawab pertanyaan ini.  
.....  
.....  
.....  
.....
3. Selain keuntungan melakukan pemuliaan tanaman atau hewan, apakah ada kerugian yang harus dipikirkan manusia sehingga usaha ini tidak mengancam kelestarian ekosistem? Jelaskan jawaban Ananda!

.....  
 .....  
 .....  
 .....

Setelah pertanyaan-pertanyaan di atas Ananda jawab melalui diskusi dengan teman sekelompok, cobalah Ananda buat laporan tentang pemuliaan makhluk hidup dalam bentuk peta konsep di kertas poster. Laporkan hasil belajar Ananda pada guru dan konsultasikan isinya sebelum Ananda mengunggah laporan tersebut di media sosial yang Ananda miliki.

#### D. Latihan

- Individu homozigot adalah individu yang memiliki....
  - fenotipe yang tidak dipengaruhi faktor lingkungan
  - dua gen yang terdiri atas gen dominan dan gen resesif
  - fenotipe yang sama meskipun keadaan lingkungan berbeda
  - dua gen yang sama-sama dominan atau sama-sama resesif
- Jika sel tubuh pada tanaman tomat mempunyai 24 kromosom, maka jumlah kromosom pada serbuk sarinya adalah ....
  - 6 buah
  - 12 buah
  - 24 buah
  - 48 buah
- Suatu organisme memiliki genotipe RrBb. Huruf R, r, B, atau b disebut sebagai...
  - Alel
  - Gen
  - Fenotipe
  - Kromosom
- Tanaman bunga dengan genotipe Ss mempunyai fenotipe merah muda. Jika disilangkan antarsesamanya, perbandingan fenotipe keturunannya adalah....
  - 1 merah : 2 merah muda : 1 putih
  - 3 merah : 1 putih
  - 2 merah : 2 putih

- D. 2 merah : 2 merah muda
5. Gen K mengkode rambut keriting dan k mengkode rambut lurus. Gen K dominan terhadap k. Gen H mengkode warna kulit hitam dan gen h mengkode warna kulit putih. Kombinasi dari gen-gen tersebut yang menunjukkan fenotipe rambut lurus kulit hitam adalah....
- KKhh
  - KKHH
  - kkHh
  - KkHh
6. Tikus berambut hitam kasar (HHKK) disilangkan dengan tikus berambut putih halus (hhkk). Apabila gen hitam dan gen kasar memiliki sifat dominan maka jika F1 disilangkan dengan salah satu induknya maka perbandingan genotipe F2 adalah....
- 9 : 3 : 3 : 1
  - 4 : 3 : 2 : 1
  - 2 : 2 : 1 : 1
  - 1 : 1 : 1 : 1
7. Diperoleh beberapa individu dengan tipe genotipe HH, Hh, hh, HHRR, HhRr. Individu yang heterozigot adalah . . . .
- HH, HHRR
  - Hh, HhRr
  - H, hh
  - HhRr, hh
8. Gen berwarna merah dan putih berinteraksi secara intermediete. Jika hasil persilangan bunga pukul empat warna merah dan bunga pukul empat warna putih menghasilkan bunga pukul empat warna merah muda, maka genotipe kedua induknya adalah . . . .
- MM dan mm
  - Mm dan Mm
  - mm dan mm
  - Mm dan mm

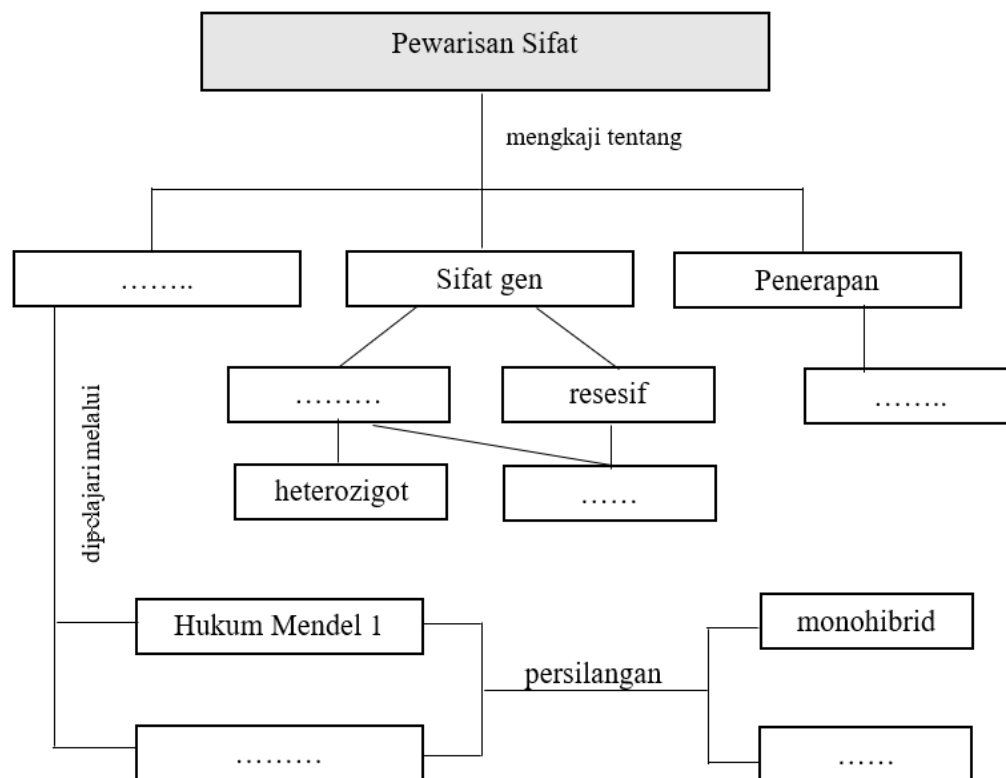
9. Kacang berkulit biji keriput homozigot resesif disilangkan dengan kacang berkulit licin heterozigot dominan. Sifat kulit keriput resesif terhadap sifat kulit licin. Keturunan yang dihasilkan memiliki sifat . . . .
  - A. Semuanya berkulit licin heterozigot
  - B. Semuanya berkulit keriput homozigot
  - C. 50% berkulit licin heterozigot dan 50% berkulit keriput homozigot
  - D. 50% berkulit licin homozigot dan 50% berkulit keriput homozigot
10. Mangga rasa asam berdaging tebal ( ttBB) disilangkan dengan mangga rasa manis daging tipis (TTbb) menghasilkan keturunan F1 mangga rasa manis daging tebal. Bila F1 disilangkan dengan sesamanya, keturunan yang dapat digunakan sebagai bibit unggul dengan sifat rasa manis daging tebal mempunyai genotipe....
  - A. TTBB
  - B. TTbb
  - C. TtBB
  - D. TtBB

#### E. Rangkuman

1. Hukum Mendel 1 disebut juga dengan hukum segregasi bebas karena gen di dalam alel mengalami pemisahan (segregasi) secara bebas saat pembentukan gamet.
2. Hukum Mendel II disebut juga hukum penggabungan bebas karena gen di dalam gamet mengalami penggabungan (asortasi) secara bebas saat pembentukan individu baru.
3. Sifat dominan adalah sifat yang mengalahkan sifat yang lain.
4. Sifat resesif adalah sifat yang dikalahkan oleh sifat dominan sehingga sifat tersebut tidak muncul.
5. Genotipe adalah keseluruhan informasi genetik yang terkandung pada suatu makhluk hidup.
6. Fenotipe adalah ekspresi dari gen berupa sifat-sifat fisik yang terlihat.
7. Keturunan dalam proses pewarisan sifat disebut filial (F), sedangkan orang tua atau induk disebut dengan parental (P).
8. Ciri atau sifat yang dikontrol oleh dua gen identik disebut dengan homozigot.

9. Ciri atau sifat yang dikontrol oleh dua gen yang tidak identik disebut dengan heterozigot.
10. Genetika berperan penting dalam membantu penyediaan bahan pangan bagi manusia. Hal ini dilakukan dengan menciptakan bibit unggul dari kombinasi sifat unggul pada induk sehingga menghasilkan suatu bibit yang unggul pula.
11. Penyiapan bibit unggul bertujuan untuk menghasilkan individu yang lebih tahan terhadap lahan kering atau kondisi lain, lebih tahan terhadap hama, kualitas panen lebih bagus, jumlah hasil panen yang meningkat, dan waktu panen menjadi lebih cepat.

Perkuat kembali pemahaman Ananda dengan melengkapi peta konsep berikut:



## F. Refleksi

Ananda, setelah melakukan aktivitas pembelajaran 2, lakukan refleksi dan penilaian diri terhadap pencapaian belajar Ananda.

1. Bagaimana tanggapan Ananda terhadap sifat-sifat yang Ananda warisi dari orang tua Ananda?

- .....
- .....
- .....
- .....
2. Bagaimana Ananda mengungkapkan rasa syukur atas anugerah Tuhan dalam bentuk perbedaan ciri-ciri fisik teman-teman Ananda?




- .....
- .....
- .....
- .....
3. Pada skala 1-10, di angka berapakah kesungguhan Ananda dalam memahami pembelajaran ini? Lingkari!

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Pada skala 1-10, di angka berapakah kemandirian Ananda dalam memahami pembelajaran ini? Lingkari!

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

5. Ungkapkan tanggapan Ananda terhadap penyampaian pembelajaran 2 di modul ini dengan memilih *emoticon* berikut:

Tidak menarik	Biasa saja	Sangat menarik
 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>

#### G. Rubrik Penilaian dan Pedoman Penskoran

##### Kunci Jawaban

- |      |       |
|------|-------|
| 1. D | 6. A  |
| 2. B | 7. B  |
| 3. A | 8. A  |
| 4. A | 9. C  |
| 5. C | 10. A |

##### Pedoman Penskoran

<p><b>Nilai = jumlah benar x 10</b></p>
---

## H. Evaluasi

1. Perhatikan ciri-ciri kromosom berikut!
  - 1) Jumlahnya sama untuk semua makhluk hidup
  - 2) Berperan dalam menentukan jenis kelamin
  - 3) Jumlahnya sama untuk semua sel dalam satu individu
  - 4) Dilambangkan dengan huruf A

Ciri-ciri dari autosom ditunjukkan oleh nomor....

  - A. 1) dan 2)
  - B. 1) dan 3)
  - C. 2) dan 3)
  - D. 3) dan 4)
2. Hasil persilangan antara dua individu yang mempunyai sifat beda disebut....
  - A. filial
  - B. alela
  - C. gamet
  - D. parental
3. Penulisan genotipe homozigot yang benar adalah....
  - A. AABb
  - B. AaBb
  - C. AAbb
  - D. aaBb
4. Persilangan antara organisme bergenotipe Bbtt dengan organisme bergenotipe bbTT menghasilkan keturunan dengan genotipe....
  - A. BbTt
  - B. BBTT
  - C. BBbbTT
  - D. ttBbTt
5. Ananda menyilangkan tanaman *Mirabilis jalapa* berdaun lebar bunga merah (LLMM) dengan tanaman berdaun sempit bunga putih (llmm). Diketahui L intermediat terhadap l dan M intermediat terhadap m. Jika keturunan F1 disilangkan dengan induknya yang homozigot resesif, keturunan F2 yang dihasilkan adalah....



- 

9. Sifat keriting ditentukan oleh gen C dan bersifat dominan terhadap rambut lurus yang ditentukan oleh gen c. Persentase munculnya individu keriting bila terjadi perkawinan antara Cc dengan cc adalah....
  - A. 25%
  - B. 50%
  - C. 75%
  - D. 100%
10. Persilangan antara kelinci berambut hitam dengan kelinci berambut putih bersifat intermediet. Pada F2 akan diperoleh . . . .
  - A. 25% hitam, 50% abu-abu, 25% putih
  - B. 75% hitam, 25% putih
  - C. 75% abu-abu, 25% putih
  - D. 50% hitam, 50% putih
11. Dalam persilangan dihibrid dominan resesif, jika F1 disilangkan sesamanya, maka akan diperoleh fenotipe F2 dengan perbandingan . . . .
  - A. 3 : 6 : 3 : 1
  - B. 9 : 3 : 3 : 1
  - C. 9 : 6 : 1
  - D. 9 : 6 : 3 : 1
12. Disilangkan marmot jantan rambut pendek warna hitam dengan marmot betina rambut panjang cokelat, diperoleh keturunan pertama rambut pendek warna hitam. Jika F1 disilangkan sesamanya maka banyaknya marmot berambut pendek warna hitam adalah . . . .
  - A.  $\frac{1}{16}$
  - B.  $\frac{3}{16}$
  - C.  $\frac{6}{16}$
  - D.  $\frac{9}{16}$

13. P: merah-bulat X putih-lonjong

$\begin{array}{rcl} & \text{MMBB} & \text{mmbb} \\ \text{G} & : & \text{MB} \quad \text{mb} \\ \text{F-1} & : & \text{MmBb(merah-bulat)} \\ \text{F-2} & : & \text{F-1} \quad \text{X} \quad \text{F-1} \\ & & \text{MmBb} \quad \text{MmBb} \\ \text{Gamet} & : & \text{MB, Mb, mB, mb} \end{array}$

F-2

	MB	Mb	mB	mb
MB	MMBB 1	MMBb 2	MmBB 3	MmBb 4
Mb	MMBb 5	MMbb 6	MmBb 7	Mmbb 8
mB	MmBB 9	MmBb 10	mmBB 11	mmBb 12
mb	MmBb 13	Mmbb 14	mmBb 15	Mmbb 16

Dari bagan diatas, individu yang memiliki fenotipe merah-bulat adalah...

- 2, 4, 7, dan 9
  - 3, 6, 10, dan 12
  - 4, 7, 11, dan 15
  - 5, 6, 10, dan 13
14. Pemuliaan tanaman dapat dilakukan dengan cara....
- perkawinan silang
  - penanganan hama
  - melakukan pergiliran tanam
  - manipulasi lingkungan hidup
15. Upaya untuk menghasilkan pemuliaan tumbuhan maupun hewan tidak selamanya membawa keuntungan bagi manusia. Munculnya berbagai bibit unggul hasil pemuliaan itu ternyata juga dapat merugikan keanekaragaman mahluk hidup. Hal ini karena....
- dapat meningkatkan harga benih
  - varietas baru sulit pembudidayaannya
  - dapat mematikan usaha petani tradisional
  - menggeser keberadaan plasma nutfah

**I. Rubrik Penilaian dan Pedoman Penskoran**

Kunci Jawaban

1. D	6. A	11. B
2. A	7. C	12. D
3. C	8. A	13. A
4. A	9. B	14. A
5. B	10. A	15. D

Pedoman Penskoran

$$\text{Nilai} = (\text{jumlah benar}/15) \times 100$$

## PEMETAAN KOMPETENSI

NO	KOMPETENSI DASAR (KD)	INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI (IPK)
3.4	Menjelaskan konsep listrik statis dan gejalanya dalam kehidupan sehari-hari.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengidentifikasi struktur atom.</li> <li>▪ Mengidentifikasi perpindahan muatan saat terjadi interaksi antar benda.</li> <li>▪ Menjelaskan interaksi antar benda-benda bermuatan listrik.</li> <li>▪ Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi gaya elektrostatik.</li> <li>▪ Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi medan listrik.</li> <li>▪ Menjelaskan prinsip kerja elektroskop.</li> </ul>
4.4	Menyajikan hasil pengamatan tentang gejala listrik statis dalam kehidupan sehari-hari	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Melakukan percobaan listrik statis.</li> <li>▪ Menyusun laporan percobaan listrik statis.</li> <li>▪ Membuat elektroskop sederhana.</li> </ul>

# MODUL 2

## LISTRIK STATIS

### Kompetensi Dasar

- 3.4 Menjelaskan konsep listrik statis dan gejalanya dalam kehidupan sehari-hari.
- 4.4 Menyajikan hasil pengamatan tentang gejala listrik statis dalam kehidupan sehari-hari

## PEMBELAJARAN 1

### A. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui kegiatan membaca dan mengamati gambar, Ananda dapat mengidentifikasi struktur atom.
2. Melalui kegiatan membaca dan percobaan listrik statis sederhana, Ananda dapat menjelaskan proses perpindahan muatan antar benda.
3. Melalui kegiatan membaca, Ananda dapat menjelaskan interaksi antar benda-benda bermuatan listrik.
4. Melalui percobaan listrik statis, Ananda memiliki sifat cermat dan teliti.
5. Ananda mampu menyusun laporan ilmiah setelah melaksanakan percobaan listrik statis.

### B. Peran Guru dan Orang tua

Peran Guru:

1. Guru menyusun proses pembelajaran jarak jauh.
2. Guru membantu Ananda memahami materi pembelajaran.
3. Guru menerima, menilai, dan memberitahukan hasil penugasan yang dilakukan oleh Ananda.

Peran Orang tua:

1. Orang tua mengawasi Ananda belajar.
2. Orang tua membantu mencari bahan praktikum untuk Ananda.

### C. Aktivitas Pembelajaran

Pernahkah Anda melihat tulisan di stasiun pengisian bahan bakar yang menyarankan pengendara mobil mematikan mesin saat pengisian bahan bakar? Mengapa mesin harus mati saat mengisi bahan bakar? Larangan tersebut tentu bukan tanpa alasan. Alasan yang utama adalah untuk keselamatan pengemudi dan semua yang ada di sekitar tempat pengisian bahan bakar tersebut.



**Gambar 1.** Mesin mobil harus mati saat pengisian bahan bakar. (Sudar 2020)

Bensin merupakan bahan yang mudah menguap dan mudah juga terbakar. Saat bensin keluar dari pipa menuju tangki mobil, akan terdapat banyak uap bensin di udara. Hal ini tentu berbahaya saat mobil dalam keadaan hidup. Sistem kelistrikan dan pengapian mobil dapat memicu kebakaran. Ternyata bukan karena itu saja kebakaran juga dapat dipicu oleh muatan listrik statis yang ditimbulkan oleh putaran *van belt* mesin. Mengapa *van belt* mesin mobil yang berputar dapat menimbulkan muatan listrik? Bagaimana proses terbentuknya muatan listrik? Jawabannya ada dalam pembelajaran berikut ini.

**AKTIVITAS 1:** Bacalah uraian materi berikut ini dengan cermat.

#### PARTIKEL PENYUSUN ATOM

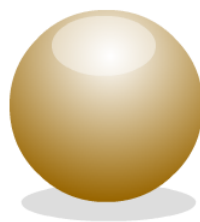
Rasa ingin tahu atau *curiosity* adalah sifat dasar yang dimiliki oleh manusia. Apakah Anda termasuk orang yang memiliki rasa ingin tahu tinggi? Apakah Anda tertarik untuk mengetahui hal-hal yang masih menjadi misteri? Rasa ingin tahu yang mendorong manusia melakukan banyak penelitian dan eksplorasi untuk mengungkap misteri di alam semesta. Saat ini baru sebagian kecil yang sudah terungkap, sedangkan sebagian besar misteri di alam semesta masih belum terpecahkan.

Rasa ingin tahu menuntun ilmuwan untuk mengetahui apa saja partikel penyusun suatu benda. Sejak jaman Yunani kuno orang sudah meyakini bahwa atom adalah bagian terkecil dari benda. Jika benda dipotong terus menerus, maka akan diperoleh bagian terkecil yang tidak bisa dibagi lagi. Bagian ini disebut Atom. Kata atom sendiri berasal dari bahasa Yunani yang artinya *tak terbagi*.

Teori tentang atom berkembang dari usulan teori yang sangat sederhana sampai pada teori yang kompleks dan rumit. Atom merupakan partikel yang tidak dapat dilihat mata secara langsung. Oleh karena itu teori tentang atom dibangun berdasarkan gejala-gejala atau perilaku materi yang bisa diamati. Pemahaman tentang atom berkembang seiring dengan pengetahuan dan kemajuan teknologi untuk mengamati gejala-gejala tersebut.

Pada awal abad ke-19, **John Dalton** mengemukakan pokok-pokok teorinya tentang atom sebagai berikut: (1) Materi tersusun atas atom-atom, (2) Atom tidak dapat dibagi lagi menjadi partikel yang lebih kecil, (3) Atom-atom dari suatu unsur adalah sama (identik), (4) Unsur yang berbeda tersusun atas atom dari jenis yang berbeda pula.

Dalton menganggap bahwa semua atom dari suatu unsur adalah sama, tetapi atom-atom tersebut berbeda dengan atom penyusun dari unsur lain. Misalnya atom-atom besi berbeda dengan atom-atom penyusun aluminium. Selain itu Dalton beranggapan bahwa bentuk atom seperti ***bola keras*** yang sama diseluruh bagiannya.

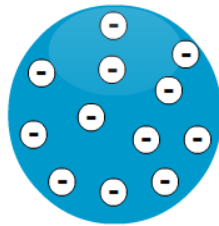


**Gambar 2.** Model Atom Dalton, atom berbentuk bola keras yang sama disetiap bagiannya. (Sudar 2020)

Pada perkembangan ilmu pengetahuan berikutnya, manusia berhasil menemukan partikel-partikel yang memiliki muatan listrik. Selain itu ilmuwan juga meyakini bahwa atom masih dapat dibagi lagi menjadi bagian yang lebih kecil yaitu elektron, proton, dan neutron. Berdasarkan penemuan tersebut, **Joseph John Thomson**



mengajukan teori baru tentang atom. Teori atom yang diajukan Thomson memperhatikan muatan listrik dan partikel subatom. Menurut Thomson atom berbentuk bola bermuatan positif listrik dan elektron yang bermuatan negatif tersebar merata di seluruh atom. Secara keseluruhan atom bersifat netral karena memiliki muatan positif dan negatif yang sama besar.

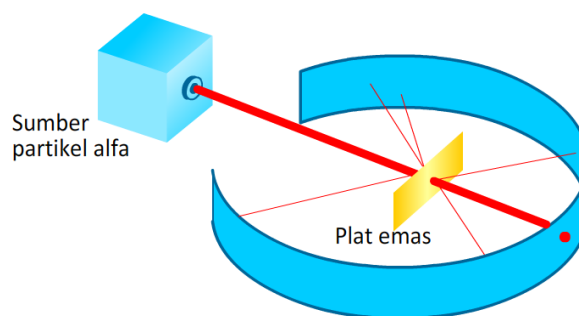


**Gambar 3.** Model atom Thomson, bentuk atom berupa bola bermuatan positif dan elektron yang tersebar merata pada bagian atom. (Sudar 2020)

Sekilas model atom yang diajukan oleh Thomson mirip dengan roti kismis. Apakah Ananda kesulitan membayangkan roti kismis? Tidak masalah karena makanan tersebut memang tidak berasal dari negara kita. Bentuk makanan kita yang memiliki kemiripan dengan model atom Thomson adalah onde-onde. Makanan khas Jawa berbentuk bulat yang bertaburkan biji wijen diseluruh bagiannya. Biji wijen tersebut mirip dengan elektron yang tersebar merata diseluruh bagian atom.

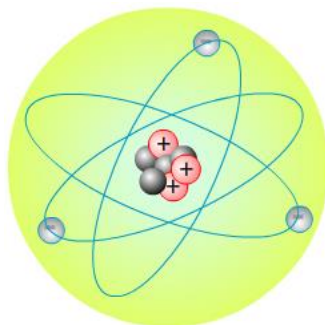
Konsep tentang muatan listrik dari partikel penyusun atom, mampu menjelaskan adanya benda-benda bermuatan listrik di sekitar kita. Namun demikian seiring dengan perkembangan pengetahuan manusia, teori atom Thomson mulai diragukan kebenarannya. **Ernest Rutherford** adalah salah satu ilmuwan yang meragukan kebenaran dari teori tersebut. Rutherford menentang pendapat Thomson yang menyatakan bahwa bentuk atom adalah bola padat yang memiliki sedikit sekali ruang kosong di dalamnya.

Rutherford melakukan percobaan dengan menembakkan partikel *alfa* pada lempeng emas yang sangat tipis. Ternyata sebagian besar partikel *alfa* dapat menembus lempeng emas tersebut, dan hanya sebagian kecil yang dipantulkan. Berdasarkan hasil penemuan tersebut, Rutherford menyimpulkan bahwa ruang kosong dalam sebuah atom sangat besar sekali tidak seperti pendapat Thomson.



**Gambar 4.** Desain percobaan Ernest Rutherford. (Sudar 2020)

Rutherford kemudian mengajukan teori tentang atom yang mirip dengan sistem tata surya. Atom merupakan bola berongga dimana bagian tengah atom merupakan daerah kecil yang bermuatan positif. Bagian ini disebut nukleus atau inti atom. Nukleus tersusun atas proton dan neutron. Proton memiliki muatan listrik positif, sedangkan neutron tidak bermuatan (netral). Elektron yang bermuatan listrik negatif berputar mengelilingi inti atom. Gaya tarik antara proton dan elektron inilah yang menjaga elektron tetap berada pada orbitnya.



**Gambar 5.** Inti atom Litium terdiri atas 3 proton, 4 netron, sedangkan 3 elektron berputar mengelilingi inti atom. (Sudar 2020)

Hal baru yang menjadi keunggulan teori Rutherford adalah atom terdiri atas inti atom (nukleus) dan elektron yang mengelilingi inti. Teori ini mendorong penemuan baru tentang lintasan (orbit) elektron yang kelak dikenal dengan nama kulit dan bilangan kuantum utama. Namun, pendapat Rutherford juga memiliki kelemahan. Ketika elektron bergerak mengelilingi inti dan memancarkan energi, maka elektron akan kehilangan sebagian energi, sehingga gaya tarik antar partikel akan membawa elektron mendekati inti atom. Pada kenyataannya elektron tetap bergerak pada

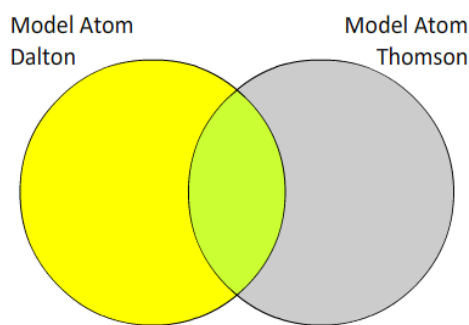
lintasannya dan tidak menempel pada inti atom. Teori atom Rutherford tidak mampu menjelaskan hal tersebut dengan baik.

Selanjutnya kelemahan teori atom Rutherford disempurnakan oleh **Neils Bohr**. Penemuan tentang spektrum atom hidrogen, membuat pemahaman tentang energi elektron menjadi semakin baik. Walaupun demikian pendapat Rutherford tetap memberi sumbangan yang sangat besar kepada kita tentang bagaimana memahami atom.

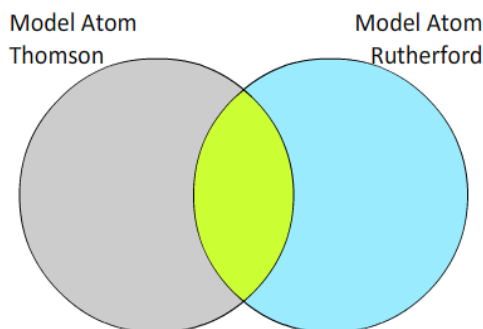
### Pemahaman Konsep

Setelah membaca uraian materi di atas, aktivitas berikut akan membantu Ananda memahami teori tentang atom. Bila mengalami kesulitan, Ananda dapat meminta bantuan pada orang tua dan guru.

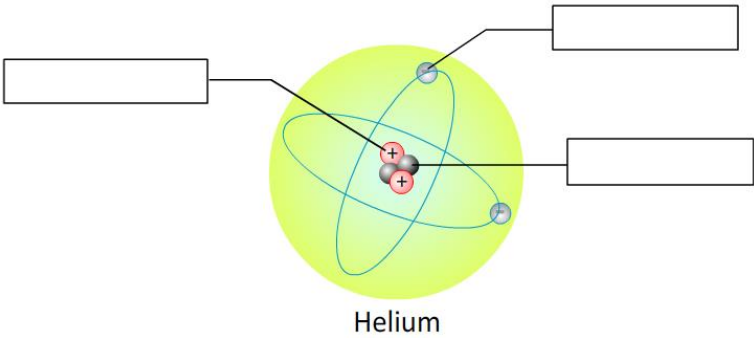
1. Sediakan beberapa lembar kertas folio.
2. Pada kertas tersebut buatlah diagram Venn sebagai berikut.



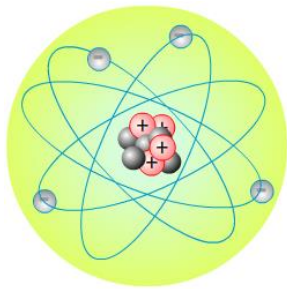
3. Pada area hijau tuliskan kesamaan pendapat dari teori atom Dalton dan Thomson, pada area kuning tuliskan pendapat Dalton yang tidak sama dengan pendapat Thomson, sedangkan pada area abu-abu tuliskan pendapat Thomson yang tidak sama dengan pendapat Dalton.
4. Pada Kertas folio yang lain buatlah diagram Venn sebagai berikut.



5. Pada area hijau tuliskan kesamaan pendapat tentang teori atom Thomson dan Rutherford, pada area abu-abu tuliskan pendapat Thomson yang tidak sama dengan pendapat Rutherford, sedangkan pada area biru muda tuliskan pendapat Rutherford yang tidak sama dengan pendapat Thomson.
6. Gambar berikut merupakan struktur atom Helium (He). Lengkapilah kotak-kotak pada gambar tersebut dengan nama-nama partikel penyusun atom Helium.



7. Berikut ini adalah gambaran dari struktur atom Berilium (Be)



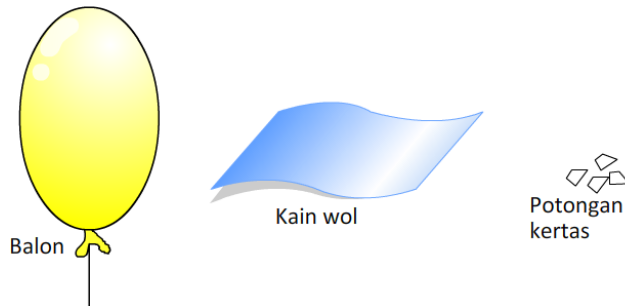
Berdasarkan gambar di atas lengkapilah tabel berikut.

Nama Partikel	Jumlah
Proton	.....
Elektron	.....
Neutron	.....

## Aktivitas 2: Ayo Lakukan

Lakukanlah percobaan sebagai berikut secara mandiri.

### a. Alat dan Bahan



### b. Langkah kerja.

1. Tiuplah balon dan ikat ujungnya dengan benang agar udara tidak keluar dari balon tersebut.
2. Dekatkan balon ke potongan kertas kecil, apakah kertas tertarik dan menempel pada balon?
3. Gosok balon dengan kain wol beberapa saat. Lakukan proses ini dengan **cermat** dan **hati-hati**.
4. Dekatkan balon pada potongan kertas, apakah kertas kecil tertarik dan menempel pada balon?
5. Tuliskan hasil pengamatan Anda pada tabel berikut ini.

Perlakuan	Hasil pengamatan ketika balon didekatkan pada potongan kertas kecil.
Sebelum balon digosok dengan kain wol	
Setelah balon digosok dengan kain wol	

### c. Penjelasan tentang fenomena listrik statis.

Tuliskan penjelasan yang logis dari hasil percobaan di atas dengan menggunakan konsep listrik statis pada bagian berikut ini.

---



---

## d. Identifikasi muatan listrik.

Berilah tanda centrang pada tabel berikut untuk mengidentifikasi muatan listrik dari berbagai benda yang digunakan pada percobaan di atas.

Benda	Sebelum balon digosok dengan kain wol			Setelah balon digosok dengan kain wol		
	Netral	Bermuatan positif	Bermuatan negatif	Netral	Bermuatan positif	Bermuatan negatif
Balon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kain wol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kertas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## e. Proses perpindahan muatan

Pada saat balon digosok dengan kain wol, terjadi perpindahan muatan antara kedua benda, sehingga keduanya bermuatan listrik. Lengkapi tabel berikut ini untuk mengidentifikasi hal tersebut.

Benda	Proses perpindahan muatan listrik	Muatan benda	Alasan
Kain wol	Sebagian elektron wol pindah ke balon	.....	Jumlah proton dalam kain wol lebih banyak dari elektron
Balon	.....	Negatif	.....

## f. Berikan pekerjaan Anda pada bapak/ibu guru untuk mendapatkan masukan.

**Aktivitas 3: Bacalah uraian materi berikut ini.****INTERAKSI ANTARA BENDA-BENDA BERMUATAN LISTRIK**

Pada pembelajaran sebelumnya diketahui bahwa proton, elektron, dan neutron adalah partikel penyusun atom. Benda netral memiliki jumlah proton dan elektron

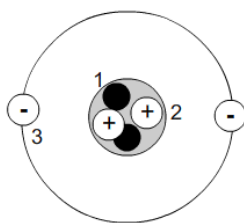
yang relatif sama. Saat dua benda digosokkan akan terjadi perpindahan elektron diantara kedua benda. Perpindahan elektron ini menyebabkan perbandingan jumlah proton dan elektron dalam benda tidak sama. Proses inilah yang menyebabkan suatu benda dapat bermuatan listrik.

Saat Ananda menyisir rambut, maka sebagian elektron dari rambut akan pindah ke sisir. Akibatnya sisir memiliki jumlah elektron yang lebih banyak dibandingkan proton. Secara keseluruhan sisir dianggap bermuatan listrik negatif. Ingat distribusi elektron yang bermuatan listrik negatif dalam sisir lebih dominan dibandingkan proton. Sebaliknya rambut Ananda yang kehilangan elektron akan bermuatan listrik positif.

Dua benda yang bermuatan listrik jika di dekatkan akan menimbulkan gaya tarik atau gaya tolak. Dua benda bermuatan listrik negatif bila didekatkan akan tolak menolak. Demikian pula jika dua benda bermuatan listrik positif bila berdekatan akan timbul gaya tolak. Sebaliknya benda bermuatan listrik positif akan menarik benda bermuatan listrik negatif. Bagaimana dengan benda netral? Apakah benda netral akan ditarik oleh benda bermuatan listrik? Untuk mengetahui rasa ingin tahu, Ananda dapat membaca buku paket IPA halaman 163 – 171 tahun terbit 2018.

### C. Latihan

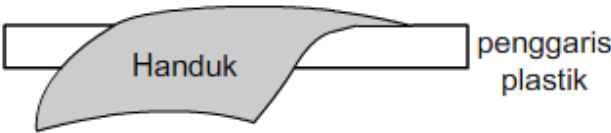
1. Perhatikan gambar struktur atom berikut ini.



Partikel penyusun atom yang ditandai dengan angka 1, 2, dan 3 adalah....

- A. proton, neutron, dan elektron
  - B. proton, elektron, dan neutron
  - C. elektron, proton, dan neturon
  - D. neutron, proton, dan elektron
2. Perhatikan pernyataan berikut ini.
    - 1) Sebuah benda dapat bermuatan listrik karena digosok dengan benda lain.
    - 2) Proton dapat berpindah dari satu benda ke benda lainnya karena gosokan.
    - 3) Benda bermuatan negatif memiliki jumlah elektron lebih banyak dari proton.
 Pernyataan yang benar adalah....
    - A. 1), 2), dan 3)

- B. 1) dan 2)
  - C. 1) dan 3)
  - D. 2) dan 3)
3. Benda A menolak benda B tetapi ditarik oleh benda C. Bila benda C dan D didekatkan akan saling tarik menarik. Benda C adalah penggaris plastik yang digosok dengan kain wol. Pilihan berikut yang sesuai dengan fenomena tersebut adalah....
- A. benda A dan C bermuatan negatif
  - B. benda A dan D bermuatan positif
  - C. benda B negatif dan D positif
  - D. benda C dan D bermuatan negatif
4. Benda X adalah kaca yang digosok dengan kain sutera, sedangkan Y adalah balon yang sudah digosok dengan kain wol. Bila X dan Y didekatkan, yang terjadi adalah....
- A. saling menarik, X bermuatan positif dan Y bermuatan negatif
  - B. saling menarik, X bermuatan negatif dan Y bermuatan positif
  - C. saling menolak, X dan Y bermuatan positif
  - D. saling menolak, X dan Y bermuatan negatif
5. Perhatikan gambar berikut.



Setelah kedua benda digosokkan, yang terjadi adalah....

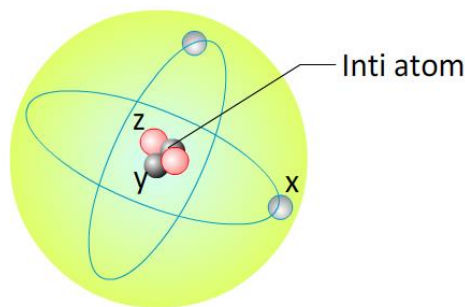
	Handuk	Penggaris	Perpindahan elektron
A	Bermuatan positif	Netral	Elektron berpindah dari handuk ke penggaris
B	Bermuatan positif	Bermuatan negatif	Elektron berpindah dari handuk ke penggaris
C	Bermuatan negatif	Bermuatan positif	Elektron berpindah dari penggaris ke handuk
D	Netral	Bermuatan negatif	Elektron berpindah dari handuk ke penggaris



Gunakan bacaan berikut untuk menjawab soal no 6, 7, dan 8

### STRUKTUR ATOM

Atom merupakan bagian terkecil dari suatu benda. Pemahaman manusia tentang atom berubah dan berkembang dari masa ke masa. Dimulai dari pandangan Democritus yang sangat sederhana, memandang atom sebagai bulatan padat tanpa ruang kosong serta tidak adanya partikel-partikel kecil di dalam atom. Sekarang kita meyakini sebagian dari kebenaran teori yang dikemukakan oleh Rutherford dan Neils Bohr, bahwa atom terdiri atas inti (*nucleus*) dan partikel lain yang mengelilingi inti tersebut.



Pada pandangan teori atom sekarang, orang sudah mengaitkan atom dengan partikel-partikel penyusunnya serta jenis muatan listrik yang dimiliki. Pada gambar di atas, partikel yang ditandai dengan huruf x berputar mengelilingi inti atom (nukleus). Kita dapat membayangkan seperti planet mengorbit mengelilingi matahari. Partikel x memiliki jenis muatan yang berlawanan dengan partikel z dalam inti atom. Selain partikel-partikel penyusunnya, struktur atom didominasi oleh ruang kosong.

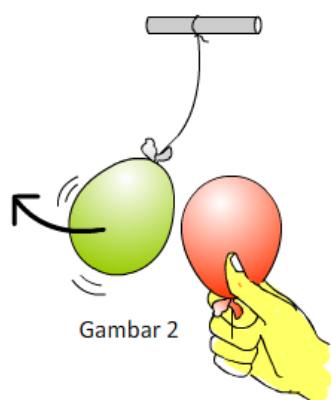
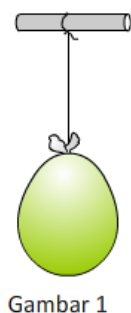
6. Partikel x, y, dan z berturut-turut adalah....
  - A. proton, neutron, dan elektron
  - B. neutron, proton, dan elektron
  - C. elektron, proton, dan neutron
  - D. elektron, neutron, dan proton
7. Benda P digosok dengan benda Q, sehingga benda P kehilangan banyak partikel x berpindah menuju Q, maka secara keseluruhan muatan kedua benda adalah....
  - A. P dan Q tetap netral
  - B. P bermuatan positif dan Q negatif
  - C. P bermuatan negatif dan Q positif
  - D. P netral dan Q bermuatan negatif

8. Contoh fenomena pada soal nomor 7 di atas dalam kehidupan sehari-hari yang tepat adalah....

- A. P batang kaca, dan Q kain sutera
- B. P kain sutera, dan Q batang kaca
- C. P penggaris, dan Q adalah rambut
- D. P penggaris plastik, dan Q kain wol

Gunakan bacaan berikut untuk menjawab soal no 9 dan 10.

### BALON YANG “BERTENGKAR”



Surya melakukan percobaan dengan dua buah balon yang sudah ditiup dan diikat dengan benang. Ia menggosok balon pertama dengan kain wol beberapa saat, lalu menggantungnya pada sebatang kayu (Gambar 1).

Kemudian Surya menggosok balon yang kedua dengan kain wol yang sama beberapa saat. Ketika Surya mendekatkan balon kedua pada balon pertama, timbul gaya elektrostatik pada kedua balon. Respon yang terjadi ditunjukkan oleh Gambar 2.

9. Pernyataan yang tepat tentang fenomena di atas adalah....

- A. kedua balon bermuatan positif dan menghasilkan gaya tolak
- B. kedua balon bermuatan positif dan menghasilkan gaya tarik
- C. kedua balon bermuatan negatif dan menghasilkan gaya tolak
- D. kedua balon bermuatan negatif dan menghasilkan gaya tarik

10. Bila potongan kertas kecil di dekatkan pada salah satu balon, yang akan terjadi adalah....

- A. kertas tidak menempel pada balon, karena benda netral tidak dapat ditarik oleh benda bermuatan listrik

- B. kertas menjauhi balon, karena kertas bermuatan listrik yang sejenis dengan muatan balon, sehingga terjadi gaya tolak
- C. kertas menjauhi balon, karena kertas bermuatan listrik yang berbeda jenis dengan muatan balon, sehingga terjadi gaya tolak
- D. kertas menempel pada balon, karena benda netral dapat ditarik oleh benda bermuatan listrik

#### D. Rangkuman

1. Setiap benda terusun atas atom-atom.
2. Proton, elektron, dan neutron adalah partikel penyusun atom.
3. Struktur atom ditunjukkan oleh teori atom yang dikemukakan oleh Rutherford dan disempurnakan oleh Bohr seperti sistem tata surya kita.
4. Bila dua benda saling digosokkan maka dapat terjadi perpindahan elektron diantara kedua benda sehingga menyebabkan benda bermuatan listrik.
5. Benda bermuatan listrik negatif memiliki jumlah elektron lebih banyak dari proton, sebaliknya benda bermuatan listrik positif memiliki jumlah elektron yang lebih sedikit dibandingkan proton.

#### E. Refleksi

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi baru Ananda pelajari tentang listrik statis di pembelajaran 1 pada kolom-kolom berikut.

Hal-hal yang sudah saya pelajari pada materi ini:

---



---



---



---



---

Hal-hal baru yang saya pelajari pada materi ini:

---



---



---



---



---



---

Saya ingin tahu lebih banyak tentang:

F. Rubrik Penilaian

- Kunci jawaban:

No	Kunci	No	Kunci
1	D	6	D
2	C	7	B
3	B	8	A
4	A	9	C
5	B	10	D

- Skor jawaban benar adalah 1, dan skor jawaban salah adalah 0.
- Pembahasan:
  - Atom tersusun atas partikel proton, elektron, dan netron. Elektron yang bermuatan negatif berputar mengelilingi inti atom. Inti atom terdiri atas netron dan proton yang bermuatan positif.
  - Proton berada dalam inti atom tidak dapat berindah karena gesekan antar benda.
  - Benda C bermuatan lisrik negatif. Urutan muatan lisrik A, B, C, dan D adalah positif, positif, negatif, dan positif.
  - Benda X bermuatan positif karena sebagian elektronnya pindah ke sutera, sedangkan Y bermuatan negatif karena mendapat elektron dari wol. Muatan positif dan negatif akan saling tarik.
  - Handuk bermuatan positif karena sebagian elektronnya pindah ke penggaris. Hal ini menyebabkan penggaris kelebihan elektron dan bermuatan listrik negatif.

6. Partikel x, y, dan z adalah elektron, netron, dan proton.
7. P kehilangan elektron akan bermuatan negatif, sebaiknya Q mendapat tambahan elektron akan bermuatan negatif.
8. P batang kaca dan Q adalah sutera.
9. Kedua blaon bermuatan negatif dan bila didekatkan akan menghasilkan gaya tolak yang menyebabkan kedua balon saling menjauh.
10. Kertas adalah benda netral dapat ditarik oleh benda bermuatan listrik negatif maupun positif.

▪ Pedoman penilaian

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{10} \times 100$$

▪ Rekomendasi dan Tindak Lanjut

Bila Ananda mampu mencapai nilai 80, maka Ananda diperkenankan untuk melanjutkan pada pembelajaran 2. Bila Ananda belum dapat melampaui nilai tersebut, maka Ananda harus mengulang lagi dan memahami materi-materi yang diberikan dalam pembelajaran 1. Berilah tanda centrang (✓) pada tabel berikut ini untuk membantu Ananda mengenali keberhasilan pembelajaran yang telah Ananda kuasai.

Pertanyaan	Jawaban
1. Apakah ananda memahami struktur atom?	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak
2. Apakah Ananda memahami proses sebuah benda dapat bermuata listrik?	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak
3. Apakah Ananda memahami interaksi antar benda bermuatan?	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak

## PEMBELAJARAN 2

### A. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui kegiatan praktikum dan membaca, Ananda dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi gaya elektrostatik.
2. Melalui kegiatan membaca, Ananda dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi medan listrik.
3. Melalui kegiatan praktikum, Ananda dapat menjelaskan prinsip kerja elektroskop.
4. Melalui kegiatan praktikum, Ananda dapat membuat elektroskop sederhana.
5. Melalui praktikum, Ananda memiliki sifat teliti dan jujur.

### B. Peran Guru dan Orang tua

Peran Guru:

1. Guru menyusun proses pembelajaran jarak jauh.
2. Guru membantu Ananda memahami materi pembelajaran.
3. Guru menerima, menilai, dan memberitahukan hasil penugasan yang dilakukan oleh Ananda.

Peran Orang tua:

1. Orang tua mengawasi Ananda belajar.
2. Orang tua membantu mencari bahan praktikum untuk Ananda.

### C. Aktivitas Pembelajaran

Pernahkah Ananda ke Taman Mini Indonesia Indah di Jakarta? Di taman kebanggaan rakyat Indonesia tersebut terdapat Pusat Peragaan IPTEK yang memberikan banyak informasi dan demonstrasi dari berbagai ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini. Salah satu peragaan yang menarik untuk dikunjungi adalah generator **Van de Graff**. Bila Ananda memegang bola dari mesin penghasil muatan listrik ini, maka akan terjadi hal aneh pada bagian rambut Ananda.



Perhatikan gambar seorang anak yang memegang bola generator Van de Graff di samping. Apa yang terjadi sebenarnya pada rambut anak tersebut saat memegang bola? Apa yang menyebabkan rambut tersebut terurai ke segala arah? Gaya apa yang bisa mengangkat rambut tersebut?

Pertanyaan-pertanyaan tersebut adalah bagian dari topik yang akan kita pelajari saat ini.

**Gambar 6.** Generator Van De Graff (Sudar 2020)

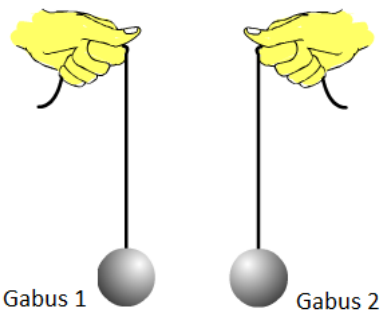
#### AKTIVITAS 1 : Ayo Lakukan.

Lakukanlah percobaan sebagai berikut dengan **jujur** dan **hati-hati**, jangan sampai terluka oleh peralatan yang Ananda gunakan.

- a. Alat dan bahan
  1. Gabus (*steorofoam*)
  2. Benang.
  3. Kaos wol.
  4. Jarum.
  5. Pisau silet.

b. Langkah kerja

1. Dengan menggunakan pisau silet, buatlah dua bola dari gabus dengan ukuran kira-kira sebesar bola kelereng.
2. Masukkan benang pada lubang jarum.
3. Tusukkan jarum pada bola gabus pertama sampai bagian benang menembus seluruh bagian bola.
4. Ikat benang bagian bawah sehingga benang tidak terlepas dan Ananda memiliki bandul dari bola gabus.
5. Lakukan langkah 2 sampai dengan 4 pada bola gabus kedua.
6. Sampai di sini, Ananda akan ‘bermain’ secara ilmiah dengan POE (*Predict-Observe-Explain*).
7. Ananda bayangkan, bila kedua gabus digosok dengan kaos wol beberapa saat lalu di dekatkan seperti gambar, prediksi apa yang akan terjadi pada kedua bola?
8. Pada tabel P-O-E kolom *PREDICT* berilah satu tanda centrang (✓) sesuai dengan apa yang Ananda perkirakan.



Tabel. P-O-E

<i>PREDICT</i>	<i>OBSERVE</i>	<i>EXPLAIN</i>
Yang terjadi saat kedua gabus di dekatkan	Yang terjadi saat kedua gabus di dekatkan	Alasan
<input type="radio"/> Kedua gabus akan diam (tidak terjadi apa-apa).	<input type="radio"/> Kedua gabus akan diam (tidak terjadi apa-apa).	
<input type="radio"/> Kedua gabus akan saling menjauh.	<input type="radio"/> Kedua gabus akan saling menjauh.	
<input type="radio"/> Kedua gabus akan saling mendekat.	<input type="radio"/> Kedua gabus akan saling mendekat.	

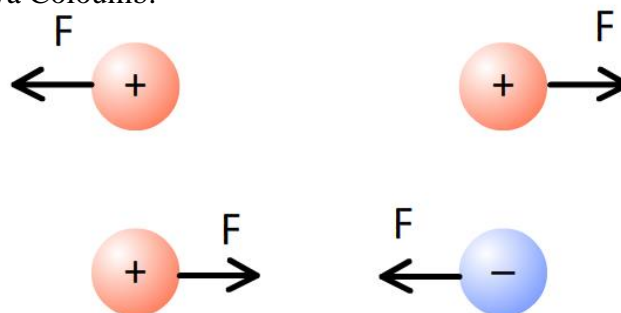


9. Sekarang Ananda lanjutkan percobaannya. Gosoklah kedua gabus dengan kain wol secara hati-hati, jangan sampai bagian gabus terkelupas.
10. Setelah digosok beberapa saat, pegang ujung-ujung benang dengan kedua tangan dan dekatkan kedua gabus seperti gambar di atas.
11. Amati apa yang terjadi pada kedua bola gabus. Pada Tabel P-O-E kolom *OBSERVE* Berilah satu tanda centrang ( $\checkmark$ ) sesuai dengan pengamatan Ananda. Apakah hasil pengamatan Ananda sama dengan prediksi sebelumnya? Tidak apa jika terjadi perbedaan, sebagai seorang calon ilmuwan Ananda harus selalu jujur dalam melakukan dan melaporkan hasil dari suatu percobaan.
12. Pada kolom *EXPLAIN*, tuliskan mengapa fakta pada kolom *OBSERVE* dapat terjadi. Berilah ulasan sederhana yang mudah dimengerti berdasarkan fenomena listrik statis.
13. Laporkan hasil pekerjaan Ananda pada bapak/ibu guru untuk mendapatkan masukan. Untuk mendukung bukti-bukti hasil pekerjaan, ***bila memungkinkan*** Ananda dapat mengirimkan dokumentasi berupa foto atau video saat melakukan kegiatan di atas.

**AKTIVITAS 2 :** Bacalah uraian materi berikut ini dengan cermat.

### Gaya dan Medan Listrik

Pada aktivitas sebelumnya Ananda telah mengetahui adanya gaya tarik atau gaya tolak bila dua muatan listrik berdekatan. Pada dua muatan sejenis yang berdekatan akan timbul gaya tolak, sedangkan dua muatan yang beda jenis akan menimbulkan gaya tarik. Gaya yang terjadi diantara dua muatan listrik ini disebut ***gaya elektrostatik*** atau gaya Coloumb.



**Gambar 7.** Gaya elektrostatik pada dua muatan listrik yang berdekatan

Faktor-faktor apa yang mempengaruhi gaya tersebut? Besarnya gaya listrik yang terjadi pada dua muatan dirumuskan sebagai berikut.

$$\mathbf{F} = \mathbf{k} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

Keterangan:

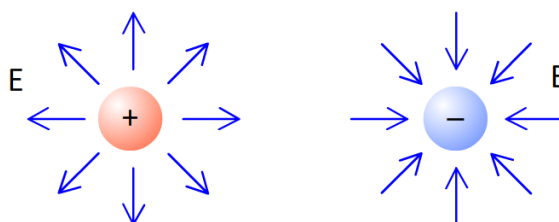
F : Gaya elektrostatik (newton)

k : konstanta ( $9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ )

$Q_1$  dan  $Q_2$  : muatan listrik (coloumb)

r : jarak antar muatan (meter)

Pada percobaan yang Ananda lakukan sebelumnya, dua bola gabus yang bermuatan listrik tidak perlu bersentuhan untuk saling mendorong ke arah yang berlawanan. Bagaimana hal itu bisa terjadi? Mengapa tanpa bersentuhan dua benda bermuatan listrik dapat menghasilkan gaya? Muatan listrik memberikan gaya pada jarak tertentu melalui **medan listrik** yang ada di sekitar muatan listrik. Gambar berikut menjelaskan arah medan listrik dari muatan positif dan negatif.



Gambar 8. Arah medan listrik (E) dari muatan listrik positif dan negatif

Arah medan listrik dari muatan listrik positif adalah menjauhi muatan tersebut ke segala arah. Sebaliknya arah medan listrik dari muatan negatif adalah mendekati muatan. Semakin dekat dengan muatan, medan listrik yang dihasilkan semakin kuat. Hubungan kuat medan listrik dengan jarak adalah sebagai berikut.

$$\mathbf{E} = \mathbf{k} \frac{Q}{r^2}$$

Keterangan:

E : Medan listrik (N/C)

k : konstanta ( $9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ )

Q : muatan listrik (coloumb)

r : jarak titik dari muatan listrik (meter)

### Pemahaman Konsep

Setelah membaca uraian materi di atas, aktivitas berikut akan membantu Ananda memahami gaya dan medan listrik. Bila mengalami kesulitan, Ananda dapat meminta bantuan pada guru.

1. Tuliskan faktor-faktor yang mempengaruhi gaya listrik dan muatan listrik pada tabel berikut.

Faktor-faktor (besaran) yang mempengaruhi gaya listrik	Faktor-faktor (besaran) yang mempengaruhi medan listrik

2. Berilah lingkaran pada pilihan “Benar” atau “Salah” dari setiap pernyataan berikut ini.

Pernyataan	Benar/Salah
<i>Gaya elektrostatik (Gaya Listrik)</i>	
1. Gaya listrik dihasilkan oleh dua muatan listrik atau lebih yang berdekatan.	Benar/Salah
2. Semakin besar muatan listrik, semakin kecil gaya listrik yang dihasilkan.	Benar/Salah
3. Besar gaya listrik sebanding dengan jarak kedua muatan listrik.	Benar/Salah
<i>Medan Listrik</i>	
1. Medan listrik dari muatan listrik positif adalah mendekati muatan tersebut.	Benar/Salah
2. Medan listrik dari muatan listrik negatif adalah menjauhi muatan tersebut.	Benar/Salah
3. Medan listrik suatu titik dari muatan, sebanding dengan besar muatan listrik tersebut.	Benar/Salah
4. Besar medan listrik pada suatu titik berbanding terbalik dengan	

Pernyataan	Benar/Salah
kuadrat jarak titik tersebut dari muatan listrik.	Benar/Salah

3. Konsultasikan hasil pekerjaan Anda pada bapak/ibu guru.
4. Untuk lebih memperkaya wawasan tentang gaya dan medan listrik, Anda dapat membaca buku paket IPA kelas IX semester 1 pada halaman 168 – 175. Kerjakan juga latihan soal yang ada pada buku tersebut, untuk menguji pemahaman yang sudah Anda peroleh.

### AKTIVITAS 3 : Ayo Lakukan.

#### Membuat Elektroskop Sederhana

Elektroskop adalah alat yang dapat mendeteksi adanya muatan listrik pada suatu benda. Sebetulnya kalimat ini kurang begitu pas, karena setiap benda tersusun atas atom-atom yang di dalamnya terdapat muatan listrik positif dan negatif. Lebih tepat yang dimaksud dalam kalimat tersebut adalah muatan listrik mayoritas. Ingat pada pembelajaran terdahulu, Anda telah mengetahui bahwa elektron dapat berpindah ketika terjadi interaksi antar benda. Hal ini memungkinkan sebuah benda bermuatan listrik positif atau negatif.

##### a. Alat dan bahan

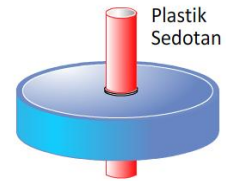
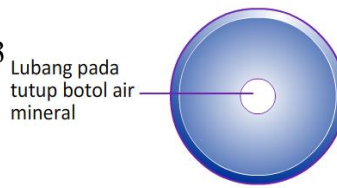
1. Gunting
2. Lem serba guna
3. Botol plastik bekas air minum
4. Kawat tembaga yang sudah dikupas
5. Kertas aluminium foil
6. Sedotan
7. Sisir plastik
8. Kaos wol

##### b. Langkah kerja

Bila memungkinkan dokumentasikan seluruh proses pembuatan elektroskop ini baik dalam bentuk gambar maupun video dengan kamera atau ponsel.

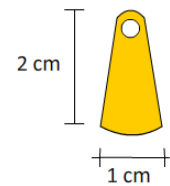
1. Ambil tutup botol minuman mineral dan dengan gunting buatah lubang pada bagian atasnya.

2. Potong sedotan kira-kira 3 cm dan masukkan dalam lubang yang telah dibuat pada tutup botol sebelumnya.



3. Berilah lem serbaguna agar sedotan tidak terlepas dari tutup botol seperti gambar di atas.

4. Buatah dua daun elektroskop dari kertas aluminium foil seperti gambar di samping. Pastikan bagian atas terdapat lubang yang cukup memuat kawat tembaga yang sudah disiapkan.



5. Langkah selanjutnya adalah membuat kepala dan batang elektroskop dari kawat tembaga.

6. Potong kawat tembaga secukupnya dan pada salah satu ujung kawat tembaga buatlah lingkaran sebagai kepala elektroskop seperti gambar berikut.

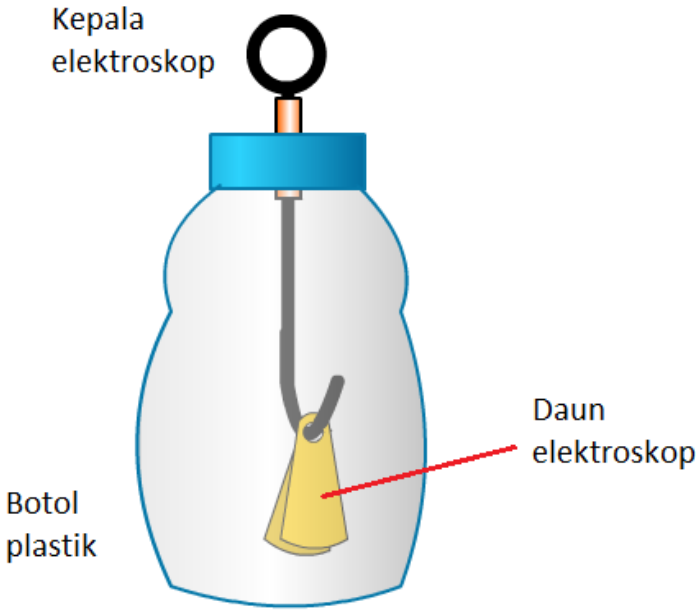


7. Masukkan ujung kawat tembaga pada sedotan yang sudah ditempelkan pada tutup botol.

8. Bengkokkan ujung kawat yang lain dan pasang dua daun elektroskop dengan cara mengaitkan kawat melalui lubang pada daun elektroskop seperti gambar di samping.



9. Masukkan daun elektroskop dan kawat dalam botol, lalu pasang tutup botol pada tempatnya seperti gambar. Selamat Ananda sudah berhasil membuat sebuah elektroskop.



c. Menguji cara kerja elektrostatik

Untuk menguji apakah elektrostatik yang Anda buat berhasil atau tidak, lakukan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Letakkan elektrostatik buatan Anda di atas meja.
2. Dekatkan sisir plastik pada kepala elektrostatik. Amati apa yang terjadi pada daun elektrostatik.
3. Gosok sisir plastik dengan kaos wol beberapa saat.
4. Dekatkan sisir plastik yang telah digosok pada kepala elektrostatik. Amati apa yang terjadi pada daun elektrostatik.
5. Berilah tanda centrang pada tabel berikut sesuai hasil pengamatan yang Anda lakukan.

<b>Mendekatkan sisir plastik pada kepala elektrostatik sebelum sisir digosok dengan kain wol</b>	<b>Mendekatkan sisir plastik pada kepala elektrostatik setelah sisir digosok dengan kain wol</b>
<input type="checkbox"/> Daun elektrostatik mengembang (saling menjauh)	<input type="checkbox"/> Daun elektrostatik mengembang (saling menjauh)
<input type="checkbox"/> Daun elektrostatik saling mendekat.	<input type="checkbox"/> Daun elektrostatik saling mendekat.
<input type="checkbox"/> Tidak terjadi apa-apa pada daun elektrostatik	<input type="checkbox"/> Tidak terjadi apa-apa pada daun elektrostatik

Alasan:	Alasan:
---------	---------

6. Tuliskan alasan yang logis terhadap hasil pengamatan pada tabel di atas, berdasarkan gejala Isitrik statis.
7. Tuliskan cara kerja elektroskop pada bagian berikut ini.

---

---

---

---

---

---

---

8. Tuliskan kesamaan konsep cara kerja elektroskop dengan terurainya rambut, saat seseorang memegang bola dari generator Van de Graff.

---

---

---

---

---

---

---

d. Ceritakan pada dunia

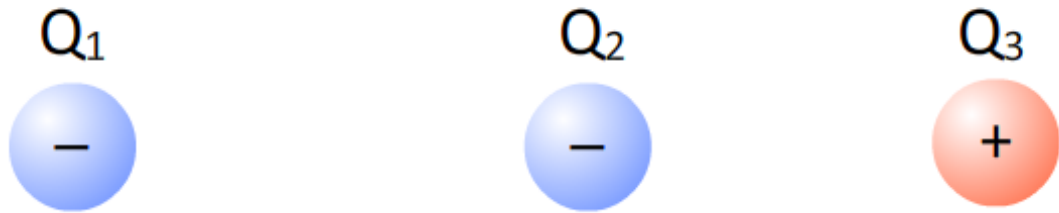
1. Konsultasikan hasil pekerjaan Ananda pada bapak/ibu guru untuk mendapatkan masukan.
2. Bila memungkinkan upload dokumentasi Ananda berupa foto atau video pembuatan elektroskop pada kanal sosial media yang Ananda punya. Setakan narasi secukupnya agar pengunjung kanal Ananda dapat mengerti cara kerja dan cara pembuatan elektroskop tersebut.
3. Bagikan tautan dari kanal sosial media pada teman-teman Ananda.
4. Laporkan pada guru berapa *like* dan *share* yang Ananda peroleh.

### D. Latihan

1. Perhatikan beberapa pernyataan berikut ini.
  - 1) Muatan positif dan negatif yang berdekatan akan menghasilkan gaya tarik.
  - 2) Semakin jauh jarak dua muatan, akan menghasilkan gaya listrik yang semakin kecil.
  - 3) Besar gaya listrik yang terjadi pada dua muatan, berbanding terbalik dengan jarak kedua muatan.
 Pernyataan yang benar adalah....
  - A. 1), 2), dan 3)
  - B. 1) dan 2)
  - C. 1) dan 3)
  - D. 2) dan 3)
2. Dua muatan listrik  $+4\mu\text{C}$  dan  $-8\mu\text{C}$  terpisah pada jarak 2 cm satu sama lainnya. Bila tetapan  $k = 10 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ , maka gaya yang terjadi diantara kedua muatan adalah....
  - A. gaya tarik 72 N
  - B. gaya tarik 72 N
  - C. gaya tarik 720 N
  - D. gaya tolak 720 N
3. Dua buah muatan terpisah pada jarak 2 cm menghasilkan gaya listrik sebesar 420 N. Bila jarak kedua muatan diubah menjadi 4 cm, maka besar gaya listrik yang terjadi adalah....
  - A. 105 N
  - B. 210 N
  - C. 840 N
  - D. 1.680 N
4. Dua buah muatan terpisah pada jarak  $r$  meter menghasilkan gaya listrik sebesar  $x$  newton. Bila jarak kedua muatan diubah menjadi  $\frac{1}{2}r$  meter, maka gaya listrik yang terjadi menjadi....
  - A.  $\frac{1}{4}x$  newton
  - B.  $\frac{1}{2}x$  newton
  - C.  $2x$  newton
  - D.  $4x$  newton



5. Perhatikan gambar tiga muatan segaris berikut ini.



Arah gaya listrik pada muatan  $Q_1$  dan  $Q_2$  akibat pengaruh muatan-muatan lain yang paling tepat adalah....

Pilihan	Arah gaya pada muatan $Q_1$	Arah gaya pada muatan $Q_2$
A.	Mungkin ke kanan atau ke kiri	Pasti ke kiri
B.	Pasti ke kanan	Mungkin ke kanan atau ke kiri
C.	Pasti ke kiri	Mungkin ke kanan atau ke kiri
D.	Mungkin ke kanan atau ke kiri	Pasti ke kanan

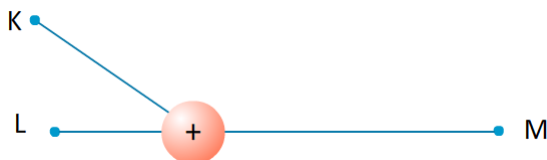
6. Perhatikan pernyataan berikut.

- 1) Medan listrik menyatakan daerah atau ruang yang masih dipengaruhi oleh muatan listrik.
- 2) Satuan SI dari medan listrik adalah N/C.
- 3) Titik yang lebih dekat dengan muatan, memiliki medan listrik yang lebih besar dibandingkan dengan titik yang jauh dari muatan.

Pernyataan yang tepat adalah....

- A. 1), 2), dan 3)
- B. 1) dan 2)
- C. 1) dan 3)
- D. 2) dan 3)

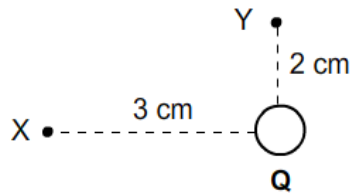
7. Perhatikan letak titik K, L, dan M dari sebuah muatan positif sebagai berikut.



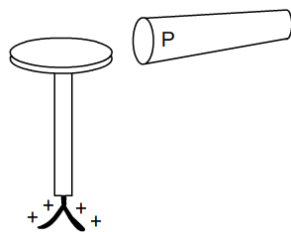
Urutan kuat medan listrik dari yang terkecil sampai terbesar dari ketiga titik-titik tersebut adalah....

- A. K, L, dan M
- B. L, K, dan M

- C. M, K, dan L  
D. M, L, dan K
8. Bila diketahui  $k = 10 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ , besar kuat medan listrik titik yang berjarak 4 meter dari muatan  $+ 12 \text{ mC}$  adalah....
- A.  $6,75 \times 10^6 \text{ N/C}$   
B.  $6,75 \times 10^3 \text{ N/C}$   
C.  $67,5 \times 10^6 \text{ N/C}$   
D.  $67,5 \times 10^3 \text{ N/C}$
9. Perhatikan gambar. Bila kuat medan listrik di titik X adalah  $360 \text{ N/C}$  ke kanan, maka kuat medan listrik di titik Y adalah ....



- A.  $160 \text{ N/C}$  ke atas  
B.  $160 \text{ N/C}$  ke bawah  
C.  $810 \text{ N/C}$  ke atas  
D.  $810 \text{ N/C}$  ke bawah
10. Gambar berikut menunjukkan reaksi daun elektroskop, ketika benda P didekatkan pada kepala elektroskop. Kesimpulan yang tepat adalah benda P ....



- A. netral  
B. bermuatan positif  
C. bermuatan negatif  
D. bisa bermuatan positif atau negatif

### E. Rangkuman

1. Gaya listrik timbul dari dua muatan listrik yang berdekatan dan dirumuskan sebagai berikut.

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

2. Muatan listrik menghasilkan medan listrik pada jarak tertentu dan dirumuskan sebagai berikut.

$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

3. Elektroskop adalah alat yang dapat mendeteksi muatan mayoritas dalam suatu benda.

### F. Refleksi

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi baru Ananda pelajari tentang gaya dan medan listrik di pembelajaran 2 pada kolom-kolom berikut.

Hal-hal yang sudah saya pelajari pada materi ini:

---

---

---

---

---

Hal-hal baru yang saya pelajari pada materi ini:

---

---

---

---

Saya ingin tahu lebih banyak tentang:

---

---

---

---

---

---

---

### G. Rubrik Penilaian

- Kunci jawaban:

No	Kunci	No	Kunci
1	B	6	A
2	C	7	C
3	A	8	A
4	D	9	D
5	D	10	B

- Skor jawaban benar adalah 1, dan skor jawaban salah adalah 0.
- Pembahasan:
  1. Pernyataan yang tidak tepat adalah besar gaya listrik berbanding terbalik dengan jarak kedua muatan, seharusnya berbanding terbalik dengan kuadrat jarak kedua muatan.
  2. Gaya yang terjadi adalah gaya tarik dengan perhitungan sebagai berikut.

$$F = \frac{k Q_1 Q_2}{r^2} = \frac{9.10^9 \times 4.10^{-6} \times 8.10^{-6}}{(2.10^{-2})^2} = \frac{288.10^{-3}}{4.10^{-4}} = 72.10^1 = 720 \text{ N}$$

3. Karena F berbanding terbalik dengan kuadrat jarak maka soal tersebut dapat diselesaikan dengan rumus perbandingan sebagai berikut.

$$\frac{F_1}{F_2} = \left( \frac{r_2}{r_1} \right)^2$$

$$\frac{420}{F_2} = \left( \frac{4}{2} \right)^2 = 2^2 = 4$$

Sehingga diperoleh persamaan  $F_2 = 420 : 4 = 105 \text{ N}$

4. Diselesaikan dengan cara yang sama dengan no 3 sehingga diperoleh jawaban 4x.
5.  $Q_1$  ditarik oleh  $Q_3$  ke kanan dan ditolak oleh  $Q_2$  ke kiri sehingga gaya yang terjadi mungkin ke kanan atau ke kiri. Sebaliknya  $Q_2$  ditolak oleh  $Q_1$  ke kanan dan ditarik oleh  $Q_3$  juga ke kanan sehingga menghasilkan resultan gaya yang arahnya ke kanan.
6. Semua pernyataan benar.

7. Semakin dekat suatu titik dengan muatan, maka kuat medan magnetnya semakin besar. Sebaliknya semakin jauh jaraknya dari muatan, kuat medan magnetnya semakin kecil.

8. Kuat medan listrik dicari dengan persamaan:

$$E = \frac{k \cdot Q}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \times 12 \cdot 10^{-3}}{4^2} = 6,75 \times 10^6 \text{ N/C}$$

9. Karena kuat medan di x arahnya ke kanan (mendekati muatan), maka dapat disimpulkan jenis muatan listrik adalah negatif. Sehingga arah medan listrik di y juga mendekati muatan yaitu ke bawah. Besar medan listrik di y ditentukan dengan perbandingan sebagai berikut.

$$\frac{E_x}{E_y} = \left( \frac{r_y}{r_x} \right)^2$$

$$\frac{360}{E_y} = \left( \frac{2}{3} \right)^2 = \frac{4}{9}$$

$$\text{Sehingga diperoleh persamaan } E_y = \frac{360 \cdot 9}{4} = 810 \text{ N/C}$$

10. Pada kedua daun elektroskop terdapat muatan positif, maka benda yang didekatkan pada kepala elektroskop bermuatan positif juga.

▪ Pedoman penilaian

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{10} \times 100$$

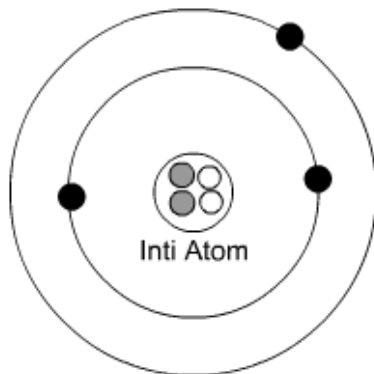
▪ Rekomendasi dan Tindak Lanjut

Bila Ananda mampu mencapai nilai 80, maka Ananda sudah menguasai pembelajaran 2 dan dapat mengerjakan evaluasi di akhir pembelajaran ini. Bila Ananda belum dapat melampaui nilai tersebut, maka Ananda harus mengulang lagi dan memahami materi-materi yang diberikan dalam pembelajaran 2. Ananda dapat meminta bantuan guru untuk memahami materi-materi yang masih belum dikuasai.

## H. EVALUASI

A. Pilihlah salah satu pilihan jawaban yang paling tepat.

1. Perhatikan gambar struktur atom dan pernyataan-pernyataan berikut ini.

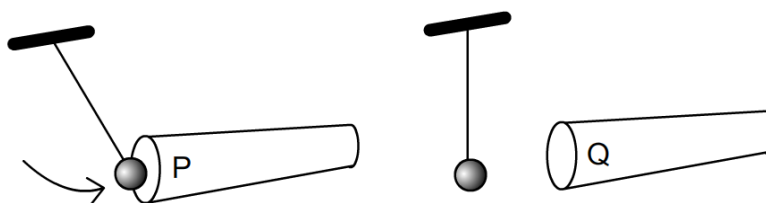


- 1) Elektron mengelilingi inti atom terdiri atas dua kulit (orbit).
- 2) Atom bersifat netral, karena jumlah proton sama dengan jumlah elektron.
- 3) Kelebihan jumlah elektron dibandingkan dengan jumlah proton menyebabkan atom bermuatan negatif.

Pernyataan yang tepat adalah....

- A. 1, 2 dan 3
  - B. 1 dan 2
  - C. 1 dan 3
  - D. 2 dan 3
2. Bila benda X dapat menarik benda Y, maka hipotesis berikut yang paling tepat adalah....
- A. X netral dan Y bermuatan listrik atau netral
  - B. X dan Y berbeda jenis muatan listriknya
  - C. X bermuatan listrik, sedangkan Y netral
  - D. X bermuatan listrik, Y netral atau jenis muatannya berbeda dengan X
3. Terdapat 4 muatan listrik P, Q, R, dan S. Muatan P ditolak Q dan ditarik S. Muatan R ditolak S. Bila S adalah plastik yang digosok dengan wol, maka pilihan berikut ini yang tepat adalah....
- A. P dan Q negatif
  - B. Q positif dan R negatif
  - C. Q dan S positif
  - D. S negatif dan R positif

4. Dua buah muatan listrik masing-masing  $Q_1 = + 2 \mu\text{C}$  dan  $Q_2 = - 4 \mu\text{C}$  terpisah pada jarak 2 cm. Gaya yang terjadi antara kedua muatan adalah.... (nilai  $k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ ).
- gaya tolak 18 N
  - gaya tarik 18 N
  - gaya tolak 180 N
  - gaya tarik 180 N
5. Dua buah muatan terpisah pada jarak 3 meter sehingga menghasilkan gaya listrik 160 N. Bila jarak kedua muatan diubah menjadi 6 meter, gaya listrik yang terjadi diantara kedua muatan adalah....
- 40 N
  - 80 N
  - 160 N
  - 640 N
6. Perhatikan faktor-faktor berikut ini.
- Jarak titik pada muatan
  - Besar muatan listrik
  - Bahan dielektrik
- Faktor-faktor yang mempengaruhi medan listrik pada suatu titik adalah....
- 1), 2), dan 3)
  - 1) dan 2)
  - 1) dan 3)
  - 2) dan 3)
7. Rudi mendekatkan benda P dan Q pada bola netral ringan yang digantung dengan tali. Reaksi bola Saat didekatkan pada kedua benda adalah sebagai berikut.



Kesimpulan yang tepat yang dapat diambil oleh Rudi adalah....

- P bermuatan negatif dan Q positif

- B. P bermuatan negatif dan Q netral
- C. P bermuatan positif dan Q netral
- D. P bermuatan listrik dan Q netral

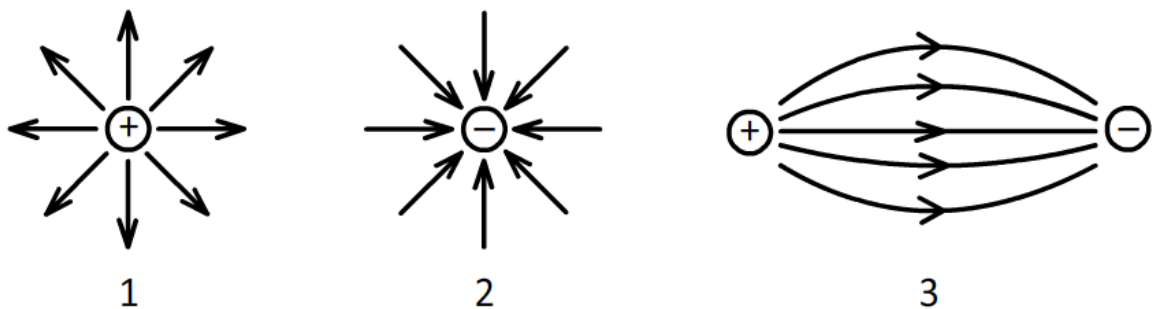
Bacaan berikut digunakan untuk menjawab soal nomor 8 dan 9.

### MEDAN LISTRIK

Medan listrik adalah ruang atau daerah yang masih dipengaruhi oleh gaya listrik. Medan listrik menggambarkan ruang di sekitar benda bermuatan listrik, jika sebuah benda bermuatan lainnya diletakkan pada tempat itu masih mengalami gaya elektrostatik. Untuk menguji apakah suatu *ruang* masih dalam pengaruh gaya listrik dibutuhkan muatan lain yang disebut muatan penguji.

Besar medan listrik suatu titik berbanding terbalik dari kuadrat jarak titik tersebut dari muatan. Medan listrik pada suatu muatan digambarkan oleh Garis Medan Listrik (*Lines of Force*) yang mempunyai ciri-ciri sebagai berikut: (1) Garis Medan listrik keluar dari muatan positif menuju ke muatan negatif, (2) Garis medan listrik antara dua muatan tidak pernah berpotongan, dan (3) Jika medan listrik di daerah itu kuat, maka garis medan listriknya rapat dan sebaliknya.

8. Perhatikan arah garis medan listrik berikut ini.

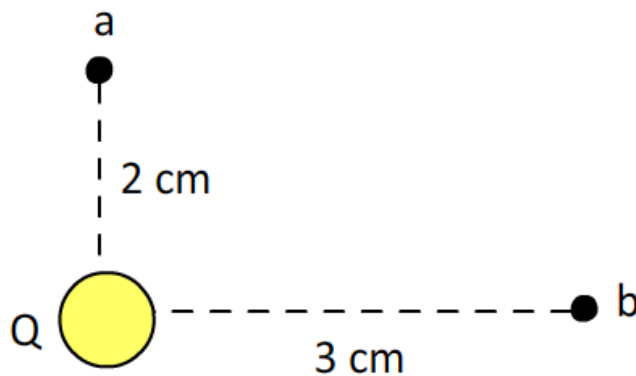


Arah garis medan listrik yang tepat adalah....

- A. 1, 2, dan 3
- B. 1 dan 2
- C. 1 dan 3
- D. 2 dan 3



9. Perhatikan gambar muatan listrik berikut.



Titik a dan b berada di dekat muatan Q. Medan listrik di titik b besarnya 180 N/C dan arahnya ke kiri. Besar medan listrik di titik a dan arahnya yang tepat adalah....

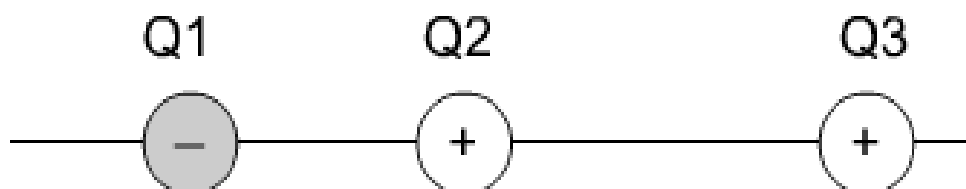
- A. 80 N/C ke bawah
- B. 80 N/C ke atas
- C. 405 N/C ke atas
- D. 405 N/C ke bawah

10. Berikut ini adalah fenomena-fenomena yang disebabkan oleh adanya listrik statis, *kecuali*....

- A. gedung bertingkat dipasang penangkal petir
- B. terjadinya kilatan cahaya dan suara gemuruh di langit saat mendung
- C. tertariknya potongan kertas oleh penggaris, setelah penggaris digosok dengan rambut
- D. lampu di kamar dapat menyala karena listrik PLN

B. Soal Uraian

1. Perhatikan tiga buah muatan segaris berikut ini.

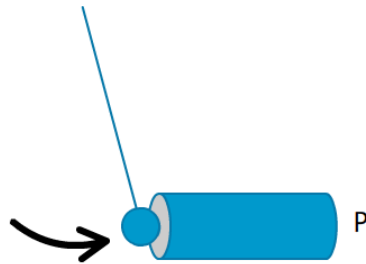


Anto berpendapat arah gaya listrik pada muatan  $Q_2$  adalah ke kanan. Setujukah Anda dengan pendapat Anto? Berilah alasan yang logis secukupnya.

2. Perhatikan gambar *tiny ball electroscope* berikut.



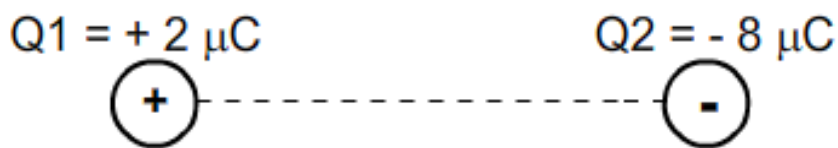
Gambar 1



Gambar 2

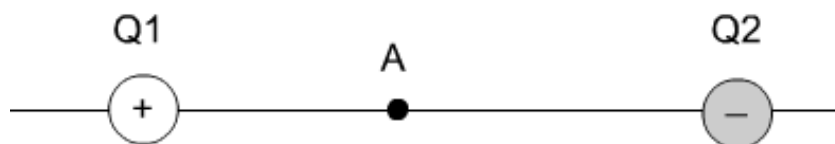
Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan reaksi bola sebelum dan sesudah benda P didekatkan pada bola. Berdasarkan gambar tersebut, Christian menduga benda P bermuatan listrik sehingga dapat menarik bola yang netral (tidak bermuatan). Setujukah Ananda dengan pendapat Christian? Berilah alasan yang logis secukupnya.

3. Dua buah muatan terpisah pada jarak 3 cm seperti gambar berikut.



Bila nilai konstanta  $k = 10 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ , tentukan besar gaya listrik yang dihasilkan.

4. Titik A berada diantara dua muatan seperti ditunjukkan oleh gambar berikut.



Setujukah Ananda bila arah total medan listrik pada titik A adalah ke kanan? Berilah alasan yang logis secukupnya.

5. Titik x memiliki jarak tertentu terhadap muatan  $400 \mu\text{C}$ . Bila kuat medan listrik di titik x sebesar  $9 \times 10^5 \text{ N/C}$ , tentukan jarak titik x dari muatan listrik tersebut.

**RUBRIK PENILAIAN**

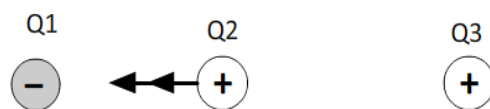
- Kunci Jawaban soal pilihan ganda.

No	Kunci	No	Kunci
1	C	6	B
2	D	7	D
3	B	8	A
4	D	9	D
5	A	10	D

Setiap jawaban benar memperoleh skor 1 dan jawaban salah memperoleh skor 0, sehingga skor maksimum pilihan ganda adalah 10.

- Kunci jawaban dan penskoran soal uraian.

1. Gaya yang dialami oleh muatan



Tidak setuju dengan pendapat Anto.

Alasan:

Q2 akan ditarik oleh Q1 sehingga menghasilkan gaya ke kiri. Q2 juga ditolak oleh Q3 sehingga menghasilkan gaya yang arahnya ke kiri. Dengan demikian resultan gaya yang dialami oleh Q2 arahnya adalah ke kiri.

Skor: 4.

2. Setuju dengan pendapat Christian.

Alasan:

Benda netral dapat ditarik oleh benda bermuatan listrik. Gambar 2 menunjukkan bahwa benda P dapat menarik bola kecil dan ringan yang netral, sehingga bisa dipastikan bahwa benda P bermuatan listrik.

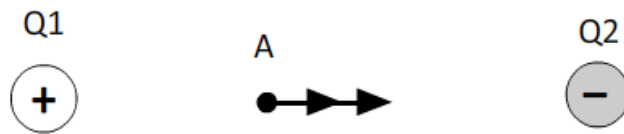
Skor: 4

3. Besar gaya listrik yang terjadi adalah:

$$F = \frac{k Q_1 Q_2}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \times 2 \cdot 10^{-6} \times 8 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{144 \cdot 10^{-3}}{9 \cdot 10^{-4}} = 16 \cdot 10^1 = 16 \cdot 10 = 160 \text{ N}$$

Skor: 4

## 4. Penentuan arah medan listrik.



Setuju.

Alasan:

Medan listrik yang dihasilkan oleh muatan Q1 di titik A adalah menjauhi Q1 yaitu ke kanan. Demikian juga titik A dipengaruhi oleh medan listrik Q2 yang arahnya ke kanan. Sehingga arah resultan medan listrik di A adalah ke kanan. Skor: 4

## 5. Penentuan jarak titik ke muatan dengan rumus sebagai berikut.

$$E = \frac{k \cdot Q}{r^2}$$

$$9 \times 10^5 = \frac{9 \times 10^9 \times 400 \times 10^{-6}}{r^2}$$

$$r^2 = \frac{36 \times 10^5}{9 \times 10^5} = 36$$

Maka  $r = \sqrt{36} = 6$  meter dari muatan listrik. Skor: 4

- Pedoman Penilaian

$$\text{Nilai} = \frac{2 \times \text{skor pilihan ganda} + \text{skor uraian}}{40} \times 100$$

- Rekomendasi dan Tindak Lanjut

Bila Ananda mampu mencapai nilai 80, maka Ananda sudah menguasai pembelajaran pada modul 2 ini. Bila Ananda belum dapat melampaui nilai tersebut, maka Ananda harus mengulang lagi dan memahami materi-materi yang diberikan dalam pembelajaran 1 dan pembelajaran 2.

Ananda dapat meminta bantuan guru untuk memahami materi-materi yang masih belum dikuasai. Selain itu Ananda dapat mencari referensi dari berbagai sumber untuk mendalami materi listrik statis.

## PEMETAAN KOMPETENSI

NO	KOMPETENSI DASAR (KD)	INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI (IPK)
3.5	Menerapkan konsep rangkaian listrik, energi dan daya listrik, sumber energi listrik dalam kehidupan sehari-hari termasuk sumber energi listrik alternatif	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi hambatan bahan.</li> <li>▪ Menerapkan hukum Ohm dalam penyelesaian masalah kelistrikan.</li> <li>▪ Mengidentifikasi karakteristik rangkaian seri dan paralel.</li> <li>▪ Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi energi listrik.</li> <li>▪ Menjelaskan hubungan daya dan energi.</li> <li>▪ Menjelaskan cara-cara penghematan listrik.</li> <li>▪ Mengidentifikasi sumber energi listrik alternatif</li> </ul>
4.5	Menyajikan hasil rancangan berbagai rangkaian listrik	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Membuat rancangan rangkaian listrik sederhana untuk instalasi rumah tangga.</li> <li>▪ Menyajikan rancangan rangkaian listrik sederhana untuk instalasi rumah tangga.</li> </ul>

# MODUL 3

## LISTRIK DINAMIS

### Kompetensi Dasar

- 3.4 Menerapkan konsep rangkaian listrik, energi dan daya listrik, sumber energi listrik dalam kehidupan sehari-hari termasuk sumber energi listrik alternatif
- 4.4 Menyajikan hasil rancangan berbagai rangkaian listrik.

### PEMBELAJARAN 1

#### A. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui kegiatan membaca, Ananda dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi hambatan bahan.
2. Melalui kegiatan membaca dan percobaan, Ananda dapat menerapkan hukum Ohm dalam penyelesaian masalah kelistrikan.
3. Melalui kegiatan membaca, Ananda mampu mengidentifikasi karakteristik rangkaian seri dan paralel.
4. Melalui percobaan, Ananda memiliki sifat cermat dan teliti.

#### B. Peran Guru dan Orang tua

Peran Guru:

1. Guru mengorganisir proses pembelajaran jarak jauh.
2. Guru membantu Andanda memahami materi pembelajaran.
3. Guru menerima, menilai dan memberitahukan hasil penugasan yang dilakukan oleh Ananda.

Peran Orang Tua:

1. Orang tua membantu guru dalam mengawasi Ananda belajar.
2. Orang tua mencarikan bahan praktikum untuk Ananda.

### C. Aktivitas Pembelajaran



**Gambar 1.** Musik dan Headset

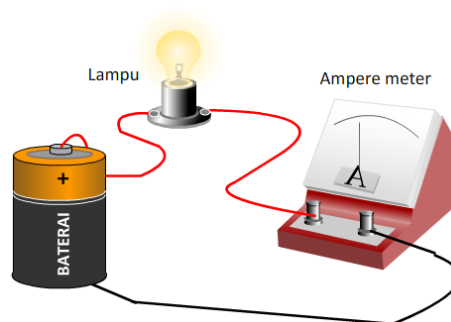
Hampir semua peralatan yang kita gunakan saat ini memerlukan baterai sebagai sumber daya. Pernahkah Anda mendengarkan musik dari telepon genggam dengan menggunakan headset? Sangat seru bukan? Dengan satu sentuhan tangan, Anda dapat mengatur volume musik yang diputar. Bukankan peralatan kita masih terhubung dengan baterai yang sama, lalu kenapa volume suara berubah? Hal ini juga mirip saat Anda mengatur volume televisi atau peralatan lainnya

Sebetulnya variabel apa saja yang berubah sehingga keras lemahnya suara yang dihasilkan berbeda? Ikuti dengan sungguh-sungguh pembelajaran ini, maka Anda akan menemukan jawabannya.

**AKTIVITAS 1:** Bacalah uraian materi berikut ini dengan cermat.

#### ARUS LISTRIK DALAM PENGHANTAR

Listrik menjadi kebutuhan dasar manusia untuk menunjang aktivitas sehari-hari. Saat listrik padam, banyak kegiatan kita yang terganggu karenanya. Saat ini kita akan belajar memahami bagaimana arus listrik dapat mengalir pada penghantar dan menghidupkan berbagai peralatan elektronik. Perhatikan gambar baterai yang mampu menghidupkan sebuah lampu sebagai berikut.



**Gambar 2.** Arus listrik dalam penghantar mampu menghidupkan lampu (Sudar 2020)

Energi yang dimiliki baterai mampu menggerakkan elektron bebas dari kawat penghantar. Aliran elektron ini dapat menghasilkan arus listrik. Para ahli sepakat bahwa arus listrik terjadi karena adanya muatan listrik yang bergerak dalam penghantar. Besar kuat arus sebanding dengan jumlah muatan (elektron) yang melewati penghantar tiap satuan waktu.

$$I = \frac{Q}{t}$$

Keterangan:

I : kuat arus listrik (ampere)

Q : muatan listrik (coloumb)

t : waktu (sekon)

Bagaimana arus listrik dapat mengalir dalam waktu yang cukup lama dalam penghantar? Untuk lebih mudah memahaminya, analogikan dengan aliran air di kamar mandi. Agar air dapat mengalir ke dalam bak, dibutuhkan tandon air yang lebih tinggi dari bak.

Biasanya posisi tandon air berada di atap rumah. Perbedaan ketinggian permukaan air menimbulkan perbedaan tekanan. Inilah yang menyebabkan adanya aliran air ke bak kamar mandi. Analog dengan hal tersebut, arus listrik dalam penghantar membutuhkan beda potensial agar terus mengalir. Beda potensial dalam kelistrikan disebut juga dengan istilah tegangan. Baterai adalah alat yang memiliki beda potensial diantara kedua kutubnya, sehingga memberikan energi yang cukup bagi elektron untuk bergerak dan menghasilkan arus listrik.

Ampere meter pada rangkaian listrik di atas, digunakan untuk mengukur besar kuat arus listrik. Kuat arus yang melewati rangkaian listrik sangat dipengaruhi oleh jenis bahan penghantar yang digunakan. Setiap material logam memiliki sifat kelistrikan yang disebut dengan hambatan (resistansi). Semakin besar nilai hambatan suatu penghantar, maka semakin sulit arus listrik melewati. Sebaliknya semakin kecil nilai resistansi penghantar, semakin mudah dilewati arus listrik. Hambatan suatu penghantar secara matematis dirumuskan sebagai berikut.

$$R = \rho \frac{L}{A}$$



Keterangan:

R : hambatan listrik (ohm =  $\Omega$ )

L : panjang penghantar (meter)

$\rho$  : hambatan jenis penghantar  
( $\Omega\text{m}$ )

A : luas penampang ( $\text{m}^2$ )

Hambatan jenis merupakan salah satu sifat atau karakteristik benda. Tabel berikut menunjukkan hambatan jenis dari berbagai bahan.

**Tabel 1.** Hambatan jenis berbagai bahan

No	Nama Bahan	Hambatan Jenis ( $\Omega\text{m}$ )
1	Perak	$1,59 \times 10^{-8}$
2	Tembaga	$1,7 \times 10^{-8}$
3	Emas	$2,44 \times 10^{-8}$
4	Aluminium	$2,82 \times 10^{-8}$
5	Tungsten	$5,6 \times 10^{-8}$
6	Besi	$10 \times 10^{-8}$
7	Platinum	$11 \times 10^{-8}$
8	Timah	$22 \times 10^{-8}$
9	Karbon	$3,5 \times 10^{-5}$
10	Germanium	0,46
11	Silikon	640
12	Kaca	$10^{10}$ sampai $10^{14}$
13	Karet	$\sim 10^{13}$

### Pemahaman Konsep

Setelah membaca uraian materi di atas, aktivitas berikut akan membantu Anda memahami konsep. Bila mengalami kesulitan, Anda dapat meminta bantuan pada orang tua dan guru.

1. Tuliskan faktor-faktor yang mempengaruhi hambatan suatu penghantar pada kotak berikut ini.

.....

.....

.....

.....

2. Berilah tanda lingkaran pada pilihan “Benar” atau “Salah” dari setiap pernyataan berikut.

Pernyataan	Benar/Salah
1. Arus listrik dalam penghantar terjadi karena adanya aliran elektron.	Benar/Salah
2. Bila sebuah kawat penghantar dipotong sehingga panjang penghantar menjadi setengahnya, maka nilai hambatannya menjadi dua kali lipat dari semula.	Benar/Salah
3. Dengan panjang yang sama, bila luas penampang suatu kawat diperkecil, maka hambatannya semakin besar.	Benar/Salah
4. Nilai hambatan suatu bahan dipengaruhi oleh jenis bahan tersebut.	Benar/Salah

3. Sifat daya hantar listrik dapat dilihat dari nilai hambatan jenisnya. Isolator adalah bahan yang tidak dapat menghantarkan listrik, sebaliknya konduktor adalah alat yang mampu menghantarkan listrik dengan baik. Tuliskan perbedaan karakteristik dari kedua bahan itu pada tabel berikut.

Karakteristik	Konduktor	Isolator
Sifat hantaran listrik		
Nilai hambatan listrik (resistansi)		
Nilai hambatan jenis bahan		

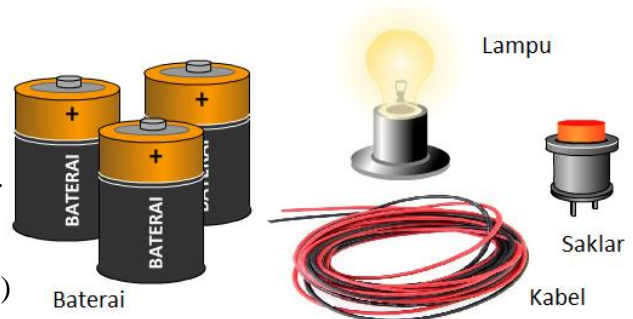
4. Laporkan hasil pekerjaan Ananda pada guru untuk memperoleh tanggapan.  
Ananda dapat memperdalam lagi pengetahuai di atas, dengan membaca buku paket IPA kelas IX semester 1 dari Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, pada halaman 105 – 112 tahun 2018.

## Aktivitas 2: Ayo Lakukan

Lakukanlah percobaan sebagai berikut secara mandiri.

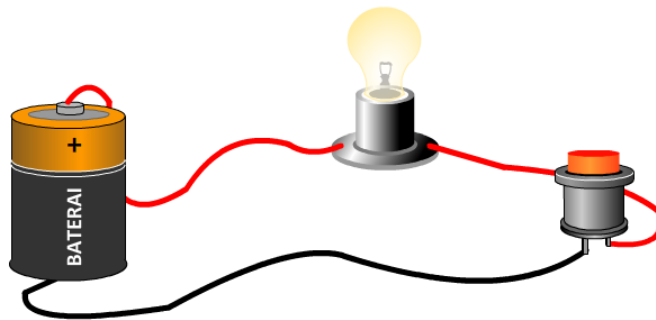
a. Alat dan Bahan

1. Gunting.
2. Isolasi.
3. Kabel secukupnya.
4. Baterai 1,5 volt sebanyak 3 buah.
5. Saklar.
6. Lampu dan tempat lampu (*fitting*)



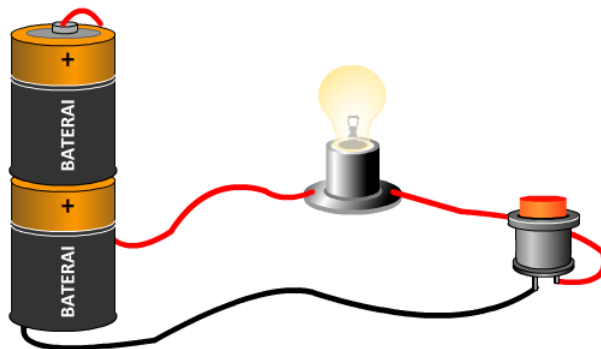
b. Langkah kerja.

1. Lakukan pekerjaan berikut di tempat yang tidak terlalu terang.
2. Buatlah rangkaian listrik seperti Gambar 1 berikut. Gunakan gunting untuk memotong dan mengelupas ujung kabel. Gunakan isolasi untuk menahan dan mengamankan rangkaian dari bahaya korsleting.



Gambar 1.

3. Tekan saklar sehingga lampu menyala. Amati nyala lampu.
4. Ulangi percobaan di atas dengan menambahkan satu baterai yang disusun secara seri seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2.

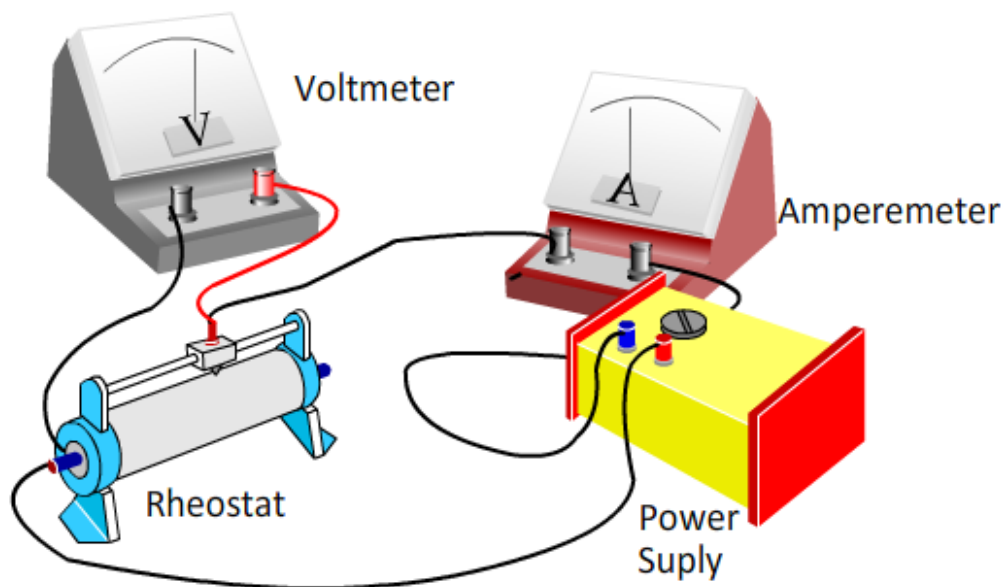
- 5. Tekan saklar dan amati nyala lampu. Dapatkan Ananda melihat perbedaan nyala lampu pada percobaan pertama dan kedua?
- 6. Ulangi percobaan di atas dengan menggunakan tiga baterai yang disusun seri.
- 7. Tuliskan hasil pengamatan Ananda dari ketiga percobaan dalam kolom sebagai berikut.

	Percobaan menggunakan 1 baterai	Percobaan menggunakan 2 baterai	Percobaan menggunakan 3 baterai
Intensitas nyala lampu			

- 8. Tulis kesimpulan dari hasil pengamatan yang Ananda peroleh.

**Aktivitas 3:** Bacalah uraian materi berikut ini.**HUKUM OHM**

Percobaan yang Ananda lakukan pada aktivitas sebelumnya, merupakan percobaan secara kualitatif untuk mengetahui hubungan antara tegangan dan kuat arus dalam rangkaian listrik. Pada abad ke-18, seorang ilmuwan bernama George Simon Ohm telah melakukan hal yang sama. Ohm tertarik untuk mengetahui hubungan antara tegangan dan kuat arus. Dalam rancangan percobaannya, Ohm mengukur kuat arus dari berbagai tegangan yang diberikan pada suatu rangkaian listrik.



**Gambar 3.** Percobaan George Simon Ohm (Sudar 2020)

Goerge Simon Ohm menyimpulkan bahwa kuat arus listrik ( $I$ ) dalam rangkaian sebanding dengan tegangan ( $V$ ) yang diberikan. Dari berbagai hasil percobaan nilai perbandingan antara tegangan dan kuat arus selalu tetap. Nilai perbandingan ini disebut hambatan ( $R$ ).

$$R = \frac{V}{I}$$

Keterangan:

$R$  : hambatan ( $\Omega$ )

$I$  : kuat arus (amper

$V$  : tegangan (volt)

### Pemahaman Konsep

Setelah membaca uraian materi di atas, aktivitas berikut akan membantu Anda memahami konsep. Bila mengalami kesulitan, Anda dapat meminta bantuan pada guru.

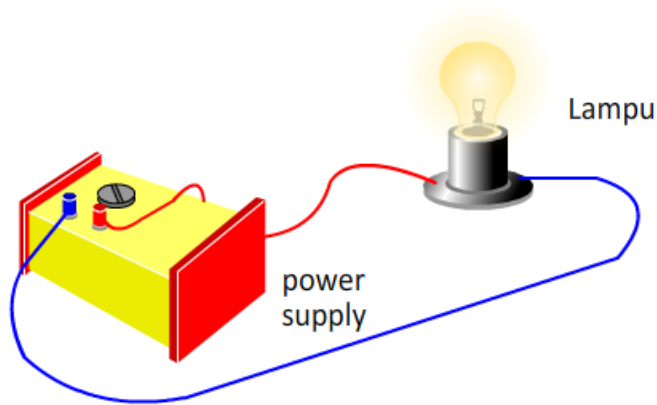
- Berilah lingkaran pada pilihan “Benar” atau “Salah” dari setiap pernyataan berikut ini.

Pernyataan	Benar/Salah
1. Baterai adalah alat yang memiliki beda potensial (tegangan) diantara dua kutub yang dimilikinya.	Benar/Salah
2. Fungsi saklar dalam rangkaian adalah memutus dan menyambungkan arus listrik.	Benar/Salah
3. Bila saklar pada suatu rangkaian listrik saklar dalam keadaan terbuka, kuat arus akan mengalir dalam rangkaian.	Benar/Salah

- Berilah tanda centrang ( $\surd$ ) pada pernyataan yang tepat dari hubungan antar variabel dalam tabel berikut ini.

Hubungan kuat arus dan tegangan	Hubungan Kuat arus dan hambatan
<input type="checkbox"/> Kuat arus listrik dalam rangkaian sebanding dengan tegangan baterai yang diberikan. <input type="checkbox"/> Semakin besar tegangan yang diberikan, semakin besar kuat arus listrik dalam rangkaian. <input type="checkbox"/> Semakin besar tegangan yang diberikan, semakin kecil kuat arus listrik dalam rangkaian.	<input type="checkbox"/> Kuat arus listrik berbanding terbalik dengan hambatan. <input type="checkbox"/> Semakin besar hambatan yang digunakan, semakin besar kuat arus listrik dalam rangkaian. <input type="checkbox"/> Semakin besar hambatan yang digunakan, semakin kecil kuat arus listrik dalam rangkaian.

3. Budi melakukan percobaan sebagai berikut.



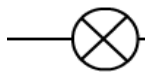


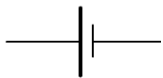
Saat nilai tegangan pada *power supply* dinaikkan, ternyata nyala lampu semakin terang. Dari hasil ini Budi membuat kesimpulan bahwa: “Nilai hambatan lampu tergantung pada tegangan yang diberikan”. Setujukan Ananda dengan kesimpulan Rudi? Uraikan jawaban Ananda.

---



---

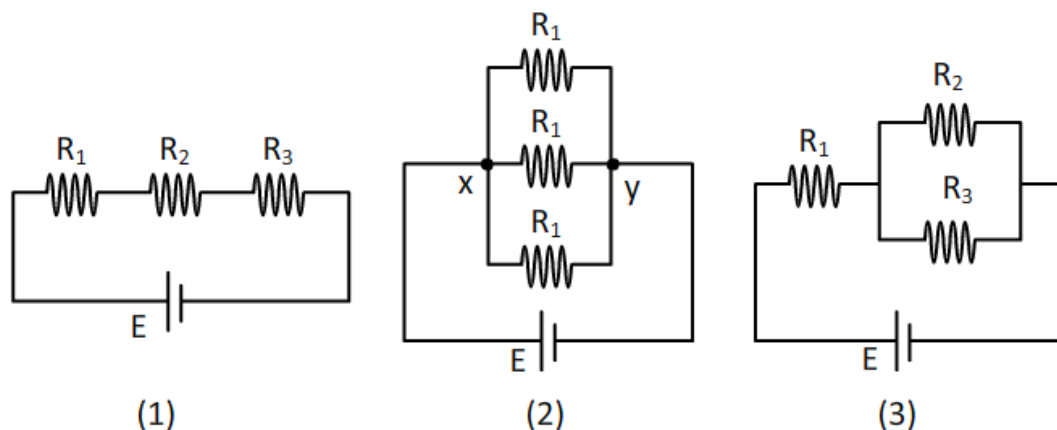
4. Jodohkan nama alat kelistrikan dan lambangnya dengan menarik garis yang tepat dari lingkaran kecil pada kolom pertama menuju lingkaran pada kolom kedua yang sesuai.

Nama Alat	Lambang
Baterai ○	○ 
Saklar ○	○ 
Lampu ○	○ 
Hambatan ○	○ 

### Aktivitas 4: Bacalah uraian materi berikut ini.

#### SIFAT RANGKAIAN SERI DAN PARALEL

Ada berbagai cara merangkai alat-alat listrik. Alat-alat listrik dapat dirangkai secara seri dan paralel. Rangkaian seri adalah rangkaian dimana tidak terdapat percabangan, sedangkan pada rangkaian paralel akan ditemukan percabangan. Untuk lebih jelasnya, Ananda perhatikan 3 hambatan yang dirangkai dengan berbagai cara sebagai berikut.



**Gambar 4.** Berbagai jenis rangkaian listrik

Perhatikan Gambar 4 (1) di atas. Apakah Ananda dapat menemukan cabang? Ya benar. Tidak ada cabang pada rangkaian tersebut. Rangkaian seperti ini disebut Rangkaian seri. Karena tidak bercabang maka kuat arus ( $I$ ) yang melewati masing-masing hambatan adalah sama. Hambatan total rangkaian seri tinggal dijumlahkan saja.

$$R_{\text{total-seri}} = R_1 + R_2 + R_3$$

Pada gambar 4 (2) ditemukan cabang pada titik x dan y. Oleh karena itu arus yang keluar dari baterai akan pisah menjadi 3 cabang yaitu melewati  $R_1$ ,  $R_2$ , dan  $R_3$ . Tiga cabang arus ini akan berkumpul lagi di titik y. Rangkaian dimana terdapat percabangan di dalamnya disebut rangkaian paralel. Hambatan total rangkaian paralel seperti gambar dirumuskan sebagai berikut.

$$\frac{1}{R_{\text{total-Paralel}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$



Karena memiliki percabangan, tentu saja kuat arus yang melewati masing-masing resistor tidak sama. Pada rangkaian paralel berlaku hukum Kirchoff I yaitu jumlah arus listrik yang memasuki percabangan sama dengan jumlah arus listrik yang keluar dari percabangan tersebut.

$$\sum I_{masuk} = \sum I_{keluar}$$

Bagaimana dengan rangkaian listrik yang ditunjukkan oleh Gambar 4 (3)? Apakah jenis rangkaian pada gambar tersebut? Rangkaian tersebut merupakan campuran dari rangkaian seri dan paralel. Resistor  $R_2$  dan  $R_3$  dirangkai secara paralel, kemudian salah satu ujungnya dirangkai secara seri dengan  $R_1$ .

Untuk memperdalam wawasan, Ananda dapat membaca buku paket IPA dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, kelas IX pada semester 1 pada halaman 212 – 224, tahun 2018.

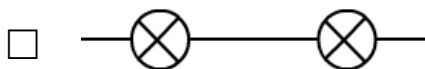
### Pemahaman Konsep

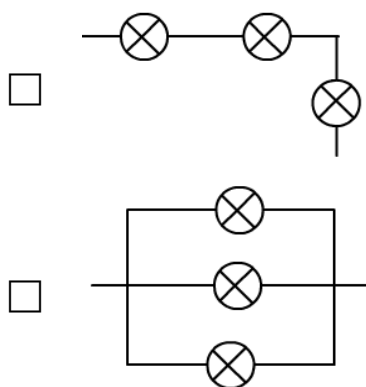
Setelah membaca uraian materi di atas, aktivitas berikut akan membantu Ananda memahami sifat rangkaian seri dan paralel. Bila mengalami kesulitan, Ananda dapat meminta bantuan pada guru.

1. Tuliskan perbedaan sifat rangkaian seri dan paralel pada kolom sebagai berikut.

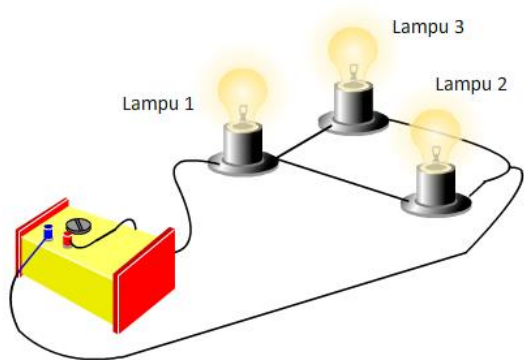
	Rangkaian Seri	Rangkaian Paralel
Tentang percabangan.		
Kuat arus pada masing-masing resistor.		
Rumus hambatan total		

2. Berilah tanda centrang (✓) pada rangkaian mana saja yang memiliki sifat, bila salah satu lampu putus, maka lampu lainnya ikut padam





3. Perhatikan gambar rangkaian berikut ini.



Berilah lingkaran pada pilihan “Benar” atau “Salah” pada setiap pernyataan berikut ini.

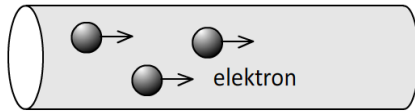
Pernyataan	Benar/Salah
1. Bila lampu 1 putus, maka lampu 2 dan 3 ikut padam.	Benar/Salah
2. Bila lampu 2 putus, maka lampu 1 menyala dan lampu 3 padam.	Benar/Salah
3. Bila lampu 3 putus, maka lampu 1 dan 2 tetap menyala	Benar/Salah

D. Latihan

Bacaan berikut untuk menjawab soal no 1 - 3.

ELEKTRON DALAM PENGHANTAR

Sebuah penghantar (konduktor) memiliki banyak elektron bebas yang dapat digambarkan seperti awan elektron. Dengan sedikit energi dari luar (misalnya energi dari sebuah baterai), elektron ini mampu bergerak dalam penghantar. Pergerakan elektron inilah yang menyebabkan terjadinya arus listrik.



Arah pergerakan elektron dalam suatu penghantar berlawanan dengan arah mengalirnya arus listrik.

1. Perhatikan pernyataan berikut ini.

- 1) Arus listrik mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah.
- 2) Proton mengalir dalam penghantar menyebabkan terjadinya arus listrik.
- 3) Semakin besar muatan listrik yang mengalir, semakin besar pula kuat arus pada penghantar.

Pernyataan yang tepat adalah....

- A. 1, 2, dan 3
  - B. 1 dan 2
  - C. 1 dan 3
  - D. 2 dan 3
2. Dalam 2 menit pada penghantar mengalir muatan sebesar 42 C. Kuat arus yang mengalir pada penghantar tersebut adalah....
- A. 0,35 mA
  - B. 21 mA
  - C. 350 mA
  - D. 21 A
3. Sebuah aki menyimpan muatan 5.400 C. Aki tersebut mengalirkan arus listrik sebesar 0,1 A. Bila dianggap arus yang mengalir selalu konstan, usia pakai aki tersebut adalah....
- A. 5 jam
  - B. 10 jam
  - C. 12 jam
  - D. 15 jam

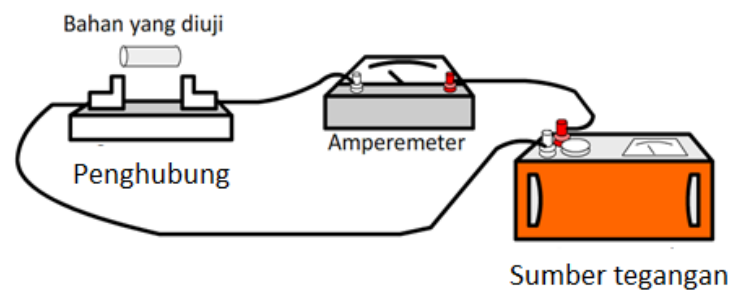
Bacaan berikut untuk menjawab soal no 4 - 5.

### HAMBATAN VS HAMBATAN JENIS

Tembaga memiliki daya hantar listrik yang lebih baik dibandingkan logam lainnya. Kemampuan suatu benda menghambat *laju* arus listrik pada penghantar

disebut resistansi (hambatan). Besarnya hambatan tergantung pada panjang, luas penampang, dan bahan (hambatan jenis) penghantar tersebut.

Gambar berikut menunjukkan desain percobaan pengujian hambatan jenis (*resistivity*) berbagai bahan. Pada percobaan tersebut ukuran (dimensi) masing-masing bahan adalah yang sama.



Tabel pengujian diperoleh sebagai berikut:

Nama Bahan	Tegangan (volt)	Kuat arus (mA)
P	12	120
Q	12	60
R	12	80
S	12	150

4. Berdasarkan tabel di atas, urutan hambatan jenis penghantar dari yang terkecil sampai terbesar adalah....
  - A. P, Q, R, dan S
  - B. Q, R, P, dan S
  - C. S, P, R, dan Q
  - D. S, R, P, dan Q
5. Sebuah penghantar terbuat dari bahan Q memiliki panjangnya 2 meter memiliki luas penampang  $0,8 \text{ mm}^2$ . Hambatan jenis bahan Q adalah....
  - A.  $8 \times 10^{-3} \Omega\text{m}$
  - B.  $8 \times 10^{-5} \Omega\text{m}$
  - C.  $1,6 \times 10^{-3} \Omega\text{m}$
  - D.  $1,5 \times 10^{-5} \Omega\text{m}$

Bacaan berikut untuk menjawab soal nomor 6 – 7.

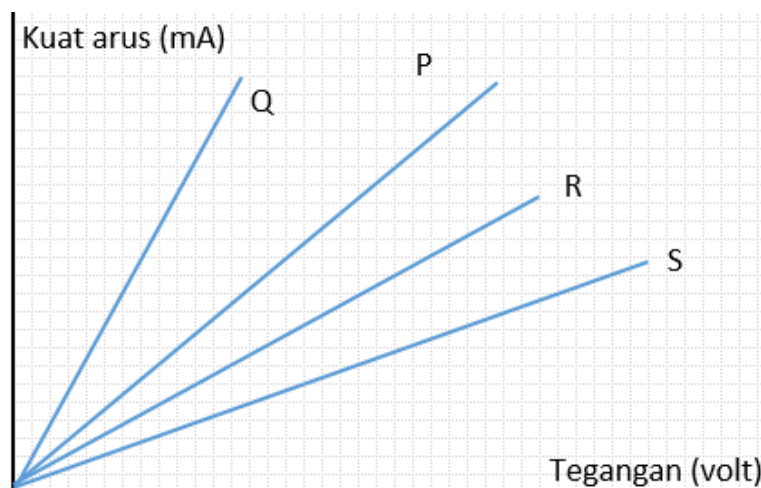
### HUKUM OHM



**George Simon Ohm** seorang ilmuwan yang menyelidiki hubungan antara kuat arus dan tegangan ujung-ujung suatu penghantar. Dari hasil percobaan, Ohm menyimpulkan bahwa kuat arus yang mengalir pada penghantar sebanding dengan tegangan (beda potensial) pada ujung-ujung penghantar tersebut. Selain itu perbandingan tegangan dan kuat arus pada setiap percobaan cenderung menunjukkan angka yang tetap.

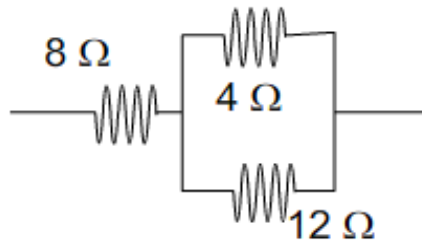
Gambar di bawah merupakan skema percobaan untuk menyelidiki kuat arus yang mengalir pada lampu P dengan merubah nilai tegannya. Percobaan dilakukan berulang kali dengan cara mengganti lampu P dengan lampu Q, R, dan S.

Grafik antara tegangan dan kuat arus dari berbagai percobaan tersebut digambarkan sebagai berikut.



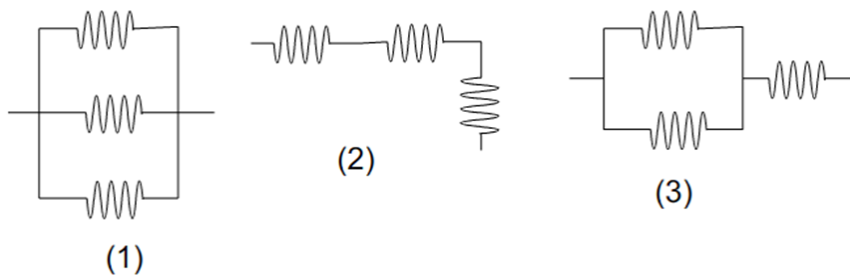
6. Berdasarkan grafik hasil percobaan, lampu yang memiliki nilai hambatan terkecil dan terbesar adalah....
- P dan R
  - Q dan S
  - R dan P
  - S dan Q

7. Pada percobaan dengan menggunakan lampu P, saat nilai tegangan diatur 12 V, kuat arus yang melalui amperemeter tercatat 60 mA. Bila nilai tegangan diturunkan menjadi 8 V, maka angka yang ditunjukkan oleh amperemeter adalah....
- A. 40 mA  
B. 50 mA  
C. 90 mA  
D. 400 mA
8. Lampu  $200\ \Omega$  dihubungkan pada tegangan 12 volt. Kuat arus yang melewati lampu adalah....
- A. 600 mA  
B. 60 mA  
C. 16,7 mA  
D. 0,06 mA
9. Tiga buah resistor dirangkai seperti gambar.



Nilai hambatan total rangkaian adalah....

- A.  $11\ \Omega$   
B.  $12\ \Omega$   
C.  $16\ \Omega$   
D.  $24\ \Omega$
10. Tiga buah resistor identik dirangkai seperti gambar.



Nilai hambatan total terbesar dan terkecil adalah pada rangkaian ....

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 3
- C. 2 dan 1
- D. 3 dan 1

### E. Rangkuman

- Hambatan penghantar merupakan salah satu karakteristik benda. Hambatan penghantar dipengaruhi oleh panjang, luas penampang dan hambatan jenis.

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

- Kuat arus dalam rangkaian sebanding dengan beda potensial dan berbanding terbalik dengan hambatan.

$$R = \frac{V}{I}$$

- Pada rangkaian seri, kuat arus di semua titik adalah sama. Sedangkan pada rangkaian paralel dimana terdapat percabangan berlaku hukum Kirchoff I.

$$\sum I_{masuk} = \sum I_{keluar}$$

### F. Refleksi

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi baru Ananda pelajari tentang listrik statis di pembelajaran 1 pada kolom-kolom berikut.

Hal-hal yang sudah saya pelajari pada materi ini:

---



---



---



---



---



---

Hal-hal baru yang saya pelajari pada materi ini:

---



---



---



---



---



---

Saya ingin tahu lebih banyak tentang:

---



---



---



---



---



---



---

### G. Rubrik Penilaian

- Kunci jawaban:

No	Kunci	No	Kunci
1	C	6	B
2	C	7	A
3	D	8	B
4	C	9	A
5	B	10	C

- Skor jawaban benar adalah 1, dan skor jawaban salah adalah 0.
- Pembahasan
  - Pernyataan yang salah adalah proton dapat mengalir dalam penghantar sehingga menyebabkan terjadinya arus listrik. Proton terletak pada inti atom sehingga sulit memisahkan diri dan bergerak.
  - Penentuan kuat arus.  

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{42 \text{ coulomb}}{120 \text{ sekon}} = 0,35 \text{ A} = 350 \text{ mA}$$
  - Penentuan waktu usia pakai aki dengan rumus:  

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{5.400}{0,1} = 54.000 \text{ sekon} = (54.000 : 3600) \text{ jam} = 15 \text{ jam}$$
  - Hambatan sebanding dengan hambatan jenis penghantar. Karena pada percobaan tersebut menggunakan tegangan yang sama, maka urutan hambatan jenis yang paling kecil adalah penghantar yang dilalui arus paling besar yaitu S.



5. Hambatan bahan Q dapat ditentukan dari tabel percobaan yaitu:

$$R = \frac{12 V}{60 mA} = \frac{12 V}{0,06 A} = 200 \Omega.$$

Penentuan hambatan jenis ditentukan dengan persamaan sebagai berikut.

$$R = \frac{\rho \times L}{A}$$

$$200 = \frac{\rho \times 2}{0,8 \times 10^{-6}}$$

$$200 \times 0,8 \times 10^{-6} = 2\rho$$

$$\rho = 0,8 \times 10^{-4}$$

$$= 8 \times 10^{-5} \Omega m$$

6. Lampu dengan hambatan terkecil adalah Q dan hambatan terbesar adalah S.  
7. Menghitung hambatan lampu dengan persamaan:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{12 V}{60 mA} = \frac{12 V}{0,06 A} = 200 \Omega.$$

Menghitung kuat arus saat tegangan diubah menjadi 8 volt yaitu dengan persamaan:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{8 V}{200 \Omega} = 0,04 A = 40 mA.$$

8. Menghitung kuat arus yang mengalir dengan persamaan hukum Ohm:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12 V}{200 \Omega} = 0,06 A = 60 mA.$$

9. Menghitung hambatan paralel.

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} = \frac{3+1}{12} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$$

$$\text{Maka } R_p = 3 \Omega.$$

$$\text{Hambatan total adalah } 8 \Omega + 3 \Omega = 11 \Omega.s$$

10. Rangkaian dengan hambatan terbesar adalah rangkaian 2 dan rangkaian dengan hambatan total terkecil adalah rangkaian 1.

- Pedoman penilaian

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{10} \times 100$$

- Rekomendasi dan Tindak Lanjut

Bila Ananda mampu mencapai nilai 80, maka Ananda diperkenankan untuk melanjutkan pada pembelajaran 2. Bila Ananda belum dapat melampaui nilai tersebut, maka Ananda harus mengulang lagi dan memahami materi-materi yang diberikan dalam pembelajaran 1.

Berilah tanda centrang ( $\checkmark$ ) pada tabel berikut ini untuk membantu Ananda mengenali keberhasilan pembelajaran yang telah Ananda kuasai.

Pertanyaan	Jawaban
1. Apakah ananda memahami terjadinya arus listrik dalam penghantar?	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak
2. Apakah Ananda memahami hambatan bahan dan karakteristiknya?	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak
3. Apakah Ananda penerapan hukum Ohm?	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak
4. Apakah Ananda memahami sifat rangkaian seri dan paralel?	<input type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak

## PEMBELAJARAN 2

### A. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui kegiatan membaca, Ananda dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi energi listrik.
2. Melalui kegiatan membaca, Ananda dapat menjelaskan hubungan daya dan energi.
3. Melalui pembuatan poster, Ananda mampu menjelaskan cara-cara penghematan listrik.
4. Melalui kegiatan membaca, Ananda dapat mengidentifikasi sumber-sumber energi alternatif.
5. Melalui kegiatan praktikum, Ananda dapat membuat rancangan rangkaian listrik sederhana untuk instalasi rumah tangga.
6. Melalui kegiatan praktikum, Ananda dapat menyajikan rancangan rangkaian listrik sederhana untuk instalasi rumah tangga.
7. Melalui praktikum, Ananda memiliki sifat teliti dan jujur.

### B. Peran Guru dan Orang tua

Peran Guru:

1. Guru mengorganisir proses pembelajaran jarak jauh.
2. Guru membantu Ananda memahami materi pembelajaran.

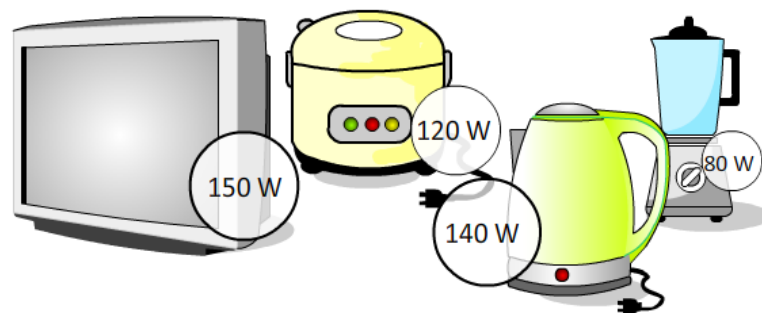
3. Guru menerima, menilai dan memberitahukan hasil penugasan yang dilakukan oleh Ananda.

Peran Orang Tua:

1. Orang tua membantu guru dalam mengawasi Ananda belajar.
2. Orang tua mencari bahan praktikum untuk Ananda.

### C. Aktivitas Pembelajaran

Listrik merupakan salah satu bentuk energi yang paling mudah dikonversi (diubah) ke bentuk lain. Energi listrik dapat diubah ke menjadi energi panas, gerak, cahaya dan lain sebagainya. Perhatikan berbagai peralatan listrik rumah tangga berikut ini. Alat-alat tersebut banyak dijumpai di rumah Ananda bukan?



**Gambar 5.** Berbagai peralatan listrik rumah tangga. (Sudar 2020)

Agar dapat berfungsi dengan baik, berbagai peralatan di atas membutuhkan sumber energi. Sumber energi yang digunakan adalah listrik PLN. Tahukan Ananda bahwa tidak semua wilayah di negara kita dapat menikmati listrik PLN secara baik? Banyak wilayah yang belum terjangkau oleh jalur listrik PLN. Kalaupun terjangkau, mereka kadang harus dihidupkan bergiliran karena sumber daya listrik yang terbatas.

Itulah sebabnya ajakan menghemat energi listrik harus kita dukung. Bagaimana cara menghemat listrik? Bagaimana sebuah peralatan listrik bekerja dan mengubah energi listrik? Faktor-faktor apa yang mempengaruhi pemakaian energi listrik? Termasuk sumber-sumber energi lain apa saja yang dapat menggantikan ketergantungan kita pada listrik PLN? Pertanyaan-pertanyaan tersebut merupakan *semesta pembicaraan* yang akan dibahas dalam pembelajaran ini.

**AKTIVITAS 1: Bacalah uraian materi berikut ini.****ENERGI DAN DAYA LISTRIK**

Ananda sudah mengetahui bahwa energi listrik adalah bentuk energi yang mudah diubah menjadi bentuk energi lain. Lampu mampu merubah energi listrik menjadi cahaya, kipas angin merubah energi listrik menjadi energi kinetik, setrika listrik berfungsi merubah energi listrik menjadi panas. Besar energi listrik yang telah diubah menjadi bentuk energi lain, ditentukan berdasarkan kerja atau usaha (W) yang telah dilakukan oleh peralatan-peralatan listrik tersebut.

$$W = V \cdot Q$$

Keterangan:

W : Usaha listrik (joule)

V : Tegangan listrik (volt)

Q : Muatan listrik (ampere)

Ingat pada bagian terdahulu Ananda telah belajar bahwa besar kuat arus dalam rangkaian dapat dirumuskan  $I = \frac{Q}{t}$ , maka persamaan energi listrik dapat dituliskan dalam bentuk berikut ini.

$$W = V \cdot I \cdot t$$

Keterangan:

I : Kuat arus listrik (ampere)

t : Waktu (sekon)

Variabel t dalam persamaan di atas adalah waktu. Artinya energi listrik sebanding dengan lama pemakaian. Semakin lama peralatan listrik digunakan, akan semakin banyak energi listrik PLN yang dipakai. Itulah sebabnya salah satu kampanye hemat listrik adalah “Matikan lampu, gunakan listrik seperlunya”. Sekarang Ananda bisa memahami bukan?

Daya listrik menyatakan laju energi listrik yaitu jumlah energi listrik yang dikonversi menjadi energi bentuk tiap satuan waktu. Sebagai contoh televisi dengan daya 200 watt artinya televisi tersebut menggunakan energi listrik sebanyak 200 joule setiap sekon. Daya listrik dirumuskan sebagai berikut.

$$P = V.I$$

Keterangan:

P : Daya listrik (watt)

V : Tegangan (volt)

I : Kuat arus listrik (ampere)

Perhatikan persamaan sebelumnya, energi listrik dituliskan dalam bentuk  $W = V.I.t$ , maka Ananda sekarang dapat menuliskan hubungan energi dan daya listrik dalam bentuk persamaan sebagai berikut.

$$W = P.t$$

Persamaan di atas memberikan makna bahwa energi listrik sebanding dengan daya peralatan listrik kita. Mengapa lampu A dengan daya 40 watt lebih terang dari lampu B yang memiliki daya 5 watt? Dalam satu detik lampu A menghabiskan energi listrik sebesar 40 joule. Angka ini jauh lebih banyak dari lampu B yang hanya menggunakan energi 5 joule setiap detik. Sekarang Ananda dapat mengerti bagaimana cara kedua untuk menghemat listrik yaitu gunakan peralatan listrik dengan daya yang rendah.



**Gambar 6.** KWH meter listrik PLN. (Sudar 2020)

Kenali peralatan pada Gambar 6 di atas, di sekitar rumah Ananda. PLN menggunakan alat KWH meter yaitu alat yang bisa mengukur banyaknya energi listrik yang dipakai oleh pelanggan dalam jangka waktu tertentu. Satuan energi yang digunakan oleh PLN pada pelanggan tidak lagi dalam bentuk joule tetap I dalam Kilo Watt Hour (KWH).

## Pemahaman Konsep

Setelah membaca uraian materi di atas, aktivitas berikut akan membantu Anda memahami energi dan daya listrik. Bila mengalami kesulitan, Anda dapat meminta bantuan pada guru.

1. Tuliskan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi pemakaian energi listrik pada bagian berikut ini.

---

---

---

---

---

2. Tuliskan hubungan antara daya dan energi listrik pada bagian berikut ini.

---

---

---

---

---

## AKTIVITAS 2: Ayo Lakukan.

### KAMPANYE HEMAT LISTRIK

Tahukah Anda bahwa listrik yang kita nikmati saat ini berdampak pada eksploitasi sumber daya bumi kita? Salah satu contoh adalah pembakaran batubara untuk mendapatkan energi listrik. Pada aktivitas ini, Anda diminta untuk berkontribusi menyelamatkan bumi dengan membuat poster dengan ketentuan sebagai berikut.

#### Tema

1. Tema poster adalah “Hemat energi listrik”.
2. Dalam poster tersirat dan/atau tersurat cara-cara penghematan listrik dengan prinsip-prinsip ilmu IPA di atas.

3. Tidak boleh ada unsur SARA atau yang dapat menyinggung bahkan melecehkan orang lain.

### **Pembuatan Poster**

1. Poster di buat pada kertas manila putih dengan menggunakan media spidol, krayon, dan lain sebagainya.
2. Bila dimungkinkan dapat dibuat dengan program komputer atau telepon pintar dalam bentuk digital.

### **Ceritakan pada dunia**

1. Bila ananda membuat poster dengan media kertas, tempelkan hasil karya Ananda pada tempat-tempat strategis di sekitar Ananda. Sediakan kertas lain dan alat tulis, agar orang yang melihat dapat memberikan komentar.
2. Bila poster yang dibuat dalam bentuk digital bisa langsung diunggah dalam sosial media Ananda untuk mendapatkan *Like* dan *Share*.

### **Ceritakan pada guru**

1. Laporkan pada guru poster hasil karya Ananda termasuk jumlah *Like and Share*.
2. Bila Ananda membuat poster dengan kertas laporkan pada guru komentar dari orang-orang yang melihat poster Ananda.
3. Gunakan masukan dari guru untuk perbaikan poster Ananda ke depan.

## **AKTIVITAS 3: Pahami dengan cermat.**

### **SUMBER-SUMBER ENERGI ALTERNATIF**

Saat ini penggunaan energi bumi didominasi oleh pemanfaatan energi minyak yang berasal dari fosil ratusan bahkan ribuan tahun yang lalu. Energi ini sudah dieksploitasi dalam kurun waktu yang cukup lama, sehingga ketersediaannya di alam cukup mengkhawatirkan. Kelangkaan energi fosil dapat memicu krisis energi yang sangat mungkin berdampak pada tatanan sosial dan ekonomi manusia.

Oleh karena itu sekarang ini, pemerintah sedang mengembangkan berbagai bentuk energi alternatif yang dapat mengurangi ketergantungan kita pada minyak bumi. Energi dari angin, air laut, cahaya matahari, dan bioenergi adalah berbagai




bentuk energi alternatif yang bisa digunakan sebagai solusi menggantikan minyak bumi.

Pernahkan Ananda mendengar kabar bahwa kotoran sapi di Boyolali dapat diubah menjadi gas yang mampu menggantikan peran gas LPG untuk memasak? Menarik bukan? Kita patut berbangga terhadap kreativitas dan inovasi masyarakat tentang pencarian energi alternatif. Untuk lebih memahami berbagai energi alternatif, Ananda dapat membaca buku paket IPA halaman 224 – 227.

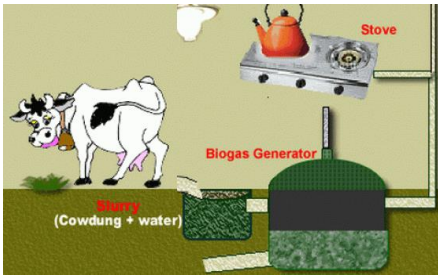

### Pemahaman Konsep

Aktivitas berikut akan membantu Ananda memahami berbagai bentuk energi alternatif. Bila mengalami kesulitan dapat meminta bantuan guru.

1. Berilah ulasan berbagai bentuk energi alternatif pada bagian berikut ini.

Peralatan	Deskripsi
	
	
	



Peralatan	Deskripsi
	
	

2. Dari berbagai sumber energi alternatif tersebut, adakah sumber energi yang dikembangkan disekitar wiayah kabupaten atau propinsi tempat tinggal Ananda? Bila ada sebutkan.

---



---



---

#### Aktivitas 4: Ayo Lakukan

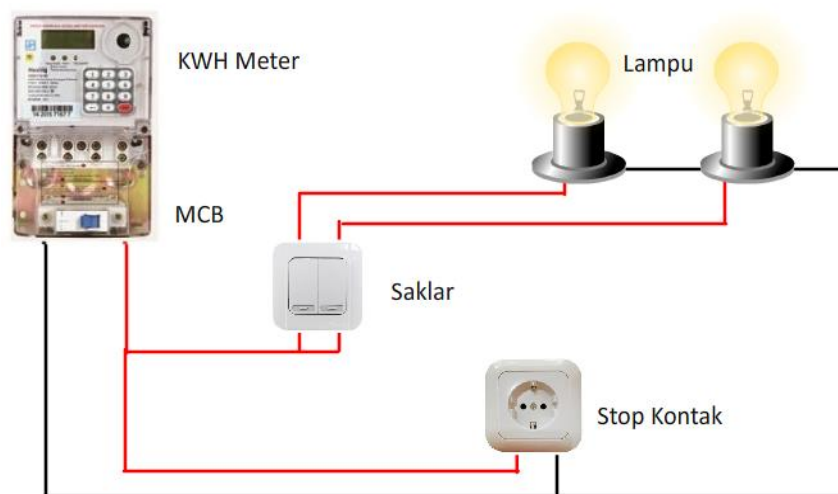
##### RANGKAIAN LISTRIK RUMAH TANGGA SEDERHANA

Instalasi listrik rumah tangga diamankan dengan *Miniature Circuit Board* (MCB) yaitu sebuah peralatan yang berfungsi seperti sekering yaitu alat yang berfungsi sebagai pembatas arus. Saat terjadi korsleting (beban berlebih), maka secara otomatis MCB akan memutus arus. Peralatan lain yang dijumpai dalam rumah tangga adalah saklar dan *stop contact*. Saklar berfungsi sebagai pemutus dan penyambung arus, sedangkan *stop contact* sebagai kanal peralatan listrik untuk mendapatkan tegangan listrik PLN.



**Gambar 7.** Saklar dan Stop Kontak. (Sudar 2020)

Berikut adalah contoh sederhana instalasi listrik dalam rumah tangga sederhana. Perhatikan jalur penghantar berwarna merah dan hitam. Pahami juga alur arus listrik dalam rangkaian tersebut.



**Gambar 8.** Contoh instalasi listrik rumah tangga. (Sudar 2020)

### Pemahaman Konsep

Berikut adalah aktivitas yang harus Ananda lakukan untuk lebih memahami konsep kelistrikan dalam rumah tangga. Ananda akan membuat rancangan rangkaian listrik sederhana untuk rumah tangga.

1. Identifikasi denah ruang dari rumah tempat tinggal Ananda.
2. Gambar denah rumah tersebut dalam kertas folio.
3. Berikan ulasan secara detail kebutuhan kelistrikan dalam setiap ruang. Uraikan juga bagaimana cara merangkai alat-alat listrik dalam ruangan tersebut.

<b>Nama Ruangan</b>	<b>Kebutuhan Kelistrikan</b>	<b>Cara Merangkai Peralatan Listrik</b>

Ket: Tambahkan baris lagi jika kurang

4. Buat rancang instalasi listrik untuk memenuhi kebutuhan kelistrikan dari masing-masing ruang.
5. Buatlah laporan dari kegiatan yang Ananda lakukan.
6. Berikan laporan Ananda pada guru untuk mendapatkan masukan.

#### D. Latihan

Bacaan berikut untuk menjawab soal nomor 1 – 2.

#### ENERGI DAN DAYA

Energi listrik merupakan salah satu bentuk energi yang mudah dikonversi menjadi bentuk energi lainnya. Energi listrik yang dikonsumsi oleh suatu alat listrik sebanding dengan waktu pemakaian alat tersebut. Untuk menghemat energi, sebaiknya digunakan alat-alat dengan efisiensi yang tinggi.



Perhatikan gambar di atas. Sebaiknya kita gunakan lampu LED (*Light Emitting Diode*) dari pada lampu pijar. Dengan daya yang sama lampu LED mampu menghasilkan cahaya yang lebih terang. Selain itu lampu pijar menghasilkan cahaya yang agak kekuningan berbeda dengan cahaya putih yang dihasilkan oleh LED.

1. Perhatikan hal-hal sebagai berikut.

- 1) Menggunakan peralatan listrik seperlunya.
- 2) Mengganti peralatan listrik dengan daya yang rendah.
- 3) Mengganti peralatan listrik dengan produk bermerek yang mahal

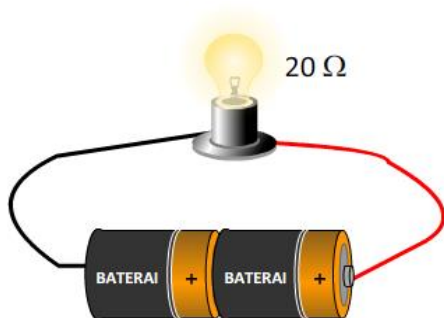
Yang merupakan langkah-langkah penghematan energi listrik adalah....

- A. 1, 2, dan 3
- B. 1 dan 2
- C. 1 dan 3
- D. 2 dan 3

2. Lampu LED di atas digunakan dalam jangka waktu 5 menit pada tegangan yang sesuai. Energi listrik yang dipakai lampu tersebut dalam satuan SI adalah....

- A. 50 Wh
- B. 50 joule
- C. 1.100 joule
- D. 3.000 joule

3. Sebuah lampu memiliki hambatan  $200\ \Omega$  dihubungkan pada baterai 100 volt selama 30 menit. Energi listrik yang dipakai lampu tersebut dalam satuan SI adalah....
- 0,025 kWh
  - 25 kWh
  - 90.000 joule
  - 150.000 joule
4. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut ini.
- 1) Satuan energi listrik dalam SI adalah KWH.
  - 2) Energi listrik sangat mudah dikonversi menjadi bentuk energi lain.
  - 3) Menggunakan alat listrik dengan daya rendah dapat menghemat energi, karena konsumsi energi listrik sebanding dengan daya alat yang digunakan.
- Pernyataan yang benar adalah....
- 1, 2, dan 3
  - 1 dan 2
  - 1 dan 3
  - 2 dan 3
5. Sebuah setrika memiliki spesifikasi 360 W, 200 V. Bila setrika tersebut dipasang pada tegangan 100 V, maka daya setrika adalah....
- 55 W
  - 90 W
  - 180 W
  - 360 W
6. Perhatikan rangkaian listrik berikut ini.



Bila tegangan masing-masing baterai adalah 1,5 volt dan lampu menyala selama 10 menit, energi listrik yang diubah menjadi cahaya oleh lampu adalah....

- 1,5 joule
- 4,5 joule
- 90 joule
- 270 joule

7. Perhatikan spesifikasi alat listrik berikut ini.



Bila alat tersebut digunakan selama 5 jam, maka energi listrik yang dikonsumsi adalah....

- A. 1,1 kWh
  - B. 1,25 kWh
  - C. 1.100 kWh
  - D. 1.250 kWh
8. Sebuah lampu pijar dari 25 ohm dihubungkan pada tegangan 220 V selama 5 menit, energi yang diterima dari aliran tersebut adalah.....
- A. 580.800 joule
  - B. 581.200 joule
  - C. 590.860 joule
  - D. 587.400 joule
9. Setrika memiliki daya 400 watt bekerja dengan baik saat dipasang pada tegangan 200 volt. Hambatan setrika adalah....
- A. 50  $\Omega$
  - B. 100  $\Omega$
  - C. 200  $\Omega$
  - D. 800  $\Omega$
10. Perhatikan alat listrik di samping. Bila dipasang pada tegangan listrik yang sesuai, maka dalam satu sekon energi listrik yang digunakan oleh alat tersebut adalah....
- A. 60 joule
  - B. 200 joule
  - C. 800 joule
  - D. 12.000 joule



**E. Rangkuman**

1. Energi listrik sebanding dengan waktu atau lamanya pemakaian suatu alat listrik dan dinyatakan dalam persamaan:

$$W = V.I.t$$

2. Daya menyatakan besarnya energi yang digunakan tiap satuan waktu. Hubungan antara energi listrik dan daya listrik adalah sebagai berikut.

$$W = P.t$$

**F. Refleksi**

Tuliskan materi yang telah Ananda pelajari dan materi baru Ananda pelajari tentang gaya dan medan listrik di pembelajaran 2 pada kolom-kolom berikut.

Hal-hal yang sudah saya pelajari pada materi ini:

---



---



---



---

Hal-hal baru yang saya pelajari pada materi ini:

---



---



---



---

Saya ingin tahu lebih banyak tentang:

---



---



---



---

### G. Rubrik Penilaian

- Kunci jawaban:

No	Kunci	No	Kunci
1	B	6	D
2	D	7	B
3	C	8	A
4	D	9	B
5	B	10	A

- Skor jawaban benar adalah 1, dan skor jawaban salah adalah 0.
- Pembahasan
  - Prinsip penghematan listrik adalah menggunakan listrik seperlunya dan menggunakan alat-alat listrik dengan daya yang rendah,
  - Energi yang digunakan dalam satuan SI adalah:  

$$W = P \times t$$

$$= 10 \text{ watt} \times 5 \text{ menit}$$

$$= 10 \text{ watt} \times 300 \text{ sekon}$$

$$= 3.000 \text{ joule.}$$
  - Energi listrik dihitung dengan persamaan.  

$$W = \frac{V^1}{R} \times t = \frac{100^2}{200} \times 1800 = 90.000 \text{ joule}$$
  - Pernyataan yang salah adalah no 1, satuan energi listrik dalam satuan SI adalah joule.
  - Daya setrika ketika dipasang pada tegangan yang berbeda dirumuskan sebagai berikut.  

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 \text{ maka } P_2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \times P_1 = \left(\frac{100}{200}\right)^2 \times 360 = 90 \text{ watt.}$$
  - Rumus energi yang digunakan adalah:  

$$W = \frac{V^1}{R} \times t = \frac{3^2}{20} \times 600 = 270 \text{ joule}$$
  - Menghitung energi listrik dalam kWH adalah sebagai berikut.  

$$W = P.t = 250 \times 5 = 1.250 \text{ WH} = 1,25 \text{ kWH}$$
  - Energi listrik yang digunakan adalah:



$$W = \frac{V^1}{R} \times t = \frac{220^2}{25} \times 300 = 580.800 \text{ joule}$$

9. Hambatan setrika adalah:

$$P = \frac{V^1}{R}$$

$$400 = \frac{200^1}{R} \text{ maka } R = \frac{40.000}{400} = 100 \, \Omega$$

10. Daya menyatakan energi listrik yang digunakan tiap sekon. Berarti energi yang digunakan dalam satu sekon adalah 60 joule.

- Pedoman penilaian

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{10} \times 100$$

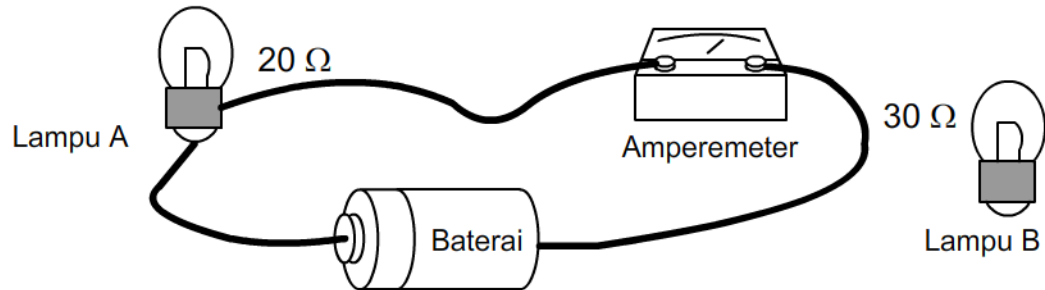
- Rekomendasi dan Tindak Lanjut

Bila Ananda mampu mencapai nilai 80, maka Ananda sudah menguasai pembelajaran 2 dan dapat mengerjakan evaluasi di akhir pembelajaran ini. Bila Ananda belum dapat melampaui nilai tersebut, maka Ananda harus mengulang lagi dan memahami materi-materi yang diberikan dalam pembelajaran 2. Meminta bantuan guru bagaimana memahami materi-materi yang masih belum dikuasai oleh Ananda.

### H. Evaluasi

A. Pilihlah salah satu pilihan jawaban yang paling tepat.

1. Perhatikan gambar berikut ini.



Saat lampu A terpasang pada rangkaian, amperemeter dialiri arus 0,6 A. Bila lampu A diganti dengan lampu B, maka amperemeter akan dialiri arus listrik sebesar....

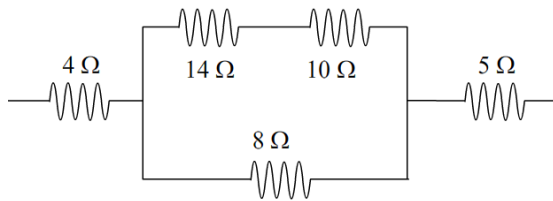
- 0,4 A
  - 0,5 A
  - 0,6 A
  - 0,8 A
2. Nina ingin menyelidiki hubungan antara tegangan dan kuat arus dalam suatu rangkaian. Data dari hasil percobaan dituliskan dalam tabel berikut.

No	Beda potensial (volt)	Kuat arus (mA)
1	2	400
2	3	600
3	6	1.200
4	8	1.600

Berdasarkan data, hambatan rangkaian yang digunakan dalam percobaan adalah....

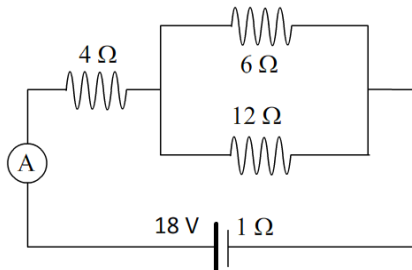
- $2\ \Omega$
- $5\ \Omega$
- $10\ \Omega$
- $50\ \Omega$

3. Perhatikan gambar rangkaian listrik berikut.



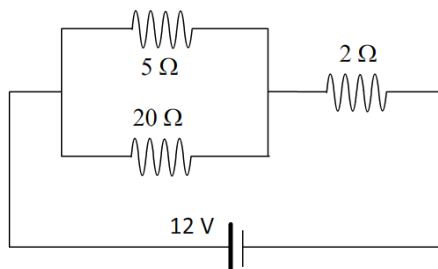
Hambatan total dari rangkaian di atas adalah ....

- A.  $8 \Omega$
  - B.  $10 \Omega$
  - C.  $15 \Omega$
  - D.  $24 \Omega$
4. Perhatikan gambar rangkaian listrik berikut.



Besarnya kuat arus listrik yang melewati ampere meter (A) adalah....

- A. 1 ampere
  - B. 2 ampere
  - C. 3 ampere
  - D. 5 ampere
5. Perhatikan gambar rangkaian listrik berikut.



Kuat arus yang melalui hambatan  $5 \Omega$  adalah....

- A. 2,0 A
- B. 1,6 A
- C. 0,4 A
- D. 0,1 A

6. Sebuah lampu memiliki hambatan  $20 \Omega$ . Lampu tersebut dipasang pada tegangan 12 volt selama 5 menit. Energi listrik yang digunakan lampu adalah....
- 1,8 joule
  - 18,0 joule
  - 21,6 joule
  - 2.160 joule
7. Sebuah setrika memiliki spesifikasi seperti gambar berikut.



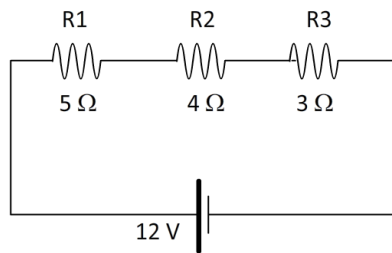
- Bila setrika tersebut digunakan selama 30 menit, energi listrik setrika dalam satuan SI adalah....
- 0,1 kWh
  - 0,15 kWh
  - 36 kJ
  - 540 kJ
8. Perhatikan tabel penggunaan alat listrik berikut berikut.

No	Nama Alat	Tegangan (V)	Arus (A)	Waktu digunakan (menit)
1	Setrika	200 V	0,3	30
2	Lampu	200 V	0,1	240
3	TV	200 V	0,2	120

Energi listrik yang dipakai ketiga alat tersebut adalah....

- 0,19 kWh
- 0,24 kWh
- 190 kWh
- 240 kWh

9. Perhatikan gambar rangkaian berikut ini.

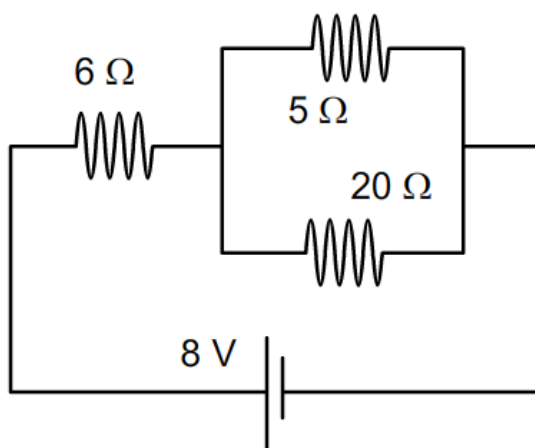


Daya dari R1, R2 dan R3 adalah....

- A. 2,5 W, 2 W dan 1,5 W
  - B. 5 W, 4 W dan 3 W
  - C. 25 W, 16 W dan 9 W
  - D. 100 W, 64 W dan 36 W
10. Dua buah kawat dibuat dari bahan yang sama. Panjang kawat A dua kali kawat B, dan diameternya setengah dari kawat B. Perbandingan hambatan kawat A dan B adalah....
- A. 1 : 8
  - B. 1 : 4
  - C. 4 : 1
  - D. 8 : 1

### B. Soal Uraian

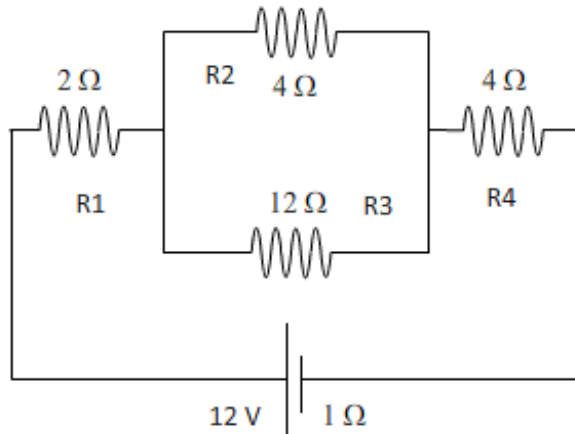
1. Perhatikan rangkaian listrik berikut.



Tentukan kuat arus yang melewati hambatan 5 Ω.

2. Lampu 20 watt dipasang dan bekerja baik pada tegangan 12 volt selama 5 menit.  
Hitunglah:

- a. Hambatan lampu tersebut.
  - b. Energi listrik yang digunakan lampu tersebut.
3. Perhatikan gambar rangkaian listrik berikut ini.



Hitung energi listrik yang dipakai oleh hambatan R2 selama 10 menit.

4. Berikut ini adalah daftar daya peralatan listrik dan lama pemaikannya.

Alat listrik dan dayanya	Pemakaian per hari (jam)
8 Lampu @ 20 W	10
TV 120 W	4
Setrika 250 W	1
Kipas angin 40 W	2

- a. Hitung berapa KWH energi listrik yang dipakai rumah itu tiap bulan.
  - b. Bila biaya 1 KWH Rp 600,- hitung rekening listrik rumah itu tiap bulan.
5. Perhatikan alat listrik berikut ini.



**120 W, 200V**

Bila alat tersebut dipasang pada tegangan 100 V selama 30 menit, hitung energi yang digunakan, dan nyatakan jawaban anda dalam:

- a. joule
- b. KWH

**RUBRIK PENILAIAN**

- Kunci Jawaban soal pilihan ganda.

No	Kunci	No	Kunci
1	A	6	D
2	B	7	D
3	C	8	A
4	B	9	B
5	B	10	D

Setiap jawaban benar memperoleh skor 1 dan jawaban salah memperoleh skor 0, sehingga skor maksimum pilihan ganda adalah 10.

- Kunci jawaban dan pensekoran soal uraian.

1. Menghitung hambatan paralel.

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{5} + \frac{1}{20} = \frac{4+1}{20} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4}$$

Maka hambatan paralel  $R_p = 4 \Omega$ .

Hambatan total rangkaian adalah  $6 \Omega + 4 \Omega = 10 \Omega$ .

Kuat arus utama dalam rangkaian adalah  $I = \frac{V}{R} = \frac{8}{10} = 0,8 \text{ A}$

Kuat arus yang melalui hambatan 5 ohm adalah  $I = \frac{0,8 \times 4}{5} = 0,64 \text{ A}$       Skor:

4.

2. Menghitung hambatan:

$$P = \frac{V^2}{R} \text{ maka } R = \frac{V^2}{P} = \frac{12^2}{20} = 7,2 \text{ watt}$$

Menghitung energi listrik:

$$W = P \cdot t = 20 \times 300 = 6.000 \text{ joule} = 6 \text{ kJ} \quad \text{Skor: 4}$$

3. Menghitung hambatan paralel:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} = \frac{3+1}{12} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}$$

Maka hambatan paralel adalah  $R_p = 3 \Omega$ .

Menghitung hambatan total  $R_t = 2 \Omega + 3 \Omega + 4 \Omega = 9 \Omega$ .

Menghitung kuat arus dalam rangkaian.

$$I = \frac{E}{R_t + r} = \frac{12}{9+1} = 1,2 \text{ ampere.}$$

Menghitung kuat arus yang melewati hambatan  $4 \Omega$ .

$$I_2 = \frac{1,2 \times 3}{4} = 0,9 \text{ A}$$

Menghitung energi yang digunakan hambatan  $4 \Omega$  selama 5 menit:

$$W = I_2 \times R \times t = (0,9)^2 \times 4 \times 300 = 972 \text{ joule.} \quad \text{Skor: 4}$$

4. Menghitung energi listrik yang digunakan dalam satu hari.

Alat	$W = P \times t$	Energi (Wh)
8 Lampu @ 20 W	$160 \times 10$	1.600
TV 120 W	$120 \times 4$	480
Setrika 250 W	$250 \times 1$	250
Kipas angin 40 W	$40 \times 2$	80
Jumlah		2.410

$$\begin{aligned} \text{Energi yang digunakan dalam satu bulan (30 hari)} &= 2.410 \text{ WH} \times 30 \\ &= 72.300 \text{ WH} \\ &= 72,3 \text{ kWH} \end{aligned}$$

$$\text{Biaya} = 72,3 \times \text{Rp } 600 = \text{Rp } 43.380,00 \quad \text{Skor: 4}$$

5. Penentuan jarak titik ke muatan dengan rumus sebagai berikut.

Daya alat ketika dipasang pada tegangan berbeda adalah;

$$P = \left( \frac{100}{200} \right)^2 \times 120 = 30 \text{ watt.}$$

Energi dalam joule

$$W = P \cdot t = 30 \times 1.800 = 54.000 \text{ joule} = 54 \text{ kJ.}$$

Energi dalam kWH

$$W = P \cdot t = 30 \times 0,5 = 15 \text{ WH} = 0,015 \text{ KWH} \quad \text{Skor: 4}$$

- Pedoman Penilaian

$$\text{Nilai} = \frac{2 \times \text{skor pilihan ganda} + \text{skor uraian}}{40} \times 100$$

- Rekomendasi dan Tindak Lanjut

Bila Ananda mampu mencapai nilai 80, maka Ananda sudah menguasai pembelajaran pada modul 3 ini. Bila Ananda belum dapat melampaui nilai tersebut, maka Ananda harus mengulang lagi dan memahami materi-materi yang diberikan dalam pembelajaran 1 dan pembelajaran 2.

Ananda dapat meminta bantuan guru untuk memahami materi-materi yang masih belum dikuasai. Selain itu Ananda dapat mencari referensi dari berbagai sumber untuk mendalami materi listrik statis.



## GLOSARIUM

### A

**Alela** Gen-gen yang terletak pada lokus yang bersesuaian pada kromosom homolog

**Autosom** Kromosom tubuh

**Atom** bagian terkecil dari suatu benda yang tidak dapat dibagi-bagi lagi dengan reaksi kimia biasa.

### B

**Baterai** alat yang dapat menciptakan beda potensial (tegangan) antara kutub-kutub yang dimilikinya.

### D

**Daya listrik** menunjukkan jumlah energi yang dipakai oleh suatu alat listrik tiap satuan waktu.

**Dihibrid** Persilangan dengan dua sifat beda

**Diploid** kromosom dalam keadaan berpasangan

**DNA** yang merupakan kepanjangan dari **deoxyribonucleic acid** dan merupakan molekul pewarisan sifat penentu semua karakteristik setiap organisme

**Dominan** Sifat yang selalu muncul

### E

**Elektron** partikel penyusun atom yang bermuatan listrik negatif.

**Elektroskop** alat yang dapat mendeteksi muatan listrik mayoritas dalam suatu benda; bagian elektroskop terdiri atas kepala, batang, dan daun elektroskop.

### F

**Filial (F)** Keturunan dalam proses pewarisan sifat

### G

**Generator Van de Graff** alat yang mampu menciptakan dan menampung muatan listrik dalam jumlah yang sangat besar.

**Gaya listrik** gaya interaksi antar dua benda bermuatan listrik atau lebih; muatan listrik sejenis menghasilkan gaya tolak dan muatan listrik tidak sejenis menghasilkan gaya tarik.

**Gamet** Sel-sel reproduksi yang meneruskan gen dari suatu generasi ke generasi berikutnya

**Gen** Bagian kromosom yang menjadi lokasi sifat-sifat keturunan yang terdapat pada suatu untai DNA

**Gonosom** Kromosom kelamin

## H

**Hambatan jenis** salah satu sifat atau karakteristik bahan dalam hal kelistrikan.

**Hambatan listrik** menunjukkan kemampuan bahan dalam menghambat laju arus listrik pada penghantar.

**Hereditas** Penurunan sifat dari satu generasi ke generasi

**Homozigot** Sepasang alel yang sama atau identik pada individu

**Heterozigot** Sepasang alel yang berbeda pada individu

## I

**Intermediate** Sifat campuran antara kedua induk yang muncul pada keturunan

## K

**Kilo Watt Hour** menyatakan satuan energi listrik yang sering digunakan oleh PLN dalam menghitung energi listrik yang dipakai oleh pelanggan.

**Kuat arus listrik** menyatakan banyaknya muatan listrik yang mengalir pada penghantar tiap satuan waktu.

**Kromosom** Untaian DNA yang menggulung menjadi struktur yang lebih padat

## M

**Medan listrik** daerah atau ruang yang dipengaruhi oleh muatan listrik; merupakan besaran vektor yang memiliki nilai dan arah.

**Monohibrid** Persilangan dengan satu sifat beda

## N

**Neutron partikel** penyusun atom yang tidak bermuatan (netral).

**Nukleus** inti atom yang identik dengan pusat atom; terdiri atas partikel-partikel seperti proton, netron, dan elektron.

## P

**Parental (P)** Orang tua atau induk

**Proton** partikel penyusun atom yang bermuatan listrik positif.

## R

**Resesif** Sifat yang tidak muncul atau tertutupi oleh sifat yang dominan

**Resistor** alat untuk menimbulkan resistansi (hambatan listrik).

**T**

**Tegangan listrik** menunjukkan beda potensial antara dua titik; disebut juga beda potensial.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alton Biggs, Ralph M. Feather Jr, etc. 2008. Glencoe Science. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Bridges, Aron., L. Mark, J. Williams, C. Workman. 2009. *Biology 11 – 14*. London: Longman (147-149)
- Giancoli, D.C., 2008. Physics for Scientist and Angineers with modern physics. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Haliday, D., Resnick, R. & Walker, J. 2009. The Fundamental of Physiscs. New York: John Willey and Sons, inc.
- <https://cdns.klimg.com/dream.co.id/resized/664xauto//real/2017/08/02/185700/ciri-fisik-unik.jpg>. Anonim. Diunduh 29 September 2020.
- <https://unsplash.com/photos/Z-5i0RVukdU> Egor Vikhrev. Diunduh tanggal 29 September 2020.
- <https://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20170724115856-277-229895/ingin-dianggap-manis-milenial-berebut-buat-lesung-pipi-palsu>. Good Shoot. Diunduh 30 September 2020.
- <https://style.tribunnews.com/2017/04/09/wow-ternyata-bagian-telinga-ini-bisa-tunjukkan-kepribadianmu-kalau-kamu-yang-mana>. Anonim. Diunduh 30 September 2020.
- <https://m.merdeka.com/feedid/trend/bisakah-anda-melipat-lidah-seperti-ini-1508207.html>. Anonim. Diunduh tanggal 29 September 2020.
- <https://techlife.news/researchers-determine-the-complete-assembly-sequence-of-a-human-x-chromosome/8910/> Justin Harris. 2020. Researchers Determine The Complete Assembly Sequence Of A Human X Chromosome. Diunduh tanggal 9 September 2020.
- <https://ctsciencecenter.org/blog/your-terrific-traits-a-family-scavenger-hunt/> Melissa Garafalo. 2020. Your Terrific Traits – A Family Scavenger Hunt. Diunduh pada tanggal 9 September 2020.
- [https://www.realclearscience.com/articles/2019/02/27/is\\_dna\\_a\\_drug\\_110903.html](https://www.realclearscience.com/articles/2019/02/27/is_dna_a_drug_110903.html). Alison Van Eenennaam. 2019. Is DNA a Drug? Diunduh pada tanggal 9 September 2020.
- [https://www.researchgate.net/figure/Figure-5-DNA-is-double-helix-structure25-Step-2-Data-Preprocessing-The-second\\_fig2\\_329570391](https://www.researchgate.net/figure/Figure-5-DNA-is-double-helix-structure25-Step-2-Data-Preprocessing-The-second_fig2_329570391). Laheeb Alzubaidy. 2018. Multibiometric Personal Identification based on Hybrid Artificial Intelligence Technique using Serial Mode Architecture. Diunduh tanggal 28 September 2020.
- [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gregor\\_mendel.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gregor_mendel.jpg) Diunduh 29 September 2020
- <https://republika.co.id/berita/pf5qrz284/edukasi-di-balik-mitos-ayam-cemani>. Yudha Manggala. 2018. Edukasi di Balik Mitos Ayam Cemani. Diunduh pada tanggal 6 September 2020.

- <https://www.youtube.com/watch?v=-Yg89GY61DE> . 2012. Khan Academy and 23andMe. Genetics 101 (Part 3 of 5): Where do your genes come from? Diakses tanggal 9 September 2020.
- [https://www.youtube.com/watch?v=ubq4eu\\_TDFc](https://www.youtube.com/watch?v=ubq4eu_TDFc). 2012. Khan Academy and 23andMe. Genetics 101 (Part 1 of 5): What are genes? Diakses pada tanggal 9 September 2020.
- <https://www.youtube.com/watch?v=t7jpPqlb0ps>. 2019. Kak Bio. Hukum Mendel I (Persilangan Monohibrid) | GENETIKA. Diakses tanggal 6 September 2020
- <https://www.youtube.com/watch?v=cFvwoATbQgY>. 2017. Gen Channel. Tips Genetika (Monohibrid). Diakses tanggal 6 September 2020.
- <http://sciencespot.net/> 2003. T.Trimple. Genetics With A Smile. Diunduh pada tanggal 6 September 2020.
- Jack Coope, Carl Zorn, etc. 2005. Glencoe Science, Electricity and magnetism. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Peng Kwan, Lam., Erick Y K Lam. 2007. *GCE O' Level Biology Matters Textbook*. Singapore: Marshall Cavendish Education (356-358)
- Rufaida, D Anis., L. Hidayat., S. Isnaini. 2012. *Bank Soal Ilmu Pengetahuan Alam SMP/MTs*. Yogyakarta: Citra Aji Pratama (606-615)
- Siti Zubaidah, Susriyati Mahanal, Lia Yuliati, dan Darsono Sigit. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2017. Ilmu Pengetahuan Alam SMP/MTs Kelas IX Semester 1. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Siti Zubaidah, Susriyati Mahanal, Lia Yuliati, dan Darsono Sigit. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2017. Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam SMP/MTs Kelas IX. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Tay, Beverly. 2007. *Biology Insights O'Level*. Singapore: Pearson Longman Education South Asia Pte Ltd (142)
- Zubaidah, Siti., S. Mahanal., L. Yuliati., Wayan Dasna., A.A. Pangestuti., D.R.Puspitasari., A. Robitah.,Z.L. Kurniawati., Fatia Rosyida., M. Sholihah. 2018. Ilmu Pengetahuan Alam SMP MTs Kelas IX Semester 1. Jakarta. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (121-138. 147-149)



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan  
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah  
Direktorat Sekolah Menengah Pertama  
2020