

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN



Kelompok
Kompetensi

MATA PELAJARAN ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)

Sekolah Menengah Pertama (SMP)

TERINTEGRASI PENGUATAN
PENDIDIKAN KARAKTER
DAN PENGEMBANGAN SOAL



Edisi
Revisi
2017

PEDAGOGIK

Pengembangan Instrumen
Penilaian Pembelajaran

PROFESIONAL

Materi Genetik



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017

MODUL
PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

MATA PELAJARAN
ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)
SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)
TERINTEGRASI PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER
DAN PENGEMBANGAN SOAL

KELOMPOK KOMPETENSI G

PEDAGOGIK:
PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN PEMBELAJARAN

Penulis:

Asep Agus Sulaeman, Dr., S.Si., M.T. (agus_p3g@yahoo.com)

Penelaah:

Andi Suhandi, M.Si., Dr.,

Mimin Nurjhani K., Dr., M.Pd.

Shrie Laksmi Saraswati, Dra., M.Pd..

Penyunting:

Sumarni Setiasih, S.Si., M.PKim.

PROFESIONAL:
MATERI GENETIK

Penulis:

Any Suhaeny, M.Si. (anysuhaeny@yahoo.com)

Mohammad Syarif, Drs., M.Si. (syarifp4tk@gmail.com)

Rini Nuraeni, M.Si. (rini.wibio@gmail.com)

Sumarni Setiasih, S.Si., M.PKim. (nip4tkipa@gmail.com)

Penelaah:

Andi Suhandi, M.Si., Dr.

Mimin Nurjhani K., Dr., M.Pd.

Shrie Laksmi Saraswati, Dra., M.Pd.

Penyunting

Sumarni Setiasih, S.Si., M.PKim.

Desain Grafis dan Ilustrasi
Tim Desain Grafis

Copyright © 2017

Direktorat Pembinaan Guru Pendidikan Dasar

Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengcopy sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Kata Sambutan

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas dan berkarakter prima. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan merupakan upaya Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan dalam upaya peningkatan kompetensi guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Peta profil hasil UKG menunjukkan kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan pedagogik dan profesional. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG pada tahun 2016 dan akan dilanjutkan pada tahun 2017 ini dengan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru dilaksanakan melalui tiga moda, yaitu: 1) Moda Tatap Muka, 2) Moda Daring Murni (*online*), dan 3) Moda Daring Kombinasi (kombinasi antara tatap muka dengan daring).

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK) dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal



Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru moda tatap muka dan moda daring untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini untuk mewujudkan Guru Mulia Karena Karya.

Jakarta, April 2017

Direktur Jenderal Guru
dan Tenaga Kependidikan,



Sumarna Surapranata, Ph.D.

★ NIP. 195908011985031002



Kata Pengantar

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru jenjang Sekolah Menengah Pertama mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), Ilmu Pengetahuan Sosial (IPS), Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan (PPKn), Matematika, Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris, Seni Budaya, serta Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan. Modul ini merupakan dokumen wajib untuk Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan.

Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru merupakan tindak lanjut dari hasil Uji Kompetensi Guru (UKG) 2015 dan bertujuan meningkatkan kompetensi guru dalam melaksanakan tugasnya sesuai dengan mata pelajaran yang diampunya.

Sebagai salah satu upaya untuk mendukung keberhasilan suatu program diklat, Direktorat Pembinaan Guru Pendidikan Dasar pada tahun 2017 melaksanakan review, revisi, dan mengembangkan modul paska UKG 2015 yang telah terintegrasi Penguatan Pendidikan Karakter (PPK) dan Penilaian Berbasis Kelas, serta berisi materi pedagogik dan profesional yang akan dipelajari oleh peserta selama mengikuti Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru jenjang Sekolah Menengah Pertama ini diharapkan dapat menjadi bahan bacaan wajib bagi para peserta diklat untuk dapat meningkatkan pemahaman tentang kompetensi pedagogik dan profesional terkait dengan tugas pokok dan fungsinya.



Terima kasih dan penghargaan yang tinggi disampaikan kepada para pimpinan PPPPTK IPA, PPPPTK PKn/IPS, PPPPTK Bahasa, PPPPTK Matematika, PPPPTK Penjas-BK, dan PPPPTK Seni Budaya yang telah mengizinkan stafnya dalam menyelesaikan modul Pendidikan Dasar jenjang Sekolah Menengah Pertama ini. Tidak lupa saya juga sampaikan terima kasih kepada para widyaiswara, Pengembang Teknologi Pembelajaran (PTP), dosen perguruan tinggi, dan guru-guru hebat yang terlibat di dalam penyusunan modul ini.

Semoga Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini dapat meningkatkan kompetensi guru sehingga mampu meningkatkan prestasi pendidikan anak didik kita.

Jakarta, April 2017

Direktur Pembinaan Guru
Pendidikan Dasar



Poppy Dewi Puspitawati

NIP. 196305211988032001



MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN



Kelompok
Kompetensi

PEDAGOGIK

Pengembangan Instrumen
Penilaian Pembelajaran



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017

MODUL
PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

MATA PELAJARAN
ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)
SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)
TERINTEGRASI PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER
DAN PENGEMBANGAN SOAL

KELOMPOK KOMPETENSI G

PEDAGOGIK:
PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN
PEMBELAJARAN

Penulis:

Asep Agus Sulaeman, Dr., S.Si., M.T. (agus_p3g@yahoo.com)

Penelaah:

Andi Suhandi, M.Si., Dr.,
Mimin Nurjhani K., Dr., M.Pd.
Shrie Laksmi Saraswati, Dra., M.Pd..

Penyunting:

Sumarni Setiasih, S.Si., M.PKim.

Desain Grafis dan Ilustrasi

Tim Desain Grafis

Copyright © 2017

Direktorat Pembinaan Guru Pendidikan Dasar
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengcopy sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan Kebudayaan.

Daftar Isi

	Hal.
Kata Sambutan	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	x
Pendahuluan	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan.....	2
C. Kompetensi.....	2
D. Ruang Lingkup	3
E. Cara Penggunaan Modul.....	3
Kegiatan Pembelajaran 1 Pengembangan Instrumen Penilaian	
Pembelajaran	9
A. Tujuan.....	10
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	10
C. Uraian Materi	10
D. Aktivitas Pembelajaran	43
E. Latihan / Kasus /Tugas	49
F. Rangkuman	51
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	52
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus.....	52
Penutup	53
Evaluasi	55
Glosarium	61
Daftar Pustaka	63



Daftar Gambar

	Hal.
Gambar 1. Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Moda Tatap Muka	4
Gambar 2. Alur Pembelajaran Moda Tatap Muka Penuh.....	5
Gambar 3. Alur Pembelajaran Tatap Muka Kombinasi (in-on-in)	6

Daftar Tabel

	Hal.
Tabel 1. Kompetensi Inti Guru dan Kompetensi Guru Mapel	3
Tabel 2. Daftar Lembar Kerja Modul untuk <i>OJL</i>	7
Tabel 3. Contoh penyebaran butir soal untuk penilaian akhir semester ganjil	14
Tabel 4. Kisi-kisi penulisan soal.....	15
Tabel 5. Contoh Indikator Sikap dalam Pengembangan Kuesioner	27
Tabel 6. Contoh Indikator Minat dalam Pengembangan Kuesioner	28
Tabel 7. Contoh Indikator Konsep Diri dalam Pengembangan Kuesioner	29
Tabel 8. Contoh Indikator Nilai dalam Pengembangan Kuesioner	30
Tabel 9. Contoh Indikator Moral dalam Pengembangan Kuesioner	31
Tabel 10. Contoh Skala Thurstone: Minat terhadap pelajaran IPA	31
Tabel 11. Contoh skala Likert: Sikap terhadap pelajaran IPA	32
Tabel 12. Kategorisasi sikap atau minat peserta didik untuk 10 butir pernyataan, dengan rentang skor 10 – 40.....	36
Tabel 13. Kategorisasi Sikap Atau Minat Kelas.....	36
Tabel 14. Contoh Kisi-kisi Penilaian Kinerja	39
Tabel 15. Contoh Rubrik Penskoran Penilaian Kinerja.....	40
Tabel 16. Contoh Rubrik Penilaian Kinerja.....	40
Tabel 17. Contoh Penilaian Keterampilan Bentuk Proporsi.....	41



Pendahuluan

A. Latar Belakang

Penilaian merupakan bagian integral dari pembelajaran IPA, sehingga perlu diperhatikan dalam melaksanakan proses pembelajaran. Guru harus merencanakan penilaian yang akan digunakan sebagai bagian dari pelaksanaan pembelajaran. Penilaian oleh pendidik adalah proses pengumpulan informasi/bukti tentang capaian pembelajaran peserta didik dalam kompetensi sikap spiritual dan sikap sosial, kompetensi pengetahuan, dan kompetensi keterampilan yang dilakukan secara terencana dan sistematis, selama dan setelah proses pembelajaran. Terdapat beberapa teknik yang digunakan untuk menilai kompetensi sikap, pengetahuan, dan keterampilan.

Oleh karena itu, seorang guru perlu memiliki keterampilan mengembangkan instrumen untuk melakukan penilaian tersebut. Selanjutnya setelah instrumen digunakan, tentunya harus dianalisis dan hasilnya digunakan untuk menentukan program tindak lanjut penilaian. Mengacu pada Permendiknas nomor 16 tahun 2007, pengembangan instrumen penilaian pembelajaran ini termasuk kompetensi inti pedagogi “Menyelenggarakan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar”. Untuk tindak lanjut pembelajaran berdasarkan hasil penilaian termasuk dalam kompetensi “Memanfaatkan hasil penilaian dan evaluasi untuk kepentingan pembelajaran dengan kompetensi guru”.

Dalam rangka mendukung pengembangan pengetahuan dan keterampilan guru IPA dalam menyusun instrumen penilaian, dikembangkan modul untuk Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini. Dengan adanya modul ini, memberikan kesempatan kepada guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif dalam mengembangkan instrumen. Modul ini dapat digunakan oleh guru sebagai bahan ajar dalam kegiatan diklat tatap muka langsung atau tatap muka kombinasi (*in-on-in*).

Modul pengembangan keprofesian berkelanjutan yang berjudul “Pengembangan Instrumen Penilaian” merupakan modul untuk kompetensi pedagogi guru pada



Pendahuluan

kelompok kompetensi G. Materi pada modul dikembangkan berdasarkan kompetensi pedagogi guru pada Permendiknas nomor 16 tahun 2007. Pada Modul ini disajikan materi tentang pengembangan instrumen penilaian kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan. Sajian materi diawali dengan uraian pendahuluan, kegiatan pembelajaran dan diakhiri dengan evaluasi agar guru peserta diklat melakukan penilaian diri sendiri (*self assessment*) sebagai tolak ukur untuk mengetahui keberhasilan diri sendiri.

Setiap materi bahasan dikemas dalam kegiatan pembelajaran yang memuat tujuan, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan/tugas, rangkuman, umpan balik, dan tindak lanjut. Di setiap komponen modul yang dikembangkan ini telah diintegrasikan beberapa nilai karakter bangsa, baik secara eksplisit maupun implisit yang dapat diimplementasikan selama aktivitas pembelajaran dan dalam kehidupan sehari-hari untuk mendukung pencapaian revolusi mental bangsa. Integrasi ini juga merupakan salah satu cara perwujudan kompetensi sosial dan kepribadian guru (Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007) dalam bentuk modul.

B. Tujuan

Setelah Anda mempelajari modul ini diharapkan terampil mengembangkan instrumen penilaian sikap, pengetahuan, dan keterampilan pada pembelajaran IPA.

C. Kompetensi

Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan setelah guru peserta diklat belajar dengan modul ini tercantum pada tabel 1 berikut:



Tabel 1. Kompetensi Inti Guru dan Kompetensi Guru Mapel

Kompetensi Inti Guru	Kompetensi Guru Mapel
3. Mengembangkan kurikulum yang terkait dengan mata pelajaran	3.6. Mengembangkan indikator dan instrumen penilaian.

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi G, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut Bagian akhir terdiri dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut.

1. Penyusunan instrumen penilaian pengetahuan
2. Penyusunan instrumen penilaian sikap
3. Penyusunan instrumen penilaian keterampilan

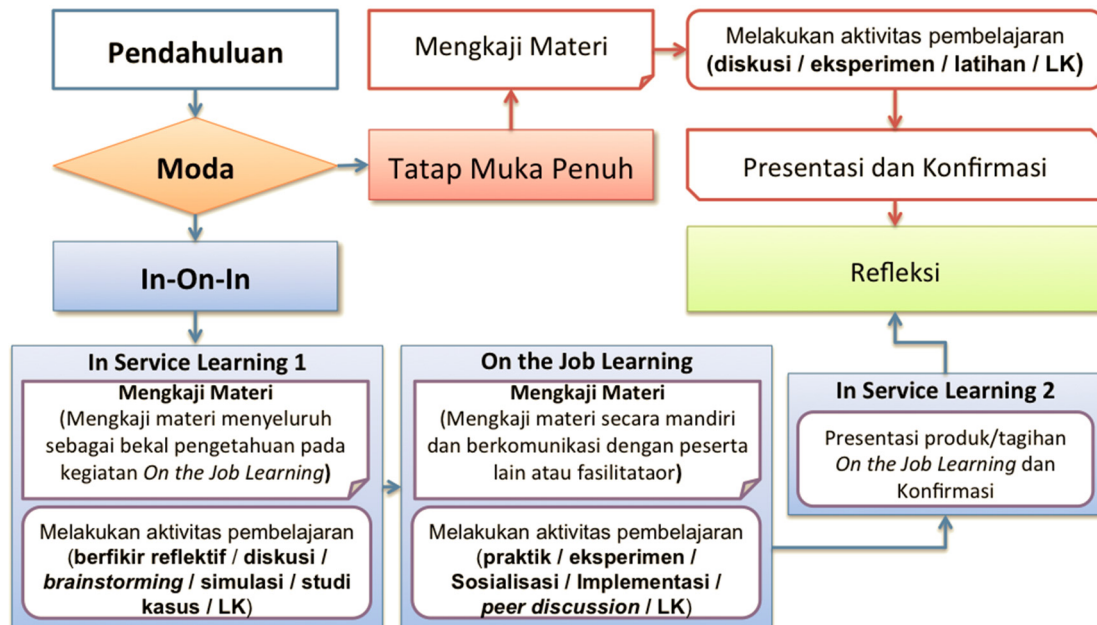
E. Cara Penggunaan Modul

Secara umum, cara penggunaan modul pada setiap **Aktivitas Pembelajaran** disesuaikan dengan skenario setiap penyajian mata diklat. Modul ini dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran oleh guru, baik untuk moda tatap muka penuh, maupun moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*). Langkah-langkah belajar secara umum terlihat pada **Gambar 1**.



Pendahuluan

Berdasarkan gambar dapat dilihat terdapat dua alur kegiatan pelaksanaan kegiatan diklat tatap muka penuh dan kombinasi. Deskripsi kedua jenis diklat tatap muka ini terdapat pada penjelasan berikut ini.

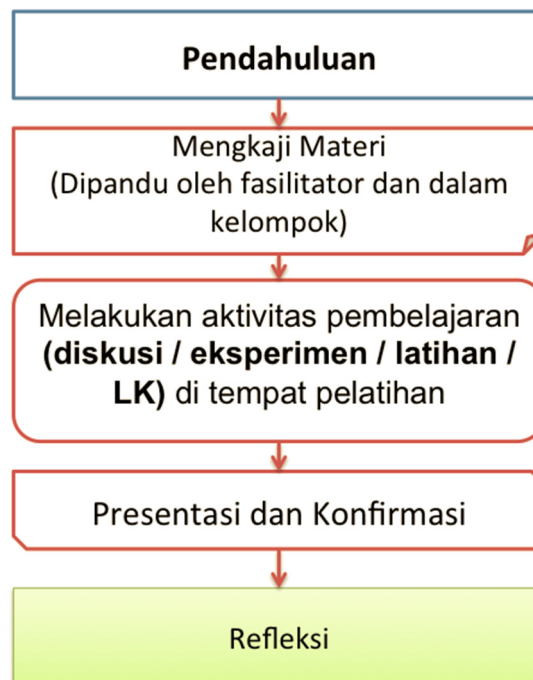


Gambar 1. Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Moda Tatap Muka

1. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka Penuh

Kegiatan tatap muka penuh ini dilaksanakan secara terstruktur pada suatu waktu yang di pandu oleh fasilitator. Tatap muka penuh dilaksanakan menggunakan alur pembelajaran yang dapat dilihat pada alur berikut ini.





Gambar 2. Alur Pembelajaran Moda Tatap Muka Penuh

a. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta diklat untuk mempelajari :

- Latar belakang yang memuat gambaran materi.
- Tujuan kegiatan pembelajaran setiap materi.
- Kompetensi atau indikator yang akan dicapai melalui modul.
- Ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran.
- Langkah-langkah penggunaan modul.

b. Mengkaji materi diklat

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada guru untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Guru dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.



Pendahuluan

c. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul, baik bagian **1. Diskusi Materi**, **2. Praktik**, dan mengisi latihan soal pilihan ganda. Peserta perlu secara aktif menggali informasi, mengumpulkan dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan.

d. Presentasi dan Konfirmasi

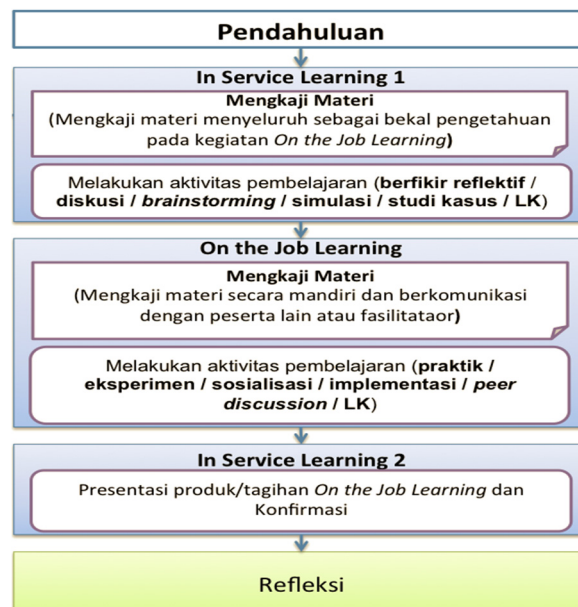
Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan, sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi dibahas bersama.

e. Refleksi Kegiatan

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji merefleksikan penguasaan materi setelah mengikuti seluruh kegiatan pembelajaran.

2. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka Kombinasi

Kegiatan diklat tatap muka kombinasi (*in-on-in*) terdiri atas tiga kegiatan, yaitu tatap muka kesatu (*in-1*), penugasan (*on the job learning*), dan tatap muka kedua (*in-2*). Secara umum, kegiatan pembelajaran diklat tatap muka kombinasi tergambar pada alur berikut ini.



Gambar 3. Alur Pembelajaran Tatap Muka Kombinasi (in-on-in)



Pada kegiatan *in-1* peserta mempelajari uraian materi dan mengerjakan Aktivitas Pembelajaran **bagian 1. Diskusi Materi** di tempat diklat. Pada saat ***on the job learning*** peserta melakukan Aktivitas Pembelajaran **bagian 2. Praktik**, dan mengisi **soal latihan** secara mandiri di tempat kerja masing-masing. Pada Kegiatan *in-2* peserta melaporkan dan mendiskusikan hasil kegiatan yang dilakukan selama *on the job learning* yang difasilitasi oleh narasumber/instruktur nasional.

Di dalam modul dilengkapi beberapa kegiatan di aktivitas pembelajaran (**BAB II, Bagian D**) sebagai cara guru untuk pendalaman dan penguatan pemahaman materi yang dipelajari yang dipandu menggunakan lembar kegiatan (LK). Pada kegiatan diklat tatap muka kombinasi, terdapat LK **diskusi materi** yang dilakukan pada saat *in-1* dan **kegiatan praktik** yang dipandu menggunakan LK dikerjakan pada saat *on the job learning*. Hasil implementasi LK pada *on the job learning* menjadi tagihan pada kegiatan tatap muka kedua (*in-2*). Berikut ini daftar pengelompokkan lembar kegiatan (LK) pada setiap tahap kegiatan tatap muka kombinasi.

Tabel 2. Daftar Lembar Kerja Modul untuk *OJL*

No	Kode Lembar Kerja	Judul Lembar Kerja	Dilaksanakan Pada Tahap
1.	LK.G.01	Diskusi Materi Topik Pengembangan Instrumen Penilaian Pembelajaran	<i>In - 1</i>
2.	LK.G.02	Perancangan Instrumen Penilaian Dalam Pembelajaran IPA	<i>On the job learning</i>



Kegiatan Pembelajaran 1

Pengembangan Instrumen Penilaian Pembelajaran

Penilaian merupakan bagian integral dari pembelajaran IPA, sehingga perlu diperhatikan oleh guru dalam melaksanakan proses pembelajaran. Guru perlu merencanakan dan menyusun instrumen penilaian yang akan digunakan sebagai bagian dari pelaksanaan pembelajaran secara mandiri dan profesional. Seperti diketahui bahwa penilaian sebagai suatu proses yang sistematis dan mencakup kegiatan mengumpulkan, menganalisis, serta menginterpretasikan informasi untuk menentukan seberapa jauh seorang siswa atau sekelompok siswa mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan, baik aspek pengetahuan, sikap maupun keterampilan.

Peran guru dalam penilaian merupakan unsur penting sebagai penyusun instrumen, penganalisis, melakukan evaluasi serta sekaligus sebagai pelaksananya. Dalam pembelajaran IPA, semua aspek yang ditunjukkan siswa dapat dinilai. Oleh karena itu, guru harus terus berusaha membekalkan diri menguasai kompetensi yang berkaitan dengan penilaian.

Dalam rangka meningkatkan penguasaan topik penilaian dan keterampilan mengembangkan instrumen penilaian, pada modul ini disajikan materi dan beberapa aktivitas pembelajaran untuk dipelajari guru. Pada topik ini akan didiskusikan cara-cara pengembangan instrumen penilaian sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Anda dapat mempelajari topik ini secara mandiri ataupun kolaboratif dengan rekan-rekan di MGMP.



A. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini, Anda dapat mengembangkan instrumen ranah penilaian pengetahuan, sikap, dan keterampilan.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi setelah mempelajari modul ini, sebagai berikut.

1. Menyusun butir soal ranah pengetahuan mata pelajaran IPA;
2. Melakukan validasi butir soal ranah pengetahuan mata pelajaran IPA;
3. Menyusun instrumen penilaian ranah sikap;
4. Melakukan validasi instrumen penilaian ranah sikap;
5. Menyusun instrumen penilaian ranah keterampilan;
6. Melakukan validasi instrumen penilaian ranah keterampilan.

C. Uraian Materi

1. Pengembangan Instrumen Penilaian Ranah Pengetahuan

Penilaian pengetahuan adalah penilaian yang dilakukan untuk mengetahui penguasaan siswa yang meliputi pengetahuan faktual, konseptual, maupun prosedural serta kecakapan berpikir tingkat rendah hingga tinggi (Ditjen Dikdasmen, 2015). Penilaian pengetahuan dilakukan untuk mengetahui apakah siswa telah mencapai KBM/KKM, mengidentifikasi kelemahan, kekuatan penguasaan pengetahuan (*diagnostic*), dan digunakan memberi umpan balik (*feedback*) kepada siswa dan guru untuk perbaikan mutu pembelajaran secara terus menerus.

Instrumen penilaian pengetahuan yang standar dapat dikembangkan guru dengan mengikuti langkah-langkah berikut ini: (1) menentukan tujuan tes, (2) menentukan kompetensi yang akan diujikan, (3) menentukan materi yang diujikan, (4) menetapkan penyebaran butir soal berdasarkan kompetensi, materi, dan bentuk penilaiannya (tes tertulis: bentuk pilihan ganda, uraian; dan tes praktik), (5) menyusun kisi-kisinya, (6) menulis butir soal, (7) memvalidasi butir soal atau menelaah secara kualitatif, (8) merakit soal menjadi perangkat tes, (9)

menyusun pedoman penskorannya (10) uji coba butir soal, (11) analisis butir soal secara kuantitatif dari data empirik hasil uji coba, dan (12) perbaikan soal berdasarkan hasil analisis.

Berikut ini uraian langkah-langkah dalam mengembangkan instrumen penilaian:

a. Menentukan Tujuan Tes

Langkah pertama yang dilakukan adalah menetapkan tujuan penilaian, apakah untuk mengetahui capaian pembelajaran ataukah untuk memperbaiki proses pembelajaran, atau untuk kedua-duanya. Tujuan penilaian harian (PH) berbeda dengan tujuan penilaian tengah semester (PTS), dan tujuan penilaian akhir semester (PAS). Penilaian harian biasanya diselenggarakan untuk mengetahui capaian pembelajaran atau memperbaiki proses pembelajaran, sedangkan PTS dan PAS umumnya untuk mengetahui capaian pembelajaran.

b. Menentukan Kompetensi yang Akan Diukur

Ketika merumuskan indikator soal dalam mengembangkan kisi-kisi butir soal, kita perlu menentukan kompetensi (perilaku) yang tepat sesuai dengan ranah dan tingkat kompetensinya. Dalam menentukan perilaku yang akan diukur, penulis soal dapat mengambil atau memperhatikan jenis perilaku yang telah dikembangkan oleh para ahli pendidikan. Jenis perilaku untuk ranah kognitif yang dikembangkan Benjamin S. Bloom adalah:

- 1) Ingatan di antaranya seperti: menyebutkan, menentukan, menunjukkan, mengingat kembali, mendefinisikan;
- 2) Pemahaman di antaranya seperti: membedakan, mengubah, memberi contoh, memperkirakan, mengambil kesimpulan;
- 3) Penerapan di antaranya seperti: menggunakan, menerapkan;
- 4) Analisis di antaranya seperti: membandingkan, mengklasifikasikan, mengkategorikan, menganalisis;
- 5) Sintesis antaranya seperti: menghubungkan, mengembangkan, mengorganisasikan, menyusun;
- 6) Evaluasi di antaranya seperti: menafsirkan, menilai, memutuskan.



Kegiatan Pembelajaran 1

Jenis perilaku yang dikembangkan *Quellmalz* adalah:

- 1) ingatan,
- 2) analisis,
- 3) perbandingan,
- 4) penyimpulan,
- 5) evaluasi.

Jenis perilaku yang dikembangkan *R. J. Mazano* dkk. adalah:

- 1) Keterampilan memusat (*focusing skills*), seperti: mendefinisikan, merumuskan tujuan,
- 2) Keterampilan mengumpulkan informasi, seperti: mengamati, merumuskan pertanyaan,
- 3) Keterampilan mengingat, seperti: merekam, mengingat,
- 4) Keterampilan mengorganisasi, seperti: membandingkan, mengelompokkan, menata/mengurutkan, menyajikan;
- 5) Keterampilan menganalisis, seperti mengenali: sifat dari komponen, hubungan dan pola, ide pokok, kesalahan;
- 6) Keterampilan menghasilkan keterampilan baru, seperti: menyimpulkan, memprediksi, mengupas atau mengurai;
- 7) Keterampilan memadu (*integrating skills*), seperti: meringkas, menyusun kembali;
- 8) Keterampilan menilai, seperti: menetapkan kriteria, membenarkan pembuktian.

Jenis perilaku yang dikembangkan *Robert M. Gagne* adalah:

- 1) Kemampuan intelektual: diskriminasi, identifikasi/konsep yang nyata, klasifikasi, demonstrasi, generalisasi/menghasilkan sesuatu;
- 2) Strategi kognitif: menghasilkan suatu pemecahan;
- 3) Informasi verbal: menyatakan sesuatu secara oral;
- 4) Keterampilan motorist melaksanakan/menjalankan sesuatu;
- 5) Sikap: kemampuan untuk memilih sesuatu.

Keterampilan berpikir yang dikembangkan *Linn dan Gronlund* adalah seperti berikut.

- 1) Membandingkan
 - Apa persamaan dan perbedaan antara ... dan...
 - Bandingkan dua cara berikut tentang
- 2) Hubungan sebab-akibat
 - Apa penyebab utama ...
 - Apa akibat ...
- 3) Memberi alasan (*justifying*)
 - Manakah pilihan berikut yang kamu pilih, mengapa?
 - Jelaskan mengapa kamu setuju/tidak setuju dengan pernyataan tentang
- 4) Meringkas
 - Tuliskan pernyataan penting yang termasuk ...
 - Ringkaslah dengan tepat isi ...
- 5) Menyimpulkan
 - Susunlah beberapa kesimpulan yang berasal dari data
 - Tulislah sebuah pernyataan yang dapat menjelaskan peristiwa berikut ...
- 6) Berpendapat (*inferring*)
 - Berdasarkan ..., apa yang akan terjadi bila
 - Apa reaksi A terhadap ...
- 7) Mengelompokkan
 - Kelompokkan hal berikut berdasarkan
 - Apakah hal berikut memiliki ...
- 8) Menciptakan
 - Tuliskan beberapa cara sesuai dengan ide Anda tentang
 - Lengkapilah cerita ... tentang apa yang akan terjadi bila
- 9) Menerapkan
 - Selesaikan hal berikut dengan menggunakan kaidah
 - Tuliskan ... dengan menggunakan pedoman....
- 10) Analisis
 - Manakah penulisan yang salah pada paragraf
 - Daftar dan beri alasan singkat tentang ciri utama
- 11) Sintesis
 - Tuliskan satu rencana untuk pembuktian ...
 - Tuliskan sebuah laporan ...

Kegiatan Pembelajaran 1

12) Evaluasi

- Apakah kelebihan dan kelemahan
- Berdasarkan kriteria ..., tuliskanlah evaluasi tentang...

Anda dapat memilih kemampuan yang akan diukur dalam penilaian. Semakin tinggi kemampuan/perilaku yang diukur sesuai dengan target kompetensi, maka semakin kompleks soal dan semakin tinggi tingkat kesulitan dalam menyusunnya. Dalam Standar Isi, perilaku yang akan diukur dapat dilihat pada "perilaku yang terdapat pada rumusan kompetensi dasar atau pada standar kompetensi". Bila ingin mengukur perilaku yang lebih tinggi, guru dapat mendaftar terlebih dahulu semua perilaku yang dapat diukur, mulai dari perilaku yang sangat sederhana/mudah sampai dengan perilaku yang paling sulit/tinggi, berdasarkan rumusan kompetensinya (baik standar kompetensi maupun kompetensi dasar). Dari susunan perilaku itu, dipilih satu perilaku yang tepat diujikan kepada peserta didik, yaitu perilaku yang sesuai dengan kemampuan peserta didik di kelas.

c. Penentuan dan Penyebaran Soal

Sebelum menyusun kisi-kisi dan butir soal perlu ditentukan jumlah soal setiap kompetensi dasar dan penyebaran soalnya. Untuk lebih jelasnya, perhatikan contoh rencana penilaian akhir semester berikut ini.

Tabel 3. Contoh penyebaran butir soal untuk penilaian akhir semester ganjil

No	Kompetensi Dasar	Materi	Jumlah soal tes tulis		Jumlah soal Praktik
			PG	Uraian	
1	3.1 .....	.....	6	--	--
2	4.1 .....	.....	3	1	--
3	3.3 .....	.....	4	--	1
4	4.3 .....	.....	5	1	--
5	3.5 .....	.....	8	1	--
6	4.5 .....	.....	6	--	1
7	3.6 .....	.....	--	2	--
8	4.6 .....	.....	8	--	--
Jumlah soal			40	5	2

d. Penyusunan Kisi-kisi

Kisi-kisi merupakan spesifikasi yang memuat kriteria soal yang akan ditulis yang meliputi antara lain KD yang akan diukur, materi, indikator soal, bentuk soal, dan jumlah soal. Kisi-kisi disusun untuk memastikan butir-butir soal mewakili apa yang seharusnya diukur secara proporsional. Pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural dengan kecakapan berfikir tingkat rendah hingga tinggi akan terwakili secara memadai. Kisi-kisi (*test blue-print* atau *table of specification*) merupakan deskripsi kompetensi dan materi yang akan diujikan. Tujuan penyusunan kisi-kisi adalah untuk menentukan ruang lingkup dan sebagai petunjuk dalam menulis soal. Kisi-kisi dapat berbentuk format atau matriks seperti contoh berikut ini.

FORMAT KISI-KISI PENULISAN SOAL

Jenis sekolah :

Jumlah soal :

Mata pelajaran :

Bentuk soal/tes :

Kurikulum :

Penyusun :

Alokasi waktu :

Tabel 4. Kisi-kisi penulisan soal

No.	Kompetensi Dasar	Materi	Level Kognitif	Indikator soal	Bentuk Soal	Jumlah Soal
1	2	3	4	5	6	7

Keterangan:

Isi pada kolom 2, 3, dan 5 adalah harus sesuai dengan pernyataan yang ada di dalam silabus/kurikulum.

Kisi-kisi yang baik harus memenuhi persyaratan berikut ini.

Kegiatan Pembelajaran 1

1. Kisi-kisi harus dapat mewakili isi silabus/kurikulum atau materi yang telah diajarkan secara tepat dan proporsional.
2. Komponen-komponennya diuraikan secara jelas dan mudah dipahami.
3. Materi yang hendak ditanyakan dapat dibuatkan soalnya.

e. Perumusan Indikator Soal

Indikator dalam kisi-kisi merupakan pedoman dalam merumuskan soal yang dikehendaki. Kegiatan perumusan indikator soal merupakan bagian dari kegiatan penyusunan kisi-kisi. Untuk merumuskan indikator dengan tepat, guru harus memperhatikan materi yang akan diujikan, indikator pembelajaran, kompetensi dasar, dan standar kompetensi. Indikator yang baik dirumuskan secara singkat dan jelas. Syarat indikator yang baik adalah:

1. menggunakan kata kerja operasional (perilaku khusus) yang tepat,
2. menggunakan satu kata kerja operasional untuk soal objektif, dan satu atau lebih kata kerja operasional untuk soal uraian/tes perbuatan,
3. dapat dibuatkan soal atau pengecohnya (untuk soal pilihan ganda).
4. Penulisan indikator yang lengkap mencakup A = *audience* (peserta didik) , B = *behaviour* (perilaku yang harus ditampilkan), C = *condition* (kondisi yang diberikan), dan D = *degree* (tingkatan yang diharapkan). Ada dua model penulisan indikator. Model pertama adalah menempatkan kondisinya di awal kalimat. Model pertama ini digunakan untuk soal yang disertai dengan dasar pernyataan (stimulus), misalnya berupa sebuah kalimat, paragraf, gambar, denah, grafik, kasus, atau lainnya, sedangkan model yang kedua adalah menempatkan peserta didik dan perilaku yang harus ditampilkan di awal kalimat. Model yang kedua ini digunakan untuk soal yang tidak disertai dengan dasar pertanyaan (stimulus).

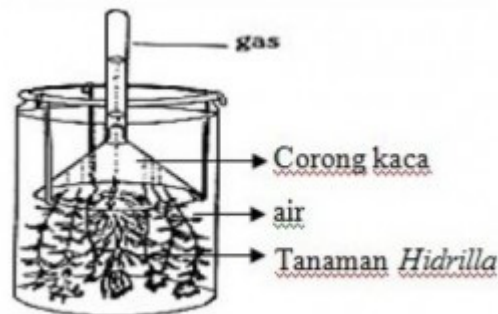
(1) Contoh model pertama untuk topik "Energi dalam Kehidupan".

Topik : Fotosintesis

Indikator : Diberikan gambar percobaan fotosintesis *Ingenzhous*, peserta didik dapat menentukan gas yang dihasilkan.

Soal:

Perhatikan gambar berikut ini.



Perangkat percobaan tersebut disimpan di tempat terang. Berdasarkan percobaan, gas yang dihasilkan adalah

- gas uap air, hasil penguapan H_2O medium tempat tumbuhnya tanaman
- gas CO_2 , komponen yang dibutuhkan untuk membantuk karbohidrat
- gas O_2 , hasil penguraian air di dalam kloroplas oleh sinar matahari
- gas H_2O , komponen penting untuk membentuk ATP pada reaksi gelap
- gas H_2 , hasil penguraian karbohidrat di kloroplas oleh sinar matahari

Kunci: c

(2) Contoh model kedua

Indikator: Siswa dapat menjelaskan hubungan antara keanekaragaman hayati dan populasi

Soal:

Pernyataan yang benar tentang keberkaitan antara keanekaragaman hayati dan populasi adalah

- keanekaragaman makhluk hidup di suatu ekosistem tinggi, populasi setiap jenis juga tinggi
- keanekaragamansuatu ekosistem rendah, populasi setiap jenis juga rendah
- keanekaragaman suatu ekosistem tinggi, populasi setiap jenis rendah
- keanekaragaman suatu ekosistem rendah, populasi setiap jenis tidak stabil
- keanekaragaman suatu spesies tidak berhubungan dengan besarnya populasi

Kunci: e

f. Penyusunan Butir Soal Tes Tertulis

Setiap butir soal yang ditulis harus berdasarkan rumusan indikator soal yang sudah disusun dalam kisi-kisi dan berdasarkan kaidah penulisan soal bentuk obyektif dan kaidah penulisan soal uraian. Penggunaan bentuk soal yang tepat dalam tes tertulis, sangat tergantung pada perilaku/kompetensi yang akan diukur. Beberapa kompetensi di mata pelajaran IPA lebih tepat diukur/ditanyakan dengan menggunakan tes tertulis dengan bentuk soal uraian, ada pula beberapa kompetensi yang lebih tepat diukur dengan menggunakan tes tertulis dengan bentuk soal obyektif.

Bentuk tes tertulis pilihan ganda maupun uraian memiliki kelebihan dan kelemahan satu sama lain. Keunggulan soal bentuk pilihan ganda, di antaranya dapat mengukur kemampuan/perilaku secara obyektif. Adapun keuntungan soal uraian adalah dapat mengukur kemampuan mengorganisasikan gagasan dan menyatakan jawabannya menurut kata-kata atau kalimat sendiri. Salah satu kelemahan dalam pembuatan soal bentuk pilihan ganda adalah sulit dalam menyusun pengecohnya. Adapun salah satu kelemahan dalam penyusunan soal uraian adalah sulit menyusun pedoman penskorannya.

Menulis soal bentuk uraian diperlukan ketepatan dan kelengkapan dalam merumuskannya. Ketepatan yang dimaksud adalah bahwa materi yang ditanyakan tepat diujikan dengan bentuk uraian, yaitu menuntut peserta didik untuk mengorganisasikan gagasan dengan cara mengemukakan atau mengekspresikan gagasan secara tertulis dengan menggunakan kata-katanya sendiri. Adapun kelengkapan yang dimaksud adalah kelengkapan perilaku yang diukur yang digunakan untuk menetapkan aspek yang dinilai dalam pedoman penskorannya. Hal yang paling sulit dalam penulisan soal bentuk uraian adalah menyusun pedoman penskorannya. Penulis soal harus dapat merumuskan setepat-tepatnya pedoman penskorannya karena kelemahan bentuk soal uraian terletak pada tingkat subyektivitas penskorannya.

Berdasarkan metode penskorannya, bentuk uraian diklasifikasikan menjadi 2, yaitu uraian obyektif dan uraian non-obyektif. Bentuk uraian obyektif adalah suatu soal atau pertanyaan yang menuntut sehimpunan jawaban dengan

pengertian/konsep tertentu, sehingga penskorannya dapat dilakukan secara objektif. Artinya perilaku yang diukur dapat diskor secara dikotomis (benar - salah atau 1 - 0). Bentuk uraian non-objektif adalah suatu soal yang menuntut sehimpunan jawaban dengan pengertian/konsep menurut pendapat masing-masing peserta didik, sehingga penskorannya sukar untuk dilakukan secara objektif. Untuk mengurangi tingkat kesubjektifan dalam pemberian skor ini, maka dalam menentukan perilaku yang diukur dibuatkan skala. Contoh misalnya perilaku yang diukur adalah "kesesuaian isi dengan tuntutan pertanyaan", maka skala yang disusun disesuaikan dengan tingkatan kemampuan peserta didik yang akan diuji.

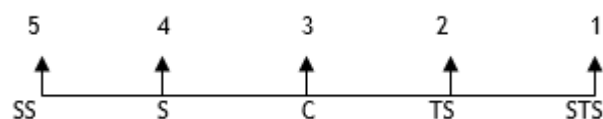
Untuk tingkat SMP, misalnya dapat disusun skala seperti berikut.



Kesesuaian isi dengan tuntutan pertanyaan 0 - 3

Kriteria	Skor
Sesuai	3
Cukup/sedang	2
Tidak sesuai	1
Kosong	0

Atau skala seperti berikut:



Kesesuaian isi dengan tuntutan pertanyaan 0 - 5 Skor

Kriteria	Skor
Sangat Sesuai	5
Sesuai	4
Cukup/sedang	3
Tidak sesuai	2
Sangat tidak sesuai	1
Kosong	0



Kegiatan Pembelajaran 1

Agar soal yang disusun bermutu baik, maka penulis soal harus memperhatikan kaidah penulisannya. Untuk memudahkan pengelolaan, perbaikan, dan pengembangan soal, maka soal ditulis di dalam format kartu soal. Setiap satu soal dan pedoman penskorannya ditulis di dalam satu format. Contoh format soal bentuk uraian dan format penskorannya adalah seperti berikut ini.

Bentuk soalnya terdiri dari: (1) dasar pertanyaan atau stimulus jika diperlukan, (2) pertanyaan, dan (3) pedoman penskoran.

Kaidah penulisan soal uraian seperti berikut.

- 1) Materi
 - a. Soal harus sesuai dengan indikator.
 - b. Setiap pertanyaan harus diberikan batasan jawaban yang diharapkan.
 - c. Materi yang ditanyakan harus sesuai dengan tujuan pengukuran.
 - d. Materi yang ditanyakan harus sesuai dengan jenjang jenis sekolah atau tingkat kelas.
- 2) Konstruksi
 - a. Menggunakan kata tanya/perintah yang menuntut jawaban terurai.
 - b. Ada petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal.
 - c. Setiap soal harus ada pedoman penskorannya.
 - d. Tabel, gambar, grafik, peta, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas, terbaca, dan berfungsi.
- 3) Bahasa
 - a. Rumusan kalimat soal harus komunikatif.
 - b. Menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar (baku).
 - c. Tidak menimbulkan penafsiran ganda.
 - d. Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat/tabu.
 - e. Tidak mengandung kata/ungkapan yang menyinggung perasaan peserta didik.

Menulis soal bentuk pilihan ganda sangat diperlukan keterampilan dan ketelitian. Hal yang paling sulit dilakukan dalam menulis soal bentuk pilihan ganda adalah

menuliskan pengecohnya. Pengecoh yang baik adalah pengecoh yang tingkat kerumitan atau tingkat kesederhanaan, serta panjang-pendeknya relatif sama dengan kunci jawaban. Oleh karena itu, untuk memudahkan dalam penulisan soal bentuk pilihan ganda, maka dalam penulisannya perlu mengikuti langkah-langkah berikut, langkah pertama adalah menuliskan pokok soalnya, langkah kedua menuliskan kunci jawabannya, langkah ketiga menuliskan pengecohnya.

Untuk memudahkan pengelolaan, perbaikan, dan perkembangan soal, maka soal ditulis di dalam format kartu soal. Setiap satu soal ditulis di dalam satu format. Adapun formatnya seperti berikut ini.

KARTU SOAL												
Jenis Sekolah :						Penyusun : 1.						
Mata Pelajaran :						2.						
Bahan Kls/Smt :						3.						
Bentuk Soal :												
Tahun Ajaran :												
Aspek yang diukur :												
KOMPETENSI DASAR			BUKU SUMBER									
			RUMUSAN BUTIR SOAL									
MATERI			NO SOAL:									
			KUNCI :									
INDIKATOR SOAL												
KETERANGAN SOAL												
NO	DIGUNAKAN UNTUK	TANGGAL	JUMLAH SISWA	TK	DP	PROPORSI PEMILIH					KET.	
						A	B	C	D	E	OMT	

FORMAT PEDOMAN PENSKORAN

NO SOAL	KUNCI/KRITERIA JAWABAN	SKOR

Soal bentuk pilihan ganda merupakan soal yang telah disediakan pilihan jawabannya. Peserta didik yang mengerjakan soal hanya memilih satu jawaban yang benar dari pilihan jawaban yang disediakan. Soalnya mencakup: (1) dasar pertanyaan/stimulus (bila ada), (2) pokok soal (stem), (3) pilihan jawaban yang terdiri atas: kunci jawaban dan pengecoh.

Perhatikan contoh berikut!

Soal:

Sekelompok siswa melakukan percobaan daya hantar listrik larutan.
Data yang diperoleh adalah sebagai berikut.

LARUTAN	PENGAMATAN	
	NYALA LAMPU	GELEMBUNG GAS
P	Tidak menyala	Ada
Q	Tidak menyala	Tidak ada
R	Menyala	Ada
S	Tidak menyala	Tidak ada
T	Menyala	Ada

Dasar pertanyaan / stimulus

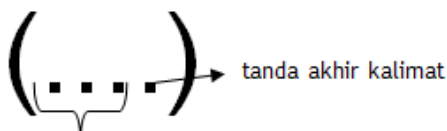
Pasangan larutan yang termasuk konduktor listrik yang baik adalah....

- A. P dan Q
- B. R dan S
- C. R dan T
- D. Q dan R
- E. T dan S

Pengecoh / distractor

Kunci jawaban

Pilihan / option



tanda akhir kalimat

tanda ellipsis (pernyataan yang sengaja dihilangkan)

Kaidah penulisan soal pilihan ganda adalah seperti berikut ini.

1) Materi

- a. Soal harus sesuai dengan indikator. Artinya soal harus menanyakan perilaku dan materi yang hendak diukur sesuai dengan rumusan indikator dalam kisi-kisi.
- b. Pengecoh harus bertungsi.
- c. Setiap soal harus mempunyai satu jawaban yang benar. Artinya, satu soal hanya mempunyai satu kunci jawaban.

2) Konstruksi

- a. Pokok soal harus dirumuskan secara jelas dan tegas. Artinya, kemampuan/materi yang hendak diukur/ditanyakan harus jelas, tidak menimbulkan pengertian atau penafsiran yang berbeda dari yang dimaksudkan penulis. Setiap butir soal hanya mengandung satu persoalan/gagasan.
- b. Rumusan pokok soal dan pilihan jawaban harus merupakan pernyataan yang diperlukan saja. Artinya apabila terdapat rumusan atau pernyataan yang sebetulnya tidak diperlukan, maka rumusan atau pernyataan itu dihilangkan saja.
- c. Pokok soal jangan memberi petunjuk ke arah jawaban yang benar. Artinya, pada pokok soal jangan sampai terdapat kata, kelompok kata, atau ungkapan yang dapat memberikan petunjuk ke arah jawaban yang benar.
- d. Pokok soal jangan mengandung pernyataan yang bersifat negatif ganda. Artinya, pada pokok soal jangan sampai terdapat dua kata atau lebih yang mengandung arti negatif. Hal ini untuk mencegah terjadinya kesalahan penafsiran peserta didik terhadap arti pernyataan yang dimaksud. Untuk keterampilan bahasa, penggunaan negatif ganda diperbolehkan bila aspek yang akan diukur justru pengertian tentang negatif ganda itu sendiri.
- e. Pilihan jawaban harus homogen dan logis ditinjau dari segi materi. Artinya, semua pilihan jawaban harus berasal dari materi yang sama seperti yang ditanyakan oleh pokok soal, penulisannya harus setara, dan semua pilihan jawaban harus berfungsi.



Kegiatan Pembelajaran 1

- f. Panjang rumusan pilihan jawaban harus relatif sama. Kaidah ini diperlukan karena adanya kecenderungan peserta didik memilih jawaban yang paling panjang karena seringkali jawaban yang lebih panjang itu lebih lengkap dan merupakan kunci jawaban.
- g. Pilihan jawaban jangan mengandung pernyataan "Semua pilihan jawaban di atas salah" atau "Semua pilihan jawaban di atas benar". Artinya dengan adanya pilihan jawaban seperti ini, maka secara materi pilihan jawaban berkurang satu karena pernyataan itu bukan merupakan materi yang ditanyakan dan pernyataan itu menjadi tidak homogen.
- h. Pilihan jawaban yang berbentuk angka atau waktu harus disusun berdasarkan urutan besar kecilnya nilai angka atau kronologis. Artinya pilihan jawaban yang berbentuk angka harus disusun dari nilai angka paling kecil berurutan sampai nilai angka yang paling besar, dan sebaliknya. Demikian juga pilihan jawaban yang menunjukkan waktu harus disusun secara kronologis. Penyusunan secara unit dimaksudkan untuk memudahkan peserta didik melihat pilihan jawaban.
- i. Gambar, grafik, tabel, diagram, wacana, dan sejenisnya yang terdapat pada soal harus jelas dan berfungsi. Artinya, apa saja yang menyertai suatu soal yang ditanyakan harus jelas, terbaca, dapat dimengerti oleh peserta didik. Apabila soal bisa dijawab tanpa melihat gambar, grafik, tabel atau sejenisnya yang terdapat pada soal, berarti gambar, grafik, atau tabel itu tidak berfungsi.
- j. Rumusan pokok soal tidak menggunakan ungkapan atau kata yang bermakna tidak pasti seperti: sebaiknya, umumnya, kadang-kadang.
- k. Butir soal jangan bergantung pada jawaban soal sebelumnya. Ketergantungan pada soal sebelumnya menyebabkan peserta didik yang tidak dapat menjawab benar soal pertama tidak akan dapat menjawab benar soal berikutnya.

3) Bahasa/budaya

- a. Setiap soal harus menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia. Kaidah bahasa Indonesia dalam penulisan soal di antaranya meliputi: a) pemakaian kalimat: (1) unsur subyek, (2) unsur predikat, (3) anak kalimat; b) pemakaian kata: (1) pilihan kata, (2)

penulisan kata, dan c) pemakaian ejaan: (1) penulisan huruf, (2) penggunaan tanda baca.

- b. Bahasa yang digunakan harus komunikatif, sehingga pernyataannya mudah dimengerti warga belajar/peserta didik.
- c. Pilihan jawaban jangan yang mengulang kata/frase yang bukan merupakan satu kesatuan pengertian. Letakkan kata/frase pada pokok soal.

2. Pengembangan Instrumen Penilaian Ranah Sikap

Instrumen penilaian afektif meliputi lembar pengamatan sikap, minat, konsep diri, nilai, dan moral. Ada 11 (sebelas) langkah dalam mengembangkan instrumen penilaian afektif, yaitu:

- a. menentukan spesifikasi instrumen
- b. menulis instrumen
- c. menentukan skala instrumen
- d. menentukan pedoman penskoran
- e. menelaah instrumen
- f. merakit instrumen
- g. melakukan ujicoba
- h. menganalisis hasil ujicoba
- i. memperbaiki instrumen
- j. melaksanakan pengukuran
- k. menafsirkan hasil pengukuran

a. Spesifikasi instrumen

Ditinjau dari tujuannya ada lima macam instrumen pengukuran ranah afektif, yaitu instrumen: 1) sikap, 2) minat, 3) konsep diri, 4) nilai, dan 5) moral.

1) Instrumen sikap

Instrumen sikap bertujuan untuk mengetahui sikap peserta didik terhadap suatu objek, misalnya terhadap kegiatan sekolah, mata pelajaran, pendidik, dan sebagainya. Sikap terhadap mata pelajaran bisa positif bisa negatif.



Kegiatan Pembelajaran 1

Hasil pengukuran sikap berguna untuk menentukan strategi pembelajaran yang tepat.

2) Instrumen minat

Instrumen minat bertujuan untuk memperoleh informasi tentang minat peserta didik terhadap mata pelajaran, yang selanjutnya digunakan untuk meningkatkan minat peserta didik terhadap mata pelajaran.

3) Instrumen konsep diri

Instrumen konsep diri bertujuan untuk mengetahui kekuatan dan kelemahan diri sendiri. Peserta didik melakukan evaluasi secara objektif terhadap potensi yang ada dalam dirinya. Karakteristik potensi peserta didik sangat penting untuk menentukan jenjang karirnya. Informasi kekuatan dan kelemahan peserta didik digunakan untuk menentukan program yang sebaiknya ditempuh.

4) Instrumen nilai

Instrumen nilai bertujuan untuk mengungkap nilai dan keyakinan peserta didik. Informasi yang diperoleh berupa nilai dan keyakinan yang positif dan yang negatif. Hal-hal yang bersifat positif diperkuat sedangkan yang bersifat negatif dikurangi dan akhirnya dihilangkan.

5) Instrumen moral

Instrumen moral bertujuan untuk mengungkap moral. Informasi moral seseorang diperoleh melalui pengamatan terhadap perbuatan yang ditampilkan dan laporan diri melalui pengisian kuesioner. Hasil pengamatan dan hasil kuesioner menjadi informasi tentang moral seseorang.

Dalam menyusun spesifikasi instrumen perlu memperhatikan empat hal yaitu: (1) tujuan pengukuran, (2) kisi-kisi instrumen, (3) bentuk dan format instrumen, dan (4) panjang instrumen.

Setelah menetapkan tujuan pengukuran afektif, kegiatan berikutnya adalah menyusun kisi-kisi instrumen. Kisi-kisi (blue-print), merupakan matrik yang berisi spesifikasi instrumen yang akan ditulis. Langkah pertama dalam menentukan kisi-kisi adalah menentukan definisi konseptual yang berasal dari teori-teori yang diambil dari buku teks. Selanjutnya mengembangkan definisi operasional

berdasarkan kompetensi dasar, yaitu kompetensi yang dapat diukur. Definisi operasional ini kemudian dijabarkan menjadi sejumlah indikator. Indikator merupakan pedoman dalam menulis instrumen. Tiap indikator bisa dikembangkan dua atau lebih instrumen.

b. Penulisan instrumen

Penilaian ranah afektif peserta didik dilakukan dengan menggunakan instrumen penilaian afektif sebagai berikut.

1) Instrumen sikap

Definisi konseptual: Sikap merupakan kecenderungan merespon secara konsisten baik menyukai atau tidak menyukai suatu objek. Instrumen sikap bertujuan untuk mengetahui sikap peserta didik terhadap suatu objek, misalnya kegiatan sekolah. Sikap bisa positif atau negatif. Definisi operasional: sikap adalah perasaan positif atau negatif terhadap suatu objek. Objek bisa berupa kegiatan atau mata pelajaran. Cara yang mudah untuk mengetahui sikap peserta didik adalah melalui kuesioner. Pertanyaan tentang sikap meminta responden menunjukkan perasaan yang positif atau negatif terhadap suatu objek, atau suatu kebijakan. Kata-kata yang sering digunakan pada pertanyaan sikap menyatakan arah perasaan seseorang; menerima-menolak, menyenangkan-tidak menyenangkan, baik-buruk, diinginkan-tidak diinginkan.

Tabel 5. Contoh Indikator Sikap dalam Pengembangan Kuesioner

Contoh indikator sikap	Contoh pernyataan untuk kuesioner
<ul style="list-style-type: none"> • Membaca buku IPA • Mempelajari IPA • Melakukan interaksi dengan guru IPA • Mengerjakan tugas IPA • Melakukan diskusi tentang IPA • Memiliki buku IPA 	<ul style="list-style-type: none"> • Saya senang membaca buku IPA • Tidak semua orang harus belajar IPA • Saya jarang bertanya pada guru tentang pelajaran IPA • Saya tidak senang pada tugas pelajaran IPA • Saya berusaha mengerjakan soal-soal IPA sebaik-baiknya • Memiliki buku IPA penting untuk semua peserta didik

2) Instrumen Minat

Instrumen minat bertujuan untuk memperoleh informasi tentang minat peserta didik terhadap suatu mata pelajaran yang selanjutnya digunakan untuk meningkatkan minat peserta didik terhadap mata pelajaran tersebut. Definisi konseptual: Minat adalah keinginan yang tersusun melalui pengalaman yang mendorong individu mencari objek, aktivitas, konsep, dan keterampilan untuk tujuan mendapatkan perhatian atau penguasaan. Definisi operasional: Minat adalah keingintahuan seseorang tentang keadaan suatu objek.

Tabel 6. Contoh Indikator Minat dalam Pengembangan Kuesioner

Contoh indikator Minat	Contoh pernyataan untuk kuesioner:
<ul style="list-style-type: none">• Memiliki catatan pelajaran IPA.• Berusaha memahami IPA• Memiliki buku IPA• Mengikuti pelajaran IPA	<ul style="list-style-type: none">• Catatan pelajaran IPA saya lengkap• Catatan pelajaran IPA saya terdapat coretan-coretan tentang hal-hal yang penting• Saya selalu menyiapkan pertanyaan sebelum mengikuti pelajaran IPA• Saya berusaha memahami mata pelajaran IPA• Saya senang mengerjakan soal IPA.• Saya berusaha selalu hadir pada pelajaran IPA

3) Instrumen konsep diri

Instrumen konsep diri bertujuan untuk mengetahui kekuatan dan kelemahan diri sendiri. Informasi kekuatan dan kelemahan peserta didik digunakan untuk menentukan program yang sebaiknya ditempuh oleh peserta didik. Definisi konsep: konsep diri merupakan persepsi seseorang terhadap dirinya sendiri yang menyangkut keunggulan dan kelemahannya. Definisi operasional konsep diri adalah pernyataan tentang kemampuan diri sendiri yang menyangkut mata pelajaran.

Tabel 7. Contoh Indikator Konsep Diri dalam Pengembangan Kuesioner

Contoh indikator Konsep Diri	Contoh pernyataan untuk kuesioner:
<ul style="list-style-type: none"> • Memilih mata pelajaran yang mudah dipahami • Memiliki kecepatan memahami mata pelajaran • Menunjukkan mata pelajaran yang dirasa sulit • Mengukur kekuatan dan kelemahan fisik 	<ul style="list-style-type: none"> • Saya sulit mengikuti pelajaran IPA • Saya mudah memahami bahasa Inggris • Saya mudah menghafal suatu konsep. • Saya mampu membuat karangan yang baik • Saya merasa sulit mengikuti pelajaran IPA • Saya bisa bermain sepak bola dengan baik • Saya mampu membuat karya seni yang baik • Saya perlu waktu yang lama untuk memahami pelajaran IPA.

4) Instrumen nilai

Nilai merupakan konsep penting dalam pembentukan kompetensi peserta didik. Kegiatan yang disenangi peserta didik di sekolah dipengaruhi oleh nilai (value) peserta didik terhadap kegiatan tersebut. Misalnya, ada peserta didik yang menyukai pelajaran keterampilan dan ada yang tidak, ada yang menyukai pelajaran seni tari dan ada yang tidak. Semua ini dipengaruhi oleh nilai peserta didik, yaitu yang berkaitan dengan penilaian baik dan buruk.

Nilai seseorang pada dasarnya terungkap melalui bagaimana ia berbuat atau keinginan berbuat. Nilai berkaitan dengan keyakinan, sikap dan aktivitas atau tindakan seseorang. Tindakan seseorang terhadap sesuatu merupakan refleksi dari nilai yang dianutnya. Definisi konseptual: Nilai adalah keyakinan terhadap suatu pendapat, kegiatan, atau objek. Definisi operasional nilai adalah keyakinan seseorang tentang keadaan suatu objek atau kegiatan. Misalnya keyakinan akan kemampuan peserta didik dan kinerja guru. Kemungkinan ada yang berkeyakinan bahwa prestasi peserta didik sulit ditingkatkan atau ada yang berkeyakinan bahwa guru sulit melakukan perubahan.

Instrumen nilai bertujuan untuk mengungkap nilai dan keyakinan individu. Informasi yang diperoleh berupa nilai dan keyakinan yang positif dan yang



Kegiatan Pembelajaran 1

negatif. Hal-hal yang positif ditingkatkan sedang yang negatif dikurangi dan akhirnya dihilangkan.

Tabel 8. Contoh Indikator Nilai dalam Pengembangan Kuesioner

Contoh indikator Nilai	Contoh pernyataan untuk kuesioner:
<ul style="list-style-type: none">• Memiliki keyakinan akan peran sekolah• Menyakini keberhasilan peserta didik• Menunjukkan keyakinan atas kemampuan guru.• Mempertahankan keyakinan akan harapan masyarakat	<ul style="list-style-type: none">• Saya berkeyakinan bahwa prestasi belajar peserta didik sulit untuk ditingkatkan.• Saya berkeyakinan bahwa kinerja pendidik sudah maksimal.• Saya berkeyakinan bahwa peserta didik yang ikut bimbingan tes cenderung akan diterima di perguruan tinggi.• Saya berkeyakinan sekolah tidak akan mampu mengubah tingkat kesejahteraan masyarakat.• Saya berkeyakinan bahwa perubahan selalu membawa masalah.• Saya berkeyakinan bahwa hasil yang dicapai peserta didik adalah atas usahanya.

Selain melalui kuesioner ranah afektif peserta didik, sikap, minat, konsep diri, dan nilai dapat digali melalui pengamatan. Pengamatan karakteristik afektif peserta didik dilakukan di tempat dilaksanakannya kegiatan pembelajaran. Untuk mengetahui keadaan ranah afektif peserta didik, perlu ditentukan dulu indikator substansi yang akan diukur, dan pendidik harus mencatat setiap perilaku yang muncul dari peserta didik yang berkaitan dengan indikator tersebut.

5) Instrumen Moral

Instrumen moral bertujuan untuk dapat menilai moral atau persepsi peserta didik terhadap moral.



Tabel 9. Contoh Indikator Moral dalam Pengembangan Kuesioner

Contoh indikator Moral	Contoh pernyataan untuk instrumen moral
<ul style="list-style-type: none"> • Memegang janji • Memiliki kepedulian terhadap orang lain • Menunjukkan komitmen terhadap tugas-tugas • Memiliki Kejujuran 	<ul style="list-style-type: none"> • Bila saya berjanji pada teman, tidak harus menepati. • Bila berjanji kepada orang yang lebih tua, saya berusaha menepatinya. • Bila berjanji pada anak kecil, saya tidak harus menepatinya. • Bila menghadapi kesulitan, saya selalu meminta bantuan orang lain. • Bila ada orang lain yang menghadapi kesulitan, saya berusaha membantu. • Kesulitan orang lain merupakan tanggung jawabnya sendiri. • Bila bertemu teman, saya selalu menyapanya walau ia tidak melihat saya. • Bila bertemu guru, saya selalu memberikan salam, walau ia tidak melihat saya. • Saya selalu bercerita hal yang menyenangkan teman, walau tidak seluruhnya benar. • Bila ada orang yang bercerita, saya tidak selalu mempercayainya.

c. Skala Instrumen Penilaian Sikap

Skala yang sering digunakan dalam instrumen penilaian afektif adalah Skala Thurstone, Skala Likert, dan Skala Beda Semantik.

Tabel 10. Contoh Skala Thurstone: Minat terhadap pelajaran IPA

No	Pernyataan	7	6	5	4	3	2	1
1.	Saya senang belajar IPA							
2.	Pelajaran IPA bermanfaat							
3.	Saya berusaha hadir tiap ada jam pelajaran IPA							
4.	Saya berusaha memiliki buku pelajaran IPA							
5.	Pelajaran IPA membosankan							
6.	Dst.							

Kegiatan Pembelajaran 1

Tabel 11. Contoh skala Likert: Sikap terhadap pelajaran IPA

No	Pernyataan	SS	S	TS	STS
1.	Pelajaran IPA bermanfaat				
2.	Pelajaran IPA sulit				
3.	Tidak semua harus belajar IPA				
4.	Pelajaran IPA harus dibuat mudah				
5.	Sekolah saya menyenangkan				
6.	Dst.				

Keterangan:

SS : Sangat setuju

S : Setuju

TS : Tidak setuju

STS: Sangat tidak setuju

Contoh skala beda Semantik:

Pembelajaran IPA

Kriteria	a	b	c	d	e	f	g	h	Kriteria
Menyenangkan									Membosankan
Sulit									Mudah
Bermanfaat									Sia-sia
Menantang									Menjemukan
Banyak									Sedikit
Dst.									Dst

d. Sistem penskoran

Sistem penskoran yang digunakan tergantung pada skala pengukuran. Apabila digunakan skala Thurstone, maka skor tertinggi untuk tiap butir 7 dan skor terendah 1. Demikian pula untuk instrumen dengan skala beda semantik, tertinggi 7 terendah 1. Untuk skala Likert, pada awalnya skor tertinggi tiap butir 5 dan terendah 1. Dalam pengukuran sering terjadi kecenderungan responden memilih jawaban pada kategori tiga 3 (tiga) untuk skala Likert. Untuk menghindari hal tersebut skala Likert dimodifikasi dengan hanya menggunakan 4

(empat) pilihan, agar jelas sikap atau minat responden. Skor perolehan perlu dianalisis untuk tingkat peserta didik dan tingkat kelas, yaitu dengan mencari rerata (mean) dan simpangan baku skor. Selanjutnya ditafsirkan hasilnya untuk mengetahui minat masing-masing peserta didik dan minat kelas terhadap suatu mata pelajaran.

e. Telaah instrumen

Telaah dilakukan oleh pakar dan atau teman sejawat untuk memberikan masukan dan perbaikan. Kegiatan pada telaah instrumen adalah menelaah apakah: a) butir pertanyaan/ pernyataan sesuai dengan indikator, b) bahasa yang digunakan komunikatif dan menggunakan tata bahasa yang benar, c) butir pernyataan/ pernyataan tidak bias, d) format instrumen menarik untuk dibaca, e) pedoman menjawab atau mengisi instrumen jelas, dan f) jumlah butir dan/ atau panjang kalimat pertanyaan/ pernyataan sudah tepat sehingga tidak menjemukan untuk dibaca/ dijawab.

Langkah pertama dalam menulis suatu pertanyaan/ pernyataan adalah informasi apa yang ingin diperoleh, struktur pertanyaan, dan pemilihan kata-kata. Pertanyaan yang diajukan jangan sampai bias, yaitu mengarahkan jawaban responden pada arah tertentu, positif atau negatif.

Contoh pertanyaan yang bias:

Sebagian besar pendidik setuju semua peserta didik yang menempuh ujian akhir lulus. Apakah saudara setuju bila semua peserta didik yang mengikuti ujian lulus semua?

Contoh pertanyaan yang tidak bias:

Sebagian pendidik setuju bahwa tidak semua peserta didik harus lulus, namun sebagian lain tidak setuju. Apakah saudara setuju bila semua peserta didik yang menempuh ujian akhir lulus semua?

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menggunakan kata-kata untuk suatu kuesioner, yaitu:

- Gunakan kata-kata yang sederhana sesuai dengan tingkat pendidikan responden
- Pertanyaannya jangan samar-samar



Kegiatan Pembelajaran 1

- Hindari pertanyaan yang bias.
- Hindari pertanyaan hipotetikal atau pengandaian.

f. Merakit instrumen

Setelah instrumen diperbaiki selanjutnya instrumen dirakit, yaitu menentukan format tata letak instrumen dan urutan pertanyaan/ Pernyataan. Format instrumen harus dibuat menarik dan tidak terlalu panjang, sehingga responden tertarik untuk membaca dan mengisinya. Setiap sepuluh pertanyaan sebaiknya dipisahkan dengan cara memberi spasi yang lebih, atau diberi batasan garis empat persegi panjang. Urutkan pertanyaan/ pernyataan sesuai dengan tingkat kemudahan dalam menjawab atau mengisinya.

g. Ujicoba instrumen

Setelah dirakit instrumen diujicobakan kepada responden, sesuai dengan tujuan penilaian apakah kepada peserta didik, kepada guru atau orang tua peserta didik. Untuk itu dipilih sampel yang karakteristiknya mewakili populasi yang ingin dinilai. Bila yang ingin dinilai adalah peserta didik SMP, maka sampelnya juga peserta didik SMP. Sampel yang diperlukan minimal 30 peserta didik, bisa berasal dari satu sekolah atau lebih.

Pada saat ujicoba yang perlu dicatat adalah saran-saran dari responden atas kejelasan pedoman pengisian instrumen, kejelasan kalimat yang digunakan, dan waktu yang diperlukan untuk mengisi instrumen. Waktu yang digunakan disarankan bukan waktu saat responden sudah lelah. Perlu diingat bahwa pengisian instrumen penilaian afektif bukan merupakan tes, sehingga walau ada batasan waktu namun tidak terlalu ketat. Agar responden mengisi instrumen dengan akurat sesuai harapan, waktu pengisian instrumen dirancang tidak terlalu lama. Berdasarkan pengalaman, waktu yang diperlukan agar tidak jenuh adalah 30 menit atau kurang.

h. Analisis hasil ujicoba

Analisis hasil ujicoba meliputi variasi jawaban tiap butir pertanyaan/ pernyataan. Jika menggunakan skala instrumen 1 sampai 7, dan jawaban responden bervariasi dari 1 sampai 7, maka butir pertanyaan/ pernyataan pada instrumen ini dapat dikatakan baik. Namun apabila jawabannya hanya pada satu pilihan

jawaban saja, misalnya pada pilihan nomor 3, maka butir instrumen ini tergolong tidak baik. Indikator yang digunakan adalah besarnya daya beda.

i. Perbaikan instrumen

Perbaikan dilakukan terhadap butir-butir pertanyaan/ Pernyataan yang tidak baik, berdasarkan analisis hasil ujicoba. Terkadang berdasarkan hasil telaah, instrumen dinyatakan baik, tetapi hasil ujicoba empirik menunjukkan tidak baik. Berdasarkan uji coba tersebut, butir pertanyaan/ pernyataan instrumen harus diperbaiki yang juga mengakomodasi saran-saran dari responden. Instrumen

j. Pelaksanaan pengukuran

Pelaksanaan pengukuran perlu memperhatikan waktu dan ruangan yang digunakan. Waktu pelaksanaan bukan pada waktu responden sudah lelah. Ruang untuk mengisi instrumen harus memiliki cahaya (penerangan) yang cukup dan sirkulasi udara yang baik. Tempat duduk juga diatur agar responden tidak terganggu satu sama lain. Diusahakan agar responden tidak saling bertanya agar jawaban kuesioner tidak sama atau homogen. Pengisian instrumen dimulai dengan penjelasan tentang tujuan pengisian, manfaat bagi responden, dan pedoman pengisian instrumen.

k. Penafsiran hasil pengukuran

Untuk menafsirkan hasil pengukuran diperlukan suatu kriteria. Kriteria yang digunakan tergantung pada skala dan jumlah butir pertanyaan/ pernyataan yang digunakan. Misalkan digunakan skala Likert yang berisi 10 butir pertanyaan/ pernyataan dengan 4 (empat) pilihan untuk mengukur sikap peserta didik. Skor untuk butir pertanyaan/ pernyataan yang sifatnya positif: Sangat setuju = 4; Setuju = 3; Tidak setuju = 2; Sangat tidak setuju = 1. Sebaliknya untuk pertanyaan/ pernyataan yang bersifat negatif: Sangat setuju = 1; Setuju = 2; Tidak setuju = 3; Sangat tidak setuju = 4

Skor tertinggi untuk instrumen tersebut adalah $10 \text{ butir} \times 4 = 40$, dan skor terendah $10 \text{ butir} \times 1 = 10$. Skor ini dikualifikasikan misalnya menjadi empat kategori sikap atau minat, yaitu sangat tinggi (sangat baik), tinggi (baik), rendah (kurang), dan sangat rendah (sangat kurang). Berdasarkan kategori ini dapat ditentukan minat atau sikap peserta didik. Selanjutnya dapat dicari sikap dan

Kegiatan Pembelajaran 1

minat kelas terhadap mata pelajaran tertentu. Penentuan kategori hasil pengukuran sikap atau minat dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 12. Kategorisasi sikap atau minat peserta didik untuk 10 butir pernyataan, dengan rentang skor 10 – 40.

No.	Skor Peserta Didik	Kategori Sikap/ Minat
1.	Lebih besar dari 35	Sangat tinggi/Sangat baik
2.	28 sampai 35	Tinggi/Baik
3.	28 sampai 35	Rendah/Kurang
4.	Kurang dari 20	Sangat rendah/Sangat kurang

Keterangan Tabel 6 :

1. Skor batas bawah kategori sangat tinggi atau sangat baik adalah: $0,80 \times 40 = 36$, dan batas atasnya 40.
2. Skor batas bawah pada kategori tinggi atau baik adalah: $0,70 \times 40 = 28$, dan skor batas atasnya adalah 35.
3. Skor batas bawah pada kategori rendah atau kurang adalah: $0,50 \times 40 = 20$, dan skor batas atasnya adalah 27.
4. Skor yang tergolong pada kategori sangat rendah atau sangat kurang adalah kurang dari 20.

Tabel 13. Kategorisasi Sikap Atau Minat Kelas

No.	Skor Rata – Rata Kelas	Kategori Sikap/ Minat
1.	Lebih besar dari 35	Sangat tinggi/Sangat baik
2.	28 sampai 35	Tinggi/Baik
3.	28 sampai 35	Rendah/Kurang
4.	Kurang dari 20	Sangat rendah/Sangat kurang

Keterangan:

1. Rata-rata skor kelas: jumlah skor semua peserta didik dibagi jumlah peserta didik di kelas ybs.
2. Skor batas bawah kategori sangat tinggi atau sangat baik adalah: $0,80 \times 40 = 36$, dan batas atasnya 40.

3. Skor batas bawah pada kategori tinggi atau baik adalah: $0,70 \times 40 = 28$, dan skor batas atasnya adalah 35.
4. Skor batas bawah pada kategori rendah atau kurang adalah: $0,50 \times 40 = 20$, dan skor batas atasnya adalah 27.
5. Skor yang tergolong pada kategori sangat rendah atau sangat kurang adalah kurang dari 20.

Pada Tabel 12 dapat diketahui minat atau sikap tiap peserta didik terhadap tiap mata pelajaran. Bila sikap peserta didik tergolong rendah, maka peserta didik harus berusaha meningkatkan sikap dan minatnya dengan bimbingan pendidik. Sedang bila sikap atau minat peserta didik tergolong tinggi, peserta didik harus berusaha mempertahankannya.

Tabel 13 menunjukkan minat atau sikap kelas terhadap suatu mata pelajaran. Dalam pengukuran sikap atau minat kelas diperlukan informasi tentang minat atau sikap setiap peserta didik terhadap suatu objek, seperti mata pelajaran. Hasil pengukuran minat kelas untuk semua mata pelajaran berguna untuk membuat profil minat kelas. Jadi satuan pendidikan akan memiliki peta minat kelas dan selanjutnya dikaitkan dengan profil prestasi belajar. Umumnya peserta didik yang berminat pada mata pelajaran tertentu prestasi belajarnya untuk mata pelajaran tersebut baik.

Penilaian ranah afektif peserta didik selain menggunakan kuesioner juga bisa dilakukan melalui observasi atau pengamatan. Prosedur pengembangan instrumennya sama seperti mengembangkan kuesioner, yaitu dimulai dengan penentuan definisi konseptual dan definisi operasional. Definisi konseptual kemudian diturunkan menjadi sejumlah indikator. Indikator ini menjadi isi pedoman observasi. Misalnya indikator peserta didik berminat pada mata pelajaran IPA adalah kehadiran di kelas, kerajinan dalam mengerjakan tugas-tugas, banyaknya bertanya, kerapian dan kelengkapan catatan. Hasil observasi akan melengkapi informasi dari hasil kuesioner. Dengan demikian informasi yang diperoleh akan lebih akurat, sehingga kebijakan yang ditempuh akan lebih tepat.

3. Pengembangan Instrumen Penilaian Ranah Keterampilan

Penilaian keterampilan adalah penilaian yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan siswa dalam menerapkan pengetahuan untuk melakukan tugas tertentu di dalam berbagai macam konteks sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi. Penilaian keterampilan dapat dilakukan dengan berbagai teknik, antara lain penilaian kinerja, penilaian proyek, dan penilaian portofolio. Teknik penilaian keterampilan yang digunakan dipilih sesuai dengan karakteristik KD pada KI-4.

Penilaian hasil belajar aspek keterampilan mencakup: (1) kemampuan menggunakan alat dan sikap kerja, (2) kemampuan menganalisis suatu pekerjaan dan menyusun urutan pengerjaan, (3) kecepatan mengerjakan tugas, (4) kemampuan membaca gambar dan atau simbol, (5) keserasian bentuk dengan yang diharapkan dan atau ukuran yang telah ditentukan.

Dari penjelasan di atas dapat dirangkum bahwa dalam penilaian hasil belajar keterampilan harus mencakup persiapan, proses, dan produk. Penilaian dapat dilakukan pada saat proses berlangsung, yaitu pada waktu peserta didik melakukan praktik, atau sesudah proses berlangsung dengan cara mengetes peserta didik. Penilaian tersebut dapat berupa penilaian kinerja, proyek, dan portofolio.

a. Penilaian Kinerja

Penilaian keterampilan menggunakan unjuk kerja dilakukan dengan sesungguhnya dan tujuannya untuk mengetahui apakah peserta didik sudah menguasai/terampil, misalnya dalam melakukan praktik membuat larutan. Penilaian kinerja dapat diperoleh dengan observasi langsung ketika peserta didik melakukan kegiatan pembelajaran. Lembar observasi dapat menggunakan daftar cek (*check-list*) ataupun skala penilaian (*rating scale*). Komponen keterampilan yang diukur dapat menggunakan alat ukur berupa skala penilaian terentang dari sangat baik, baik, kurang, kurang, dan tidak baik.

Langkah-langkah umum penilaian kinerja adalah:

- 1) menyusun kisi-kisi;
- 2) mengembangkan/menyusun tugas yang dilengkapi dengan langkah-langkah, bahan, dan alat;
- 3) menyusun rubrik penskoran dengan memperhatikan aspek-aspek yang perlu dinilai;
- 4) melaksanakan penilaian dengan mengamati siswa selama proses penyelesaian tugas dan/atau menilai produk akhirnya berdasarkan rubrik;
- 5) mengolah hasil penilaian dan melakukan tindak lanjut.

Tabel 14. Contoh Kisi-kisi Penilaian Kinerja

Nama Sekolah : SMP Jaya Bangsaku
 Kelas/Semester : VII/Semester I
 Tahun pelajaran : 2016/2017
 Mata Pelajaran : Ilmu Pengetahuan Alam

No	Kompetensi Dasar	Materi	Indikator	Teknik Penilaian
1.	Melakukan penyelidikan untuk menentukan sifat larutan yang ada di lingkungan sekitar menggunakan indikator buatan maupun alami.	Larutan asam dan basa	Siswa dapat mengelompokkan berbagai larutan berdasarkan uji asam basa menggunakan indikator alami dan buatan	Penilaian Kinerja

Contoh tugas penilaian kinerja:

- a. Lakukanlah uji asam basa terhadap delapan bahan yang tersedia!
- b. Ikuti langkah-langkah percobaan sesuai prosedur!

Kegiatan Pembelajaran 1

Tabel 15. Contoh Rubrik Penskoran Penilaian Kinerja

No	Aspek yang Dinilai	Skor				
		0	1	2	3	4
1.	Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.					
2.	Melakukan uji asam/basa.					
3.	Melaporkan hasil praktikum					
Jumlah						
Skor Maksimum						

Anda dapat menetapkan bobot penskoran yang berbeda-beda antara aspek satu dan lainnya yang dinilai dengan memperhatikan karakteristik KD atau keterampilan yang dinilai. Pada contoh di atas, keterampilan proses (penyiapan bahan dan alat + pelaksanaan uji asam/basa) diberi bobot lebih tinggi dibandingkan produknya (laporan).

Tabel 16. Contoh Rubrik Penilaian Kinerja

No.	Kegiatan	Rubrik
1.	Menyiapkan alat dan bahan	<p>2 = Menyiapkan <i>seluruh</i> alat dan bahan yang diperlukan.</p> <p>1 = Menyiapkan <i>sebagian</i> alat dan bahan yang diperlukan.</p> <p>0 = Tidak menyiapkan alat bahan</p>
2.	Melakukan uji asam/basa	<p>4 = Melakukan empat langkah kerja dengan tepat.</p> <p>3 = Melakukan tiga langkah kerja dengan tepat.</p> <p>2 = Melakukan dua langkah kerja dengan tepat.</p> <p>1 = Melakukan satu langkah kerja dengan tepat.</p> <p>0 = Tidak melakukan langkah kerja.</p> <p>Langkah kerja:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengambil larutan uji yang akan ditentukan jenis asam/basanya dengan pipet 2. Meneteskan larutan pada kertas lakmus yang ditaruh di atas pelat tetes 3. Mengamati perubahan warna pada larutan atau kertas lakmus 4. Mencatat perubahan warna pada larutan atau kertas lakmus
3	Membuat laporan	<p>3 = Memenuhi 3 kriteria</p> <p>2 = Memenuhi 2 kriteria</p> <p>1 = Memenuhi 1 kriteria</p>

No.	Kegiatan	Rubrik
		0 = Tidak memenuhi kriteria Kriteria laporan: 1. Memenuhi sistematika laporan (judul, tujuan, alat dan bahan, prosedur, data pengamatan, pembahasan, kesimpulan) 2. Data, pembahasan, dan kesimpulan benar 3. Komunikatif

Tabel 17. Contoh Penilaian Keterampilan Bentuk Proporsi

Topik	: Pecernaan Makanan
KD	: 3.5. Menganalisis sistem pencernaan pada manusia dan memahami gangguan yang berhubungan dengan sistem pencernaan, serta upaya menjaga kesehatan sistem pencernaan 4.5. Menyajikan hasil penyelidikan tentang pencernaan mekanis dan kimiawi
Indikator	: Mengidentifikasi proses pencernaan mekanis dan kimiawi melalui kegiatan praktikum

Lembar Pengamatan

Topik:

Kelas:

No	Nama	Persiapan Percobaan	Pelaksanaan Percobaan	Kegiatan Akhir Percobaan	Jumlah Skor
1.				
2.					

Rubrik

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
1	Persiapan Percobaan (Menyiapkan alat Bahan)	30	<ul style="list-style-type: none"> • Alat-alat tertata rapih sesuai dengan keperluannya • Rangkaian alat percobaan tersusun dengan benar dan tepat • Bahan-bahan tersedia di gelas kimia dengan konsentrasi yang sudah ditentukan.
		20	Ada 3 aspek yang tersedia

Kegiatan Pembelajaran 1

No	Keterampilan yang dinilai	Skor	Rubrik
		10	Ada 2 aspek yang tersedia
2	Pelaksanaan Percobaan	30	<ul style="list-style-type: none"> • Memilih jenis makanan dengan tepat • Menyusun set alat dengan baik. • Meletakkan set alat dengan baik. • Mengamati hasil percobaan dengan tepat
		20	Ada 3 aspek yang tersedia
		10	Ada 2 aspek tang tersedia
3	Kegiatan akhir praktikum	30	<ul style="list-style-type: none"> • Membuang bahan sisa dan sampah ketempatnya • Membersihkan alat dengan baik • Membersihkan meja praktikum • Mengembalikan alat ke tempat semula
		20	Ada 3 aspek yang tersedia
		10	Ada 2 aspek tang tersedia

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran dalam mempelajari modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Bagi Guru IPA KK G adalah melalui diskusi kelompok secara kolaboratif, dan pengerjaan tugas secara mandiri. Anda dapat mempelajari kegiatan non eksperimen yang dalam modul ini disajikan dalam bentuk lembar kegiatan. Untuk lebih memperkuat pemahaman konsep, Anda juga bisa mengerjakan tugas secara mandiri dan kreatif yang berkaitan dengan materi Pengembangan Instrumen Penilaian Pembelajaran.

1. Diskusi Materi

Dalam aktivitas diskusi materi ini, Anda diminta secara mandiri untuk mengerjakan tugas membaca dengan teliti dan merangkumnya. Selanjutnya, secara kolaboratif diskusikanlah hasil pekerjaan Anda dengan rekan-rekan lainnya.

LK. G.01. Diskusi Materi Pengembangan Instrumen Penilaian Pembelajaran.

Tujuan : Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu mengidentifikasi konsep-konsep penting topik Pengembangan Instrumen Penilaian Pembelajaran.

Langkah Kegiatan :

- a. Pelajarilah topik Pengembangan Instrumen Penilaian Pembelajaran dari bahan bacaan pada modul ini, dan bahan bacaan lainnya!
- b. Diskusikan secara kelompok untuk mengidentifikasi konsep-konsep penting yang ada pada topik tersebut!
- c. Buatlah rangkuman materi tersebut dalam bentuk peta pikiran (*mind map*)!
- d. Presentasikanlah hasil diskusi kelompok Anda!
- e. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!



Kegiatan Pembelajaran 1

2. Aktivitas Praktik

Berikut ini merupakan lembar kegiatan praktikum mengembangkan instrumen penilaian pengetahuan, sikap, dan keterampilan.

LK.G.02. Perancangan Instrumen Penilaian dalam Pembelajaran IPA

Tujuan Kegiatan : Melalui kegiatan ini diharapkan peserta mampu merancang instrumen penilaian sikap, pengetahuan, dan keterampilan dalam pembelajaran IPA.

Langkah Kegiatan :

1. Cermati contoh-contoh pengembangan instrumen penilaian kompetensi sikap, pengetahuan, dan keterampilan serta lembar kerja perancangan instrumen penilaian, diskusikan dalam kelompok!
2. Pilihlah satu subtopik/submateri/subtema untuk dari satu KD, sebaiknya dipilih sesuai dengan subtopik/submateri/subtema yang telah dibahas oleh kelompok Anda sebelumnya!
3. Rancanglah contoh instrumen penilaian sikap, pengetahuan, dan keterampilan pada format untuk masing-masing bentuk penilaian!
4. Presentasikan hasil kerja kelompok Anda!
5. Perbaiki rancangan instrumen penilaian jika ada saran atau usulan perbaikan!

**a. Instrumen Penilaian Kompetensi Sikap****1) Penilaian Kompetensi Sikap Melalui Observasi****Penilaian Sikap Kegiatan Praktikum/Diskusi**

Mata Pelajaran	:	_____
Kelas/Semester	:	_____
Kompetensi Dasar	:	_____
Topik/Subtopik	:	_____
Indikator Pencapaian Kompetensi	:	_____

Instrumen:

2) Penilaian Sikap melalui Penilaian Diri

Mata Pelajaran	:	_____
Kelas/Semester	:	_____
Kompetensi Dasar	:	_____
Topik/Subtopik	:	_____
Indikator Pencapaian Kompetensi	:	_____

Instrumen:

3) Penilaian Antar Peserta Didik

Mata Pelajaran	:	_____
Kelas/Semester	:	_____
Kompetensi Dasar	:	_____
Topik/Subtopik	:	_____

Instrumen:





Kegiatan Pembelajaran 1

b. Instrumen Penilaian Kompetensi Pengetahuan

1) Tes Tulis

a) Soal Pilihan Ganda

Mata Pelajaran	:	_____
Kelas/Semester	:	_____
Kompetensi Dasar	:	_____
Topik/Subtopik	:	_____
Indikator Pencapaian Kompetensi	:	_____

Instrumen

b) Soal Uraian

Mata Pelajaran	:	_____
Kelas/Semester	:	_____
Kompetensi Dasar	:	_____
Topik/Subtopik	:	_____
Indikator Pencapaian Kompetensi	:	_____

Instrumen





c) Observasi Terhadap Diskusi/ Tanya Jawab

Mata Pelajaran	:	_____
Kelas/Semester	:	_____
Kompetensi Dasar	:	_____
Topik/Subtopik	:	_____
Indikator Pencapaian Kompetensi	:	_____

Instrumen

d) Penugasan

Mata Pelajaran	:	_____
Kelas/Semester	:	_____
Kompetensi Dasar	:	_____
Topik/Subtopik	:	_____
Indikator Pencapaian Kompetensi	:	_____

Instrumen

c. Instrumen Penilaian Kompetensi Keterampilan

1) Penilaian Praktik

Mata Pelajaran	:	_____
Kelas/Semester	:	_____
Kompetensi Dasar	:	_____
Topik/Subtopik	:	_____
Indikator Pencapaian Kompetensi	:	_____

Instrumen





Kegiatan Pembelajaran 1

2) Penilaian Proyek

Mata Pelajaran	:	_____
Kelas/Semester	:	_____
Kompetensi Dasar	:	_____
Topik/Subtopik	:	_____
Indikator Pencapaian Kompetensi	:	_____

Instrumen

3) Penilaian Produk

Mata Pelajaran	:	_____
Kelas/Semester	:	_____
Kompetensi Dasar	:	_____
Topik/Subtopik	:	_____
Indikator Pencapaian Kompetensi	:	_____

Instrumen:

4) Penilaian Portofolio

Mata Pelajaran	:	_____
Kelas/Semester	:	_____
Kompetensi Dasar	:	_____
Topik/Subtopik	:	_____

Instrumen



E. Latihan / Kasus /Tugas

Latihan/Kasus/Tugas terdiri atas lima buah soal pilihan ganda.

Kerjakanlah soal secara mandiri dan teliti dengan cara memilih salah satu pilihan jawaban yang paling tepat!

- Berikut ini indikator soal topik sistem pencernaan makanan.

“Mendeskripsikan proses pencernaan kimia pada manusia”

Manakah butir soal uraian yang sesuai untuk indikator tersebut?

- Sebutkan tiga contoh makanan yang setelah dikunyah sekitar 1 menit menunjukkan hasil positif pada saat uji glukosa!
 - Jelaskan alasan nasi yang telah dikunyah selama 1 menit menunjukkan hasil positif pada saat uji glukosa!
 - Kelompokkanlah jenis-jenis makanan yang setelah dikunyah sekitar 1 menit menunjukkan hasil positif pada saat uji glukosa!
 - Adakah perbedaan hasil uji glukosa pada nasi dan putih telur yang telah dikunyah selama 1 menit?
- Berikut ini pasangan indikator dan contoh soal uraian yang dibuat guru IPA.

Indikator	Butir Soal
Menjelaskan proses pencernaan makanan secara mekanik dan kimiawi pada sistem organ pencernaan	Kenapa putih telur yang setelah dikunyah menunjukkan hasil negatif terhadap uji glukosa?

Butir soal dianggap tidak memenuhi kaidah yang baik karena

- soal yang dibuat tidak memenuhi aspek konten
- terdapat kata tidak baku pada soal yang dibuat
- materi yang ditanyakan tidak tepat untuk siswa SMP
- bahasa yang digunakang tidak komunikatif

Kegiatan Pembelajaran 1

3. Berikut contoh instrumen penilaian diri yang dibuat guru IPA.

No.	Kriteria	Respons	
		Ya	Tidak
2	Saya selalu bertanggung jawab dan disiplin dalam menyelesaikan tugas		

Pernyataan yang tepat tentang kalimat pada kriteria penilaian adalah

- A. pernyataan yang digunakan terlalu panjang
 - B. menggiring ke respons yang diinginkan
 - C. pernyataan melenceng dari tujuan penilaian
 - D. kalimat Mengandung respons ganda
4. Perhatikan daftar perilaku berikut ini.

- 1. Berdo'a sebelum belajar,
- 2. mengucapkan syukur kepada Tuhan,
- 3. melaksanakan shalat tepat waktu,
- 4. berterimakasih atas pertolongan saudara,
- 5. meminta maaf jika bersalah,
- 6. menjaga perasaan teman,
- 7. menghargai pendapat teman,
- 8. toleransi menjalankan ibadah

Pengelompokkan perilaku aspek sikap sosial dan spiritual yang dapat diamati yang dapat dijadikan catatan untuk jurnal adalah

	Sikap Sipritual	Sikap Sosial
A.	1, 2, 3, 4	5, 6, 7, 8
B.	1, 3, 5, 7	2, 4, 6, 8
C.	1, 3, 6, 7	2,4, 5, 8
D.	1, 2, 3, 8	4, 5, 6, 7

5. Berikut ini aktivitas yang dilakukan siswa.
1. Menyiapkan bahan dengan tepat
 2. Menuangkan larutan ke keping tes
 3. Membakar bahan dengan tepat
 4. Menuangkan larutan indikator ke bahan
 5. Mengamati persamaan reaksi kimia
 6. Mengamati hasil reaksi bahan dan indikator

Berikut ini indikator pembelajaran IPA SMP.

“Mengidentifikasi proses pencernaan mekanis dan kimiawi melalui kegiatan praktikum”

Daftar aktivitas yang tepat pada saat praktikum yang dapat digunakan untuk pedoman observasi mengukur indikator tersebut adalah

- A. 1, 2, 3, dan 4
- B. 1, 2, 4, dan 6
- C. 1, 3, 4, dan 6
- D. 1, 2, 4, dan 5

F. Rangkuman

Langkah-langkah dalam mengembangkan instrumen : (1) menentukan tujuan tes, (2) menentukan kompetensi yang akan diujikan, (3) menentukan materi yang diujikan, (4) menetapkan penyebaran butir soal berdasarkan kompetensi, materi, dan bentuk penilaiannya, (5) menyusun kisi-kisinya, (6) menulis butir soal, (7) memvalidasi butir soal atau menelaah secara kualitatif, (8) merakit soal menjadi perangkat tes, (9) menyusun pedoman penskorannya (10) uji coba butir soal, (11) analisis butir soal secara kuantitatif dari data empirik hasil uji coba, dan (12) perbaikan soal berdasarkan hasil analisis.

Setiap butir soal yang ditulis harus berdasarkan rumusan indikator soal yang sudah disusun dalam kisi-kisi dan berdasarkan kaidah penulisan soal bentuk obyektif dan kaidah penulisan soal uraian.

Langkah dalam mengembangkan instrumen penilaian afektif, yaitu (1) menentukan spesifikasi instrumen; (2) menulis instrumen; (3) menentukan skala instrumen; (4) menentukan pedoman penskoran; (5) menelaah instrumen; (6)



Kegiatan Pembelajaran 1

merakit instrumen; (7) melakukan ujicoba; (8) menganalisis hasil ujicoba; (9) memperbaiki instrumen; (10) melaksanakan pengukuran; (11) menafsirkan hasil pengukuran.

Hasil belajar keterampilan dapat diukur mencakup (1) kemampuan menggunakan alat dan sikap kerja; (2) kemampuan menganalisis suatu pekerjaan dan menyusun urutan pengerjaan; (3) kecepatan mengerjakan tugas; (4) kemampuan membaca gambar dan atau simbol; (5) keserasian bentuk dengan yang diharapkan dan atau ukuran yang telah ditentukan.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah Anda mempelajari modul dan mengikuti kegiatan pembelajaran tentang Pengembangan Instrumen Penilaian Pembelajaran Kelompok Kompetensi G, Anda dapat mengevaluasi diri dengan cara menganalisis kemampuan Anda dalam menyelesaikan soal latihan. Jika Anda dapat mengerjakan soal latihan dengan benar di atas 75%, maka Anda dapat melanjutkan ke materi berikutnya. Tetapi jika di bawah 75% silahkan Anda pelajari ulang materi ini dengan menambah referensi lain untuk pelajari dan berdiskusi untuk memperdalam materi.

H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus

1. B
2. B
3. D
4. D
5. B

Penutup

Demikian telah kami susun Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Kelompok Kompetensi G (Pedagogi) untuk guru IPA SMP. Modul ini diharapkan dapat membantu Anda meningkatkan pemahaman terhadap materi Pengembangan Instrumen Penilaian Pembelajaran. Selanjutnya pemahaman ini dapat Anda implementasikan dalam pelaksanaan penilaian dalam pembelajaran IPA di sekolah masing-masing demi tercapainya pembelajaran yang berkualitas.

Materi yang disajikan dalam modul ini tidak terlalu sulit untuk dipelajari sehingga mudah dipahami. Modul ini berisikan konsep-konsep inti dan petunjuk-petunjuk praktis dalam pengembangan instrumen penilaian dengan bahasa yang mudah dipahami. Anda dapat mempelajari materi dan berlatih melalui berbagai aktivitas, tugas, latihan, dan soal-soal yang telah disajikan. Selanjutnya, Anda perlu terus memiliki semangat membaca bahan-bahan yang lain untuk memperluas wawasan tentang penyusunan instrumen penilaian.

Bagi Anda yang menggunakan modul ini dalam pelaksanaan moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*), Anda masih perlu menyelesaikan beberapa kegiatan pembelajaran secara mandiri ataupun kolaboratif bersama rekan guru di sekolah masing-masing (*on the job learning*). Adapun pembelajaran mandiri yang perlu Anda lakukan adalah **LK.G.01 Diskusi Materi Topik Pengembangan Instrumen Penilaian Pembelajaran; LK.G.02 Perancangan Instrumen Penilaian Dalam Pembelajaran IPA**, dan latihan soal pilihan ganda. Produk pembelajaran yang telah Anda hasilkan selama *on the job learning* akan menjadi tagihan yang akan dipresentasikan dan dikonfirmasi pada kegiatan tatap muka kedua (*in-2*)



Penutup

Akhirnya, tak ada gading yang tak retak, begitu pula dengan modul ini yang masih perlu terus kami perbaiki untuk mencapai taraf kualitas yang lebih baik lagi. Oleh karena itu, kami menunggu dan mengharapkan saran-saran yang konstruktif dan membangun untuk perbaikan modul ini lebih lanjut. Sekian dan terima kasih, semoga semua pengguna modul meraih kesuksesan, dan selalu mendapat ridho-Nya.





Evaluasi

A. Silahkan kerjakan soal-soal berikut secara mandiri. Pilihlah dengan cermat salah satu Jawaban yang menurut Anda paling tepat!

1. Berikut ini beberapa kriteria dalam menilai keterampilan siswa
 1. menentukan berat tanaman dengan alat ukur berat
 2. Mengukur diameter batang tanaman dengan meteran pita
 3. mengamati tekstur daun dengan kaca pembesar
 4. menentukan tekstur batang dengan merabanya langsung
 5. mengukur lebar daun dengan jangka sorong

Guru berencana membuat instrumen observasi untuk menilai keterampilan siswa pada kegiatan praktik klasifikasi pohon yang ada di lingkungan sekolah. Kriteria yang tepat dapat digunakan oleh guru di dalam instrumennya adalah

- A. 1, 2, 3
 - B. 2, 3, 4
 - C. 1, 3, 5
 - D. 2, 3, 5
-
2. Berikut ini beberapa aspek yang dapat digunakan dalam penilaian keterampilan.
 1. Menimbang bahan menggunakan neraca dengan tepat
 2. Menuangkan pelarut ke dalam tabung dengan baik
 3. Mengukur tinggi larutan di dalam tabung dengan tepat
 4. Mencampurkan zat terlarut dan pelarut dengan baik
 5. Mencatat data volume awal dan volume akhir larutan dengan tepat





Evaluasi

Pak Ridwan akan membuat instrumen penilaian Keterampilan siswa pada saat membuat larutan gula 10%. Aspek-aspek keterampilan yang dapat digunakan dalam instrumen yang di buat oleh Pak Ridwan adalah

- A. 1, 3, 5
- B. 1, 2, 4
- C. 2, 3, 4
- D. 2, 3, 5

3. Berikut ini beberapa aspek yang dapat digunakan dalam penilaian keterampilan.

1. Membawa mikroskop pada tangkai dan alasnya
2. Meletakkan mikroskop dengan cermin tidak mengarah langsung ke matahari
3. Menaruh preparat pada meja benda dan menguncinya
4. Menghisap kelebihan air pada preparat
5. Meneteskan minyak imersi pada preparat
6. Mengamati dengan perbesaran lemah dulu
7. Menjaga kebersihan mikroskop dan tempatnya
8. Menaruh kembali mikroskop dalam posisi tegak

Kriteria penilaian keterampilan menggunakan mikroskop yang dapat digunakan guru IPA pada saat menilai siswa mengamati struktur batang jagung melalui preparat awetan adalah

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

4. Berikut ini beberapa kesalahan yang dapat terjadi dalam membuat instrumen tes uraian.

1. Kalimat pertanyaan terlalu singkat
2. Batasan jawaban tidak jelas
3. Subjek pertanyaan tidak jelas
4. Bahasa Indonesia yang digunakan tidak baku
5. Pertanyaan mengarah ke jawaban benar

Di bawah ini salah satu contoh instrumen yang salah.

Jelaskan dampak pencemaran bagi manusia?

Kesalahan pada instrumen tersebut adalah

- A. 1 dan 2
- B. 2 dan 3
- C. 3 dan 4
- D. 4 dan 5

5. Berikut ini contoh instrumen tes yang dibuat oleh Ibu Ani.

Sebuah benda terbuat dari besi didorong dengan gaya 5 N sehingga berpindah sejauh 50 cm. Berapakan energi yang digunakan untuk memindahkan benda tersebut?

Instrumen yang dibuat Ibu Ani tidak memenuhi kaidah yang baik karena

- A. subjek pertanyaan tidak jelas
- B. petunjuk penyelesaian soal tidak lengkap
- C. kalimatnya susah dimengerti
- D. dapat memunculkan banyak jawaban



Evaluasi

6. Berikut ini contoh instrumen pilihan ganda yang salah.

Generator listrik di Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA) Sigura-gura digerakkan oleh

- tenaga air
- tenaga uap panas
- tenaga gas bumi
- tenaga solar

Kesalahan pada instrumen tersebut adalah

- subjek pertanyaan tidak jelas
- bahasa Indonesia yang digunakan tidak baku
- pertanyaan mengarah ke jawaban benar
- pilihan Jawaban tidak homogeny

7. Berikut ini beberapa indikator sikap.

- Melibatkan diri secara aktif dalam praktikum di kelompoknya
- Melakukan tugas sesuai kesepakatan kelompok
- Menerima kekurangan teman kelompoknya pada saat praktik
- Membantu teman kelompoknya tanpa diminta
- Mendorong temannya untuk mencapai tujuan kelompok
- Menerima koreksi dari teman kelompok

Indikator yang dapat digunakan Pak Wahid ketika akan menyusun instrumen sikap kerjasama siswa pada saat praktikum adalah

- 1, 2, 3, 4
- 1, 2, 4, 5
- 2, 3, 4, 5
- 2, 4, 5, 6

8. Indikator-indikator sikap peduli lingkungan yang dapat digunakan dalam instrumen untuk menilai siswa pada saat praktik kerja di laboratorium adalah
- menggunakan bahan praktik dengan tepat ; memilah sampah pada saat membuangnya; menggunakan air dengan bijaksana; membuang limbah cairan ke bak cuci
 - menggunakan bahan praktik seperlunya; memilah sampah pada saat membuangnya; menyimpan bahan pada tempat yang tepat; menuangkan larutan dengan tepat
 - menggunakan bahan praktik dengan cermat; menggunakan air dengan bijaksana ; menuangkan larutan dengan cermat; membuang limbah cairan ke bak cuci
 - menggunakan bahan praktik dengan seperlunya; memilah sampah pada saat membuangnya; menggunakan air dengan bijaksana; membuang limbah cairan ke penampungan
9. Berikut ini contoh pernyataan pada kuesioner sikap untuk siswa SMP.

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban			
		SS	S	KS	S
1.	.....			
2.	Saya selalu menyelesaikan tugas dengan baik dan tepat waktu				
3.					
4.					

Contoh tersebut merupakan pernyataan yang kurang baik karena

- bahasa tidak disesuaikan dengan kemampuan responden
- kalimat yang disampaikan memiliki respons ganda
- pernyataan menggiring ke arah respons yang diinginkan
- pernyataan tidak berkaitan dengan tujuan penilaian



Evaluasi

10. Pak Zaenal akan membuat instrument tes untuk mengetahui pencapaian indikator berikut ini.

“Mengelompokkan tumbuhan yang terdapat di lingkungan tempat tinggal”

Pertanyaan untuk tes isian yang tepat adalah

- A. Jelaskan cara pengelompokkan tumbuhan yang ada di lingkungan rumahmu.
- B. Kelompokkanlah jenis-jenis tumbuhan yang ada di lingkungan rumahmu.
- C. Sebutkan kelompok jenis-jenis tumbuhan yang ada di lingkungan rumahmu.
- D. Sebutkan kelompok tumbuhan yang bermanfaat di lingkungan rumahmu.





Glosarium

Indikator Pencapaian Kompetensi	:	<ul style="list-style-type: none">- perilaku yang dapat diukur dan/atau diobservasi untuk kompetensi dasar (KD) pada kompetensi inti (KI)-3 dan KI-4;- perilaku yang dapat diobservasi untuk disimpulkan sebagai pemenuhan KD pada KI-1 dan KI-2, yang kedua-duanya menjadi acuan penilaian mata pelajaran.
Kompetensi Dasar	:	kemampuan dan muatan pembelajaran untuk suatu mata pelajaran pada Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah yang mengacu pada Kompetensi Inti.
Kompetensi Inti	:	merupakan tingkat kemampuan untuk mencapai Standar Kompetensi Lulusan yang harus dimiliki seorang peserta didik Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah pada setiap tingkat kelas.
Kurikulum	:	seperangkat rencana dan pengaturan mengenai tujuan, isi, dan bahan pelajaran serta cara yang digunakan sebagai pedoman penyelenggaraan kegiatan pembelajaran untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu
Penilaian	:	proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk mengukur pencapaian hasil belajar peserta didik.
Prinsip	:	suatu pernyataan fundamental atau kebenaran umum maupun individual yang dijadikan oleh seseorang /kelompok sebagai sebuah pedoman untuk berpikir atau bertindak
Portofolio	:	kumpulan karya-karya peserta didik dalam bidang tertentu yang diorganisasikan untuk mengetahui minat, perkembangan, prestasi, dan/atau kreativitas peserta didik dalam kurun waktu tertentu.



Daftar Pustaka

- Arifin, Z. (2014). *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung; PT. Remaja Rosdakarya
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur penelitian : Suatu Pendekatan Praktik* (Edisi Revisi). Jakarta : Rineka Cipta
- Bernie, T & Charles, F. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. John Wiley & Sons.
- Binkley, Marilyn et al. (2012). *Defining Twenty-First Century Skills*. Dalam Griffin, P., Care, E., & McGaw, B (eds), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp.17-66). London: Springer.
- BNSP. (2006). *Standar Kompetensi Mata pelajaran IPA untuk SD/MI*, Jakarta: BNSP.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2007. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2007 Tentang Standar Penilaian Pendidikan.
- Departemen Pendidikan Nasional: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah. (2004). *Pedoman Pengembangan Portofolio untuk Penilaian*. Direktorat Pendidikan Menengah Umum.
- Direktorat Pembinaan Sekolah Dasar. (2016). *Panduan Penilaian untuk Sekolah Dasar*. Jakarta; Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas. (2015). *Panduan Penilaian untuk Sekolah Menengah Atas*. Jakarta; Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Pertama. (2015). *Panduan Penilaian untuk Sekolah Menengah Pertama*. Jakarta; Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Hidayat, W.. (2007). *Penilaian Kinerja Berupa Produk Dari Kegiatan Field Trip Model Pengelompokan Wheeler & Dunleavy*, Bandung, Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA – UPI



Daftar Pustaka

- Kemdikbud. (2016). *Permendikbud No. 23 Tahun 2016 tentang Standar Penilaian Pendidikan*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Krathwohl, D. R. (2002). *A Revision of Bloom's Taxonomy. (PDF) in Theory into Practice. V 41. #4. Autumn, 2002*. Ohio State University. Retrieved
- Majid, A. (2014). *Penilaian Autentik Proses dan hasil Belajar*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Mardapi, Dj. & Ghofur, A, (2004). *Pedoman Umum Pengembangan Penilaian. Kurikulum Berbasis Kompetensi SMA*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Umum.
- Marzano, R.J. et al. (1994). *Assessing Student Outcomes: Performance Assessment Using the Dimension of Learning Model*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Poerwanti, E. (2012). *Standar Penilaian Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP)*. Diunduh dari <http://staff.unila.ac.id/ngadimunhd/files/2012/03/2-Standar-Penilaian-Sesuai-BSNP.pdf>.
- Pusat Penelitian Pendidikan. (2016). *Panduan Penulisan Soal*. Jakarta; Balitbang Kemdikbud
- Rantawulan, A. (2015). *Pengertian dan Esensi Konsep Evaluasi, Assesment, Tes, dan Pengukuran*, diunduh dari http://file.upi.edu/Direktori/SPS/PRODI.PENDIDIKAN_IPA/197404171999032-ANA_RATNAWULAN/pengertian_asesmen.pdf.
- Ratnawulan, A,. (2008). *Penilaian Proses dan Hasil Pembelajaran Biologi (Materi Perkuliahan Evaluasi Pembelajaran)*. Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA – UPI.
- Ratnawulan, A. (2013). *Penilaian Proses dan Hasil Belajar Kurikulum 2013*. Bahan Paparan: Disajikan dalam workshop pembahasan dan finalisasi naskah pendukung pembelajaran, Direktorat Pembinaan SMA.
- Surapranata, S & Hatta, M (2006). *Penilaian Portofolio: Implementasi Kurikulum 2004*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN



Kelompok
Kompetensi

PROFESIONAL
Materi Genetik



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017

MODUL

PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

MATA PELAJARAN

ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)

SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)

**TERINTEGRASI PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER
DAN PENGEMBANGAN SOAL**

KELOMPOK KOMPETENSI G

PROFESIONAL:

MATERI GENETIK

Penulis:

Any Suhaeny, M.Si. (anysuhaeny@yahoo.com)

Mohammad Syarif, Drs., M.Si. (syarifp4tk@gmail.com)

Rini Nuraeni, M.Si. (rini.wibio@gmail.com)

Sumarni Setiasih, S.Si., M.PKim. (nip4tkipa@gmail.com)

Penelaah:

Andi Suhandi, M.Si., Dr.

Mimin Nurjhani K., Dr., M.Pd.

Shrie Laksmi Saraswati, Dra., M.Pd.

Penyunting

Sumarni Setiasih, S.Si., M.PKim.

Desain Grafis dan Ilustrasi

Tim Desain Grafis

Copyright © 2017

Direktorat Pembinaan Guru Pendidikan Dasar
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengcopy sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Daftar Isi

	Hal
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	v
Daftar Tabel	vi
Pendahuluan	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan.....	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	3
E. Cara Penggunaan Modul.....	3
Kegiatan Pembelajaran 1 Sistem Reproduksi Tumbuhan dan Hewan	9
A. Tujuan.....	10
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	10
C. Uraian Materi	10
D. Aktivitas Pembelajaran	43
E. Latihan / Kasus /Tugas.....	48
F. Rangkuman	51
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	52
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus.....	52
Kegiatan Pembelajaran 2 Pewarisan Sifat	53
A. Tujuan.....	53
B. Kompetensi dan Indikator Pencapaian Kompetensi	54
C. Uraian Materi	54
D. Aktivitas Pembelajaran	77
E. Latihan / Kasus /Tugas.....	86
F. Rangkuman	88
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	88
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus.....	88



Kegiatan Pembelajaran 3 Atom, Ion, dan Molekul.....	89
A. Tujuan.....	90
B. Kompetensi dan Indikator Pencapaian Kompetensi	90
C. Uraian Materi	91
D. Aktivitas Pembelajaran	107
E. Latihan / Kasus /Tugas	116
F. Rangkuman.....	121
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	122
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus	122
Penutup	125
Evaluasi	127
Daftar Pustaka.....	133
Glosarium.....	135
Lampiran.....	137



Daftar Gambar

	Hal
Gambar 1. Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Moda Tatap Muka.....	4
Gambar 2. Alur Pembelajaran Moda Tatap Muka Penuh.....	5
Gambar 3. Alur Pembelajaran Tatap Muka Kombinasi (in-on-in).....	7
Gambar 4. Kotak spora pecah dan melepaskan spora pada tumbuhan Paku....	11
Gambar 5. Pembentukan tunas pada bambu dan pisang.....	12
Gambar 6. Bawang merah dengan bagian-bagiannya.....	13
Gambar 7. Rimpang pada kunyit.....	13
Gambar 8. Stolon pada tanaman stroberi.....	14
Gambar 9. Cara mencangkok tanaman.....	15
Gambar 10. Teknik perbanyak tanaman dengan cara menempel.....	15
Gambar 11. Teknik vegetatif dengan cara merunduk.....	15
Gambar 12.. Bagian-bagian bunga.....	17
Gambar 13. Proses penyerbukan pada tumbuhan biji.....	18
Gambar 14. Alat perkembangbiakan pada Cycas rumpii.....	22
Gambar 15. Pembuahan tunggal pada pinus.....	23
Gambar 16. Pembentukan tabung (buluh) serbuk sari.....	24
Gambar 17. Proses pembuahan ganda.....	24
Gambar 18. Siklus hidup lumut daun.....	26
Gambar 19. Pergiliran keturunan pada tanaman paku.....	26
Gambar 20. Pembelahan Biner pada Euglena.....	29
Gambar 21. Pembentukan tunas pada Hidra.....	30
Gambar 22. Planaria bereproduksi secara fragmentasi dengan berbagai pembelahan.....	30
Gambar 23. Partenogenesis pada Laron.....	31
Gambar 24. Organ reproduksi pada ikan (a) betina, dan (b) jantan.....	32
Gambar 25. Alat Reproduksi katak (a) betina dan (b) jantan.....	32
Gambar 26. Alat Reproduksi reptil (a) betina dan (b) jantan.....	33
Gambar 27. Alat Reproduksi burung (a) betina dan (b) jantan.....	34
Gambar 28. Alat Reproduksi mamalia (a) betina dan (b) jantan.....	35
Gambar 29. Langkah teknik kultur jaringan pada tanaman wortel.....	39
Gambar 31. Gregor Mendel.....	54
Gambar 32. Proses Penyilangan.....	55
Gambar 33. Alel pada warna bunga.....	57
Gambar 34. Persilangan Monohibrid.....	58
Gambar 35. Rasio Genotip dan Fenotip pada Persilangan Monohibrid.....	59
Gambar 36. Persilangan Dihibrid.....	60
Gambar 37. Kriptomeri.....	65
Gambar 38. Albino: sifat yang diwariskan.....	71



Gambar 39. Diagram kemungkinan penderita buta warna	71
Gambar 40. Label produk kimia dalam kehidupan sehari-hari	89
Gambar 41. Label minuman isotonik 1	89
Gambar 42. Elektrolisis air.....	91
Gambar 43. John Dalton.....	91
Gambar 44. Model-model Atom.....	94
Gambar 45. Tabung sinar Katoda	95
Gambar 46. (a) Sinar katode bergerak lurus dari katode ke anode dan (b) Sinar katode dibelokkan oleh medan magnet.....	95
Gambar 47. Eksperimen Rutherford, penembakan lapisan tipis emas oleh sinar α	96
Gambar 48. Pembentukan ion Na^+ dan Cl^-	100
Gambar 49. Label kemasan minuman isotonik 2	100
Gambar 50. Struktur molekul unsur H_2 , Cl_2 , O_2 , dan P_4	102
Gambar 51. Molekul senyawa air	102
Gambar 52. Struktur molekul senyawa NH_4 , H_2O , CCl_4 , dan N_2O	103

Daftar Tabel

	Hal
Tabel 1. Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi	2
Tabel 2. Daftar Lembar Kerja Modul untuk Tatap Muka Kombinasi	8
Tabel 3. Hubungan antara jumlah sifat beda dengan jumlah kombinasi gen pada gamet yang dihasilkan F_1 , genotip dan fenotip F_2	61
Tabel 4. Sifat Fisik Dominan dan Sifat Fisik Resesif pada Manusia.....	70
Tabel 5. Genotip dan Fenotip Hemofilia pada Wanita dan Laki-laki.....	72
Tabel 6. Penggolongan Darah Sistem ABO	73
Tabel 7. Fenotip dan Genotip Golongan Darah.....	74
Tabel 8. Lambang dan nama kation-anion	101
Tabel 9. Nama molekul dan jumlah unsur penyusunnya.....	103
Tabel 10. Rumus molekul unsur diatomik dan poliatomik	104
Tabel 11. Nama senyawa dan rumus molekul senyawa	104



Pendahuluan

A. Latar Belakang

Guru mempunyai kewajiban untuk selalu memperbaharui dan meningkatkan kompetensinya melalui kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai esensi pembelajar seumur hidup. Dalam rangka mendukung pengembangan pengetahuan dan keterampilannya, dikembangkan modul untuk Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan yang berisi topik-topik penting. Dengan adanya modul ini, memberikan kesempatan kepada guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif. Modul ini dapat digunakan oleh guru sebagai bahan ajar dalam kegiatan diklat tatap muka langsung atau tatap muka kombinasi (*in-on-in*).

Modul pengembangan keprofesian berkelanjutan yang berjudul “Materi Genetik” merupakan modul untuk kompetensi profesional guru pada kelompok kompetensi G (KK G). Materi pada modul dikembangkan berdasarkan kompetensi profesional guru pada permendiknas nomor 16 tahun 2007.

Setiap materi bahasan dikemas dalam kegiatan pembelajaran yang memuat tujuan, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan/kasus/tugas, rangkuman, umpan balik, dan tindak lanjut. Pada setiap komponen modul yang dikembangkan ini telah diintegrasikan beberapa nilai karakter bangsa, baik secara eksplisit maupun implisit yang dapat diimplementasikan selama aktivitas pembelajaran dan dalam kehidupan sehari-hari untuk mendukung pencapaian revolusi mental bangsa. Integrasi ini juga merupakan salah satu cara perwujudan kompetensi sosial dan kepribadian guru (permendiknas nomor 16 tahun 2007) dalam bentuk modul. Selain itu, disediakan latihan soal dalam bentuk pilihan ganda yang berfungsi juga sebagai model untuk guru dalam mengembangkan soal-soal penilaian berbasis kelas sesuai topik di daerahnya masing-masing.

B. Tujuan

Setelah guru mempelajari modul ini diharapkan dapat memahami materi kompetensi profesional yang terdiri atas Sistem Reproduksi pada Hewan dan Tumbuhan, Pewarisan Sifat, serta Atom, Ion, dan Molekul.

C. Peta Kompetensi

Kompetensi inti yang diharapkan setelah guru belajar dengan modul ini adalah menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran IPA di SMP. Tabel berikut ini memuat Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui pembelajaran dengan menggunakan modul KK G.

Tabel 1. Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori kimia meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel	<ul style="list-style-type: none"> - Mengidentifikasi perkembangbiakan vegetatif alami pada tumbuhan. - Mengidentifikasi perkembangbiakan vegetatif buatan pada tumbuhan. - Menjelaskan perkembangbiakan generatif pada tumbuhan. - Menjelaskan Proses Penyerbukan pada tumbuhan. - Menjelaskan proses Pembuahan pada tumbuhan. - Mengidentifikasi perkembangbiakan vegetatif pada hewan tingkat rendah. - Mengidentifikasi perkembangbiakan generatif pada hewan tingkat tinggi. - Penerapan tehnologi pada sistem reproduksi hewan dan tumbuhan.
20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori IPA serta penerapannya secara fleksibel.	<ul style="list-style-type: none"> - Menjelaskan hukum mendel dalam proses pewarisan sifat. - Menerapkan hukum Mendel I dan II secara teoritis dalam persilangan tumbuhan. - Menentukan macam-macam interaksi gen yang terjadi pada makhluk hidup. - Menerapkan interaksi gen dalam persilangan. - Menjelaskan pola pewarisan sifat pada manusia.

Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori IPA serta penerapannya secara fleksibel.	<ul style="list-style-type: none"> - Menjelaskan sejarah perkembangan konsep atom - Membedakan atom, ion, dan molekul. - Menjelaskan partikel penyusun atom (proton, neutron, dan elektron). - Menjelaskan dengan gambar perbedaan antara molekul unsur dengan molekul senyawa. - Menunjukkan beberapa contoh atom, ion, dan molekul yang ada dalam kehidupan sehari-hari.

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi G, Tujuan, Peta Kompetensi yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, Ruang Lingkup dan Cara Penggunaan Modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut. Bagian akhir terdiri dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

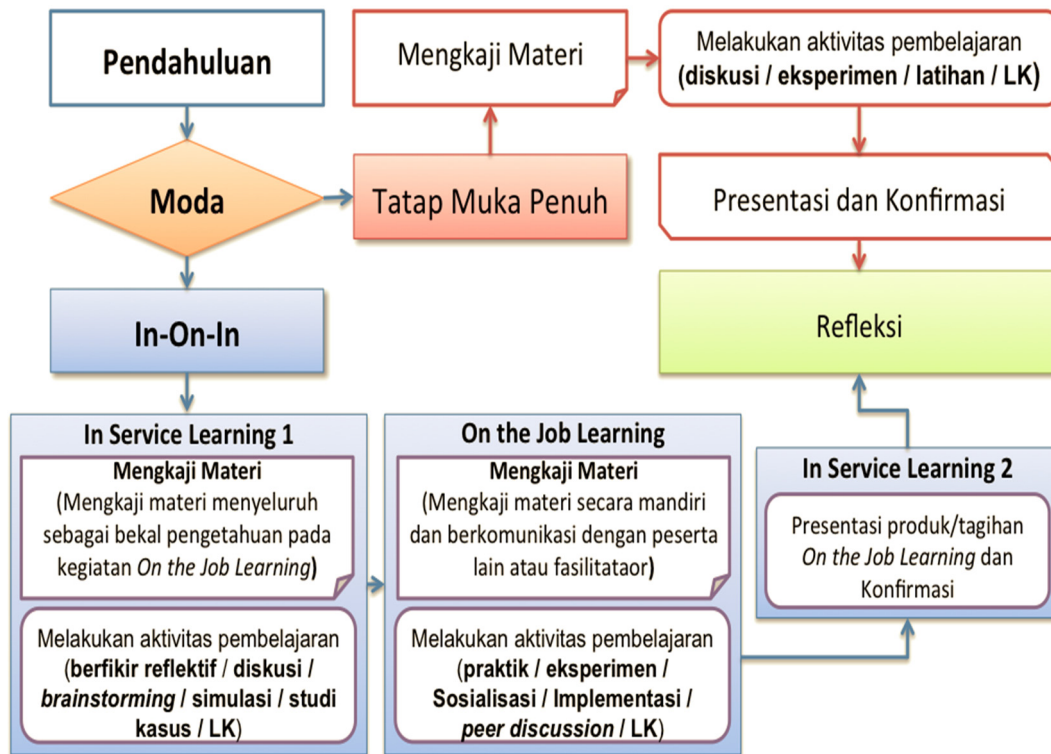
Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut:

1. Sistem Reproduksi pada Hewan dan Tumbuhan
2. Pewarisan Sifat
3. Atom, Ion, dan Molekul

E. Cara Penggunaan Modul

Secara umum, cara penggunaan modul pada setiap Aktivitas Pembelajaran disesuaikan dengan skenario setiap penyajian mata diklat. Modul ini dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran oleh guru, baik untuk moda tatap muka penuh, maupun moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*). Berikut ini gambar yang menunjukkan langkah-langkah kegiatan belajar secara umum.

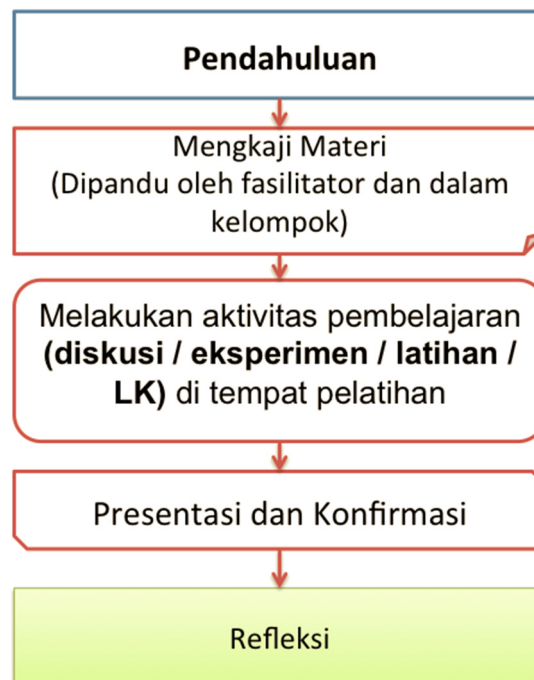
Pendahuluan



Gambar 1. Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Moda Tatap Muka

1. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka Penuh

Kegiatan tatap muka penuh ini dilaksanakan secara terstruktur pada suatu waktu yang di pandu oleh fasilitator. Tatap muka penuh dilaksanakan menggunakan alur pembelajaran yang dapat dilihat pada alur berikut ini.



Gambar 2. Alur Pembelajaran Moda Tatap Muka Penuh


a. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta diklat untuk mempelajari :

- latar belakang yang memuat gambaran materi.
- tujuan kegiatan pembelajaran setiap materi.
- kompetensi atau indikator yang akan dicapai melalui modul.
- ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran.
- langkah-langkah penggunaan modul.

b. Mengkaji materi diklat

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada guru untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Guru dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.



Pendahuluan

c. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul, baik bagian **1. Diskusi Materi**, **2. Praktik**, **3. Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas**, dan mengisi soal latihan. Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan, dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan.

d. Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi yang dibahas secara bersama-sama.

e. Refleksi Kegiatan

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji merefleksikan penguasaan materi setelah mengikuti seluruh kegiatan pembelajaran.

2. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka Kombinasi

Kegiatan diklat tatap muka kombinasi (*in-on-in*) terdiri atas tiga kegiatan, yaitu tatap muka kesatu (*in-1*), penugasan (*on the job learning*), dan tatap muka kedua (*in-2*). Secara umum, kegiatan pembelajaran diklat tatap muka kombinasi tergambar pada alur berikut ini.



Pada kegiatan *in-1* peserta mempelajari uraian materi dan mengerjakan Aktivitas Pembelajaran **bagian 1. Diskusi Materi** di tempat diklat. Pada saat *on the job learning* peserta melakukan Aktivitas Pembelajaran **bagian 2. Praktik, bagian 3. Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas**, dan mengisi **soal latihan** secara mandiri di tempat kerja masing-masing. Pada Kegiatan *in-2* peserta melaporkan dan mendiskusikan hasil kegiatan yang dilakukan selama *on the job learning* yang difasilitasi oleh narasumber/instruktur nasional.

Gambar 3. Alur Pembelajaran Tatap Muka Kombinasi (*in-on-in*)

Modul ini dilengkapi beberapa kegiatan pada Aktivitas Pembelajaran (BAB II, Bagian D) sebagai cara guru untuk pendalaman dan penguatan pemahaman materi yang dipelajari yang dipandu menggunakan lembar kegiatan (LK). Pada kegiatan diklat tatap muka kombinasi, terdapat LK diskusi materi yang dilakukan pada saat *in-1*; kegiatan praktik yang dipandu menggunakan LK dan LK Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas dikerjakan pada saat *on the job learning*. Hasil implementasi LK pada *on the job learning* menjadi tagihan pada kegiatan *in-2*. Berikut ini daftar pengelompokan LK pada kegiatan tatap muka kombinasi.

Tabel 2. Daftar Lembar Kerja Modul untuk Tatap Muka Kombinasi

No	Kode Lembar Kerja	Judul Lembar Kerja	Dilaksanakan Pada Tahap
1.	LK.G1.01	Diskusi Materi Topik Sistem Reproduksi pada Hewan dan Tumbuhan	<i>In - 1</i>
2.	LK.G1.02	Pertumbuhan Serbuk sari pada proses Penyerbukan	<i>On the Job learning</i>
3.	LK.G1.03	Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Sistem Reproduksi pada Hewan dan Tumbuhan	<i>On the Job learning</i>
4.	LK.G2.01	Diskusi Materi Topik Pewarisan Sifat	<i>In - 1</i>
5.	LK.G2.02	Persilangan Monohybrid dan Dihybrid	<i>On the Job learning</i>
6.	LK.G2.03	Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Pewarisan Sifat	<i>On the Job learning</i>
7.	LK.G3.01	Diskusi Materi Topik Atom, Ion, dan Molekul	<i>In - 1</i>
8.	LK.G3.02	Analogi Sifat Atom	<i>On the Job learning</i>
9.	LK.G3.03	Susunan Atom	<i>On the Job learning</i>
10.	LK.G3.04	Molekul Unsur dan Molekul Senyawa	<i>On the Job learning</i>
11.	LK.G3.05	Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Atom, Ion, dan Molekul	<i>On the Job learning</i>

Kegiatan Pembelajaran 1


Sistem Reproduksi Tumbuhan dan Hewan

Modul terintegrasi PPK ini disusun sebagai salah satu alternatif sumber bahan ajar bagi guru untuk memahami topik sistem reproduksi tumbuhan dan hewan. Melalui pembahasan materi sistem reproduksi tumbuhan dan hewan, guru dapat memiliki dasar pengetahuan untuk mengajarkan materi yang sama ke peserta didiknya yang disesuaikan dengan tujuan pembelajaran IPA di sekolah. Selain itu, materi ini juga aplikatif untuk guru sendiri sehingga mereka dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.

Di dalam bahan ajar ini dijelaskan struktur dan fungsi sistem reproduksi tumbuhan, dan hewan serta penerapan teknologi pada sistem reproduksi hewan dan tumbuhan, yang merupakan ciptaan Tuhan YME harus dijaga kelestariannya, karena semua ciptaannya ada manfaatnya bagi kehidupan. Di dalam bahan ajar ini juga dilengkapi dengan evaluasi yang komprehensif sebagai sarana latihan bagi guru IPA, yang akan berguna juga dalam menghadapi uji kompetensi.

Materi sistem reproduksi hewan dan tumbuhan pada Kurikulum 2013 dibahas di kelas IX semester 1 SMP dengan Kompetensi Dasar (KD) sebagai berikut. KD dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) Aspek Pengetahuan: 3.2 Menganalisis sistem perkembangbiakan pada tumbuhan dan hewan serta penerapan teknologi pada sistem reproduksi tumbuhan dan hewan. KD dari KI 4 aspek Keterampilan: 4.2 Menyajikan karya hasil perkembangbiakan pada tumbuhan.

Kompetensi guru terkait dengan materi ini adalah “20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori IPA serta penerapannya secara fleksibel ” Kompetensi ini dapat dicapai jika guru belajar materi ini dengan kerja keras, profesional, kreatif dan mandiri dalam melakukan tugas sesuai instruksi pada bagian aktivitas belajar yang tersedia, disiplin dalam mengikuti tahap-tahap belajar serta bertanggung jawab dalam membuat laporan atau hasil kerja.



Kegiatan Pembelajaran 1

A. Tujuan

Setelah guru mempelajari modul ini dengan kerja keras, disiplin, jujur, kreatif, kerjasama dan tanggungjawab, diharapkan dapat memahami struktur dan fungsi sistem reproduksi tumbuhan, sistem reproduksi hewan serta penerapan teknologi pada sistem reproduksi tumbuhan dan hewan.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah mengikuti pembelajaran ini Anda diharapkan mampu:

1. Mengidentifikasi perkembangbiakan vegetatif alami pada tumbuhan
2. Mengidentifikasi perkembangbiakan vegetatif buatan pada tumbuhan
3. Menjelaskan perkembangbiakan generatif pada tumbuhan
4. Menjelaskan Proses Penyerbukan pada tumbuhan
5. Menjelaskan proses Pembuahan pada tumbuhan
6. Mengidentifikasi perkembangbiakan vegetatif pada hewan tingkat rendah
7. Mengidentifikasi perkembangbiakan generatif pada hewan tingkat tinggi
8. Penerapan teknologi pada sistem reproduksi hewan dan tumbuhan

C. Uraian Materi

Berkembang biak merupakan salah satu ciri makhluk hidup baik tumbuhan maupun hewan. Dengan berkembang biak memungkinkan suatu makhluk hidup (Tumbuhan dan Hewan) mampu mempertahankan keberadaan jenisnya di muka bumi. Berkembang biak merupakan kodrat Tuhan Yang Maha Esa yang harus dijaga kelestariannya

1. Perkembangbiakan Tumbuhan

Ada dua macam cara perkembangbiakan tumbuhan, yaitu yang melibatkan alat perkawinan maupun yang tidak melibatkan alat perkawinan. Perkembangbiakan yang tidak melibatkan alat perkawinan disebut perkembangbiakan vegetatif atau perkembangbiakan secara tidak kawin (Aseksual). Perkembangbiakan yang melibatkan alat perkawinan disebut perkembang biakan generatif (seksual).

a. Perkembangbiakan Vegetatif (Aseksual)

Perkembangbiakan vegetatif atau perkembangbiakan secara tidak kawin adalah perkembangbiakan yang terjadi tanpa melibatkan alat perkawinan sehingga samasekali tidak tergantung pada adanya alat kelamin. Berdasarkan cara terjadinya perkembangbiakan vegetatif dibedakan menjadi dua yaitu perkembangbiakan vegetatif alami dan perkembangbiakan vegetatif buatan.

1) Vegetatif Alami

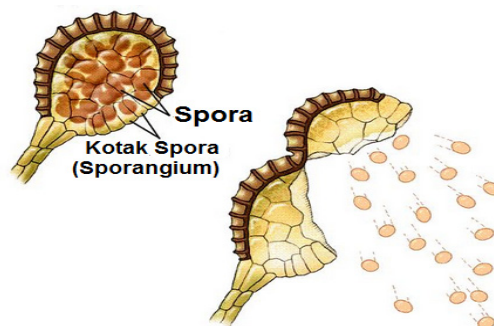
Perkembangbiakan vegetatif alami terjadi apabila terbentuknya individu baru terjadi dengan sendirinya (tanpa bantuan manusia). Perkembangbiakan vegetatif alami meliputi perkembangbiakan dengan; membelah diri, spora, kuncup, umbi batang, umbi akar, umbi lapis, rhizoma, geragih dan tunas adventif.

a) Membelah Diri

Perkembangbiakan dengan membelah diri adalah satu sel induk membelah menjadi dua atau lebih sel anak. Setiap sel anak tumbuh menjadi individu baru. Sel anak sama dengan sel induk. Contohnya adalah pembelahan biner pada ganggang biru

b) Spora

Spora dihasilkan dari pembelahan sel tertentu pada sporangium (kotak spora). Sporangium terletak pada tumbuhan penghasil spora (sporofit). Spora yang dihasilkan sporangium, bila jatuh ditempat yang lembab akan tumbuh menjadi tumbuhan baru. Perkebangbiakan dengan pebentukan spora dapat ditemukan pada tumbuhan lumut dan paku.

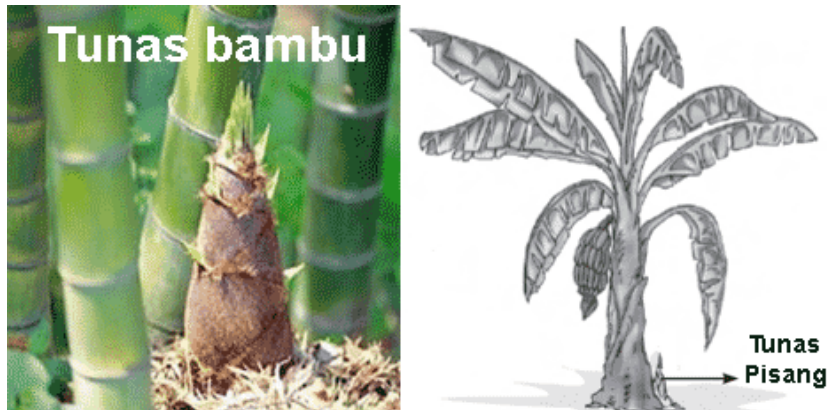


Gambar 4. Kotak spora pecah dan melepaskan spora pada tumbuhan Paku (Sumber: <http://www.plengdut.com/2014/06/perkembangbiakan-tumbuhan-secara.html>)

Kegiatan Pembelajaran 1

c) Tunas

Tunas adalah tumbuhan yang tumbuh dari batang yang berada di dalam tanah. Umumnya, individu baru tumbuh tidak jauh dari induknya sehingga tumbuhan yang berkembang biak dengan tunas membentuk rumpun. Contoh: pisang, bambu, dan tebu.



Gambar 5. Pembentukan tunas pada bambu dan pisang
(Sumber: <http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-alami.html>)

d) Umbi batang

Umbi batang adalah bagian batang yang tumbuh membesar (menggembung) di dalam tanah dan berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan, terutama berupa zat tepung. Pada kulit umbi terdapat mata tunas dan jika lingkungan sesuai akan tumbuh menjadi tunas baru. Contohnya, Kentang, talas, dan umbi rambat.

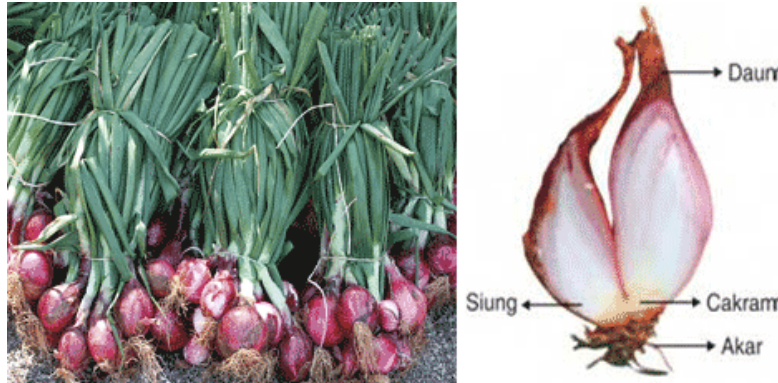
e) Umbi akar

Umbi akar adalah akar yang tumbuh membesar dan beberapa tempat pada umbi tersebut terdapat calon tunas yang dapat tumbuh menjadi individu baru. Umbi akar berguna untuk menyimpan cadangan makanan. Umbi akar tidak berkuncup, tidak berdaun, tidak bermata tunas dan tidak berbuku-buku. Sisa batang pada pangkal umbi dapat memunculkan tunas. Akar tunas baru akan tumbuh dari bagian sisa batang jika umbi akar tersebut ditanam. Contoh bunga dahlia dan wortel.

f) Umbi lapis

Umbi lapis merupakan modifikasi dari bagian pelepah daun yang tersusun rapat membentuk umbi yang berfungsi sebagai cadangan

makanan dan bentuknya berlapis-lapis. Pada bagian ketiak daun terdapat tunas sebagai calon individu baru yang disebut siung. Bagian dasar umbi yang berbentuk cakram merupakan modifikasi dari batang. Contoh: bawang merah, bawang putih, dan bawang bombay.



Gambar 6. Bawang merah dengan bagian-bagiannya
(Sumber: <http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-alami.html>)

g) Rhizoma/akar tinggal/Rimpang

Rhizoma atau akar rimpang merupakan batang yang tumbuh di bawah permukaan tanah. Tiap-tiap nodus pada bagian rhizoma dapat tumbuh membentuk individu baru. Contoh pada jahe, lengkuas, kunyit



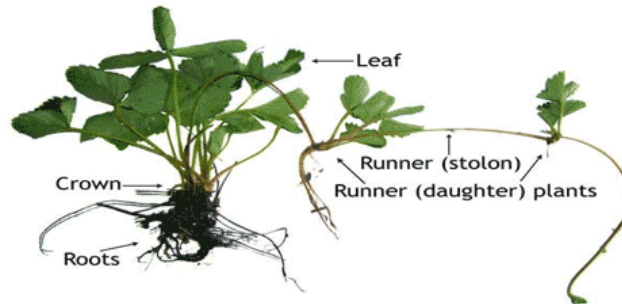
Gambar 7. Rimpang pada kunyit
(Sumber: <http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-alami.html>)

h) Geragih/stolon

Stolon atau geragih merupakan penjuruan atau sulur batang yang tumbuh memanjang secara horizontal di atas permukaan tanah. Tumbuhan baru muncul pada titik atau ruas yang terdapat pada sulur.

Kegiatan Pembelajaran 1

Contoh tumbuhan yang menggunakan stolon antara lain stroberi, pegagan atau antanan, dan rumput teki.



Gambar 8. Stolon pada tanaman stroberi
(Sumber: [http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-
alami.html](http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-alami.html))

i) Tunas adventif

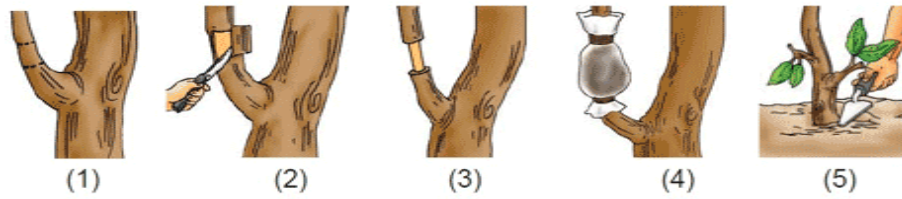
Daun memiliki daya reproduksi yang tinggi, mampu membentuk individu baru melalui pembelahan mitosis dari pertunasaan yang muncul dari tiap ruas (nodus) daun, sehingga tumbuhan ini disebut juga dengan istilah “*mother of thousands*”. Contoh tumbuhan *Kalanchoe sp.* (cocor bebek).

2) Vegetatif buatan

Perkembangbiakan vegetatif buatan terjadi apabila manusia melakukan budidaya terhadap suatu tanaman untuk memperoleh keturunan baru secara vegetatif.

a) Mencangkok

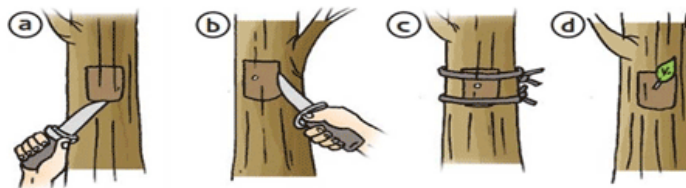
Mencangkok dapat dilakukan dengan membuat potongan sampai jaringan gabus pada percabangan batang. Kemudian potongan tersebut ditutupi tanah, dibungkus dan dibiarkan sampai keluar akar. Setelah akar muncul, baru potongan ini dipisahkan dari tanaman induk dan dapat ditanam. Cangkok dilakukan untuk memperbanyak tumbuhan berkayu/berkambium/dikotil.



Gambar 9. Cara mencangkok tanaman
(Sumber: <http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-buatan.html>)

b) Menempel (Okulasi)

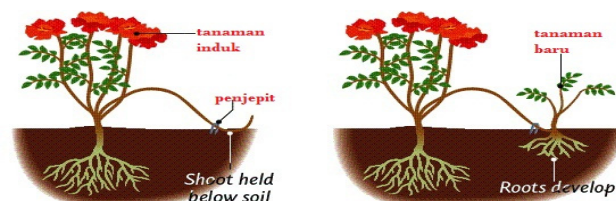
Okulasi dilakukan dengan cara mengambil mata tunas dari tanaman yang spesiesnya sama dengan sifat yang lebih baik, kemudian menempelkan tunas tersebut pada tunas tanaman lain dengan spesies sama dengan tujuan memperbaiki sifat suatu individu tanaman. Contoh: jeruk bali dengan jeruk limau




Gambar 10. Teknik perbanyakan tanaman dengan cara menempel
(Sumber: <http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-buatan.html>)

c) Merunduk

Merunduk teknik vegetatif buatan pada stolon. Contoh pada tanaman bougenvil dan melati dimana batang muda tanaman tersebut dimasukkan ke dalam tanah. Setelah tumbuh akar, maka batang ini dapat dipisahkan dari induk.



Gambar 11. Teknik vegetatif dengan cara merunduk
(Sumber: <http://www.sridianti.com/sistem-reproduksi-vegetatif-alami.html>)



Kegiatan Pembelajaran 1

d) Stek

Stek merupakan teknik perbanyakan tanaman dengan cara menanam bagian potongan-potongan tubuh tumbuhan. Contoh batang singkong induk dipotong kecil-kecil dan ditanam kembali ke tanah. Tiap-tiap potongan akan berkembang menjadi individu baru.

b. Perkembangbiakan Generatif (Seksual)

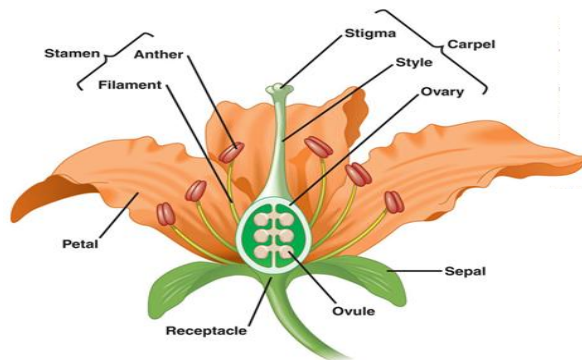
Reproduksi generatif/seksual merupakan cara reproduksi yang melibatkan proses peleburan gamet jantan dan gamet betina. Proses peleburan dua gamet induk ini biasa disebut pembuahan. Reproduksi generatif terjadi pada tumbuhan berbiji, baik gymnospermae (berbiji terbuka) maupun angiospermae (berbiji tertutup).

Perkembangbiakan secara generatif pada tumbuhan berbiji tertutup ditandai dengan munculnya bunga. Dalam bunga inilah terdapat Putik dan Benang Sari yang menjadi alat reproduksi bagi tumbuhan. Bentuk dan susunan bunga sangat beraneka ragam. Ada bunga yang memiliki semua bagian-bagian bunga dan ada beberapa juga bagian bunga yang dimiliki oleh bunga. Untuk lebih jelasnya, kita harus mengetahui terlebih dahulu bagian-bagian dari bunga agar kita lebih mudah untuk memahami penjelasan selanjutnya.

1) Alat Reproduksi Tumbuhan

a) Perhiasan bunga

Terdiri atas: kelopak (*sepal*) dan mahkota bunga (*petal*). Kelopak bunga merupakan bagian dari bunga yang letaknya di dekat dasar bunga dan menyambung dengan tangkai bunga. Kelopak bunga ini biasanya menyelimuti bunga saat bunga masih dalam keadaan kuncup dan biasanya setelah mekar dalam waktu tertentu, akan gugur dengan sendirinya.



Gambar 12.. Bagian-bagian bunga
(Sumber <http://www.edubio.info/2015/02/bagian-bagian-bunga-angiosperma.html>)

Mahkota bunga sangat beraneka ragam bentuk dan warnanya sesuai dengan jenis bunga. Bagian mahkota bunga inilah yang memberikan keindahan dan daya tarik pada bunga tersebut.

b) Dasar Bunga (receptacle).

Dasar bunga merupakan bagian ujung tangkai bunga yang membesar dan menjadi tempat melekatnya mahkota bunga.

c) Tangkai Bunga (pediselus).

Tangkai bunga merupakan bagian yang menghubungkan bunga dengan batangnya.

d) Benang Sari (statemen).

Benang sari adalah alat kelamin jantan bagi tumbuhan yang terdiri dari tangkai sari (*filament*) dan kepala sari (*Anther*), dan di dalam kepala sari inilah terdapat butir-butir serbuk sari.

e) Putik (carpel).

Putik adalah alat kelamin betina pada tumbuhan yang terdiri dari tangkai putik (*style*), kepala putik (*stigma*) dan bakal buah (*ovary*), dan di dalam bakal buah terdapat bakal biji. Di dalam bakal biji tersebut, masih terdapat dua inti yaitu calon lembaga dan sel telur.

Melihat bagian-bagian yang terdapat pada bunga, maka bunga dapat dibedakan dalam:

- Bunga Lengkap

Adalah bunga yang memiliki enam bagian dasar bunga (memiliki semua bagian yang dimiliki oleh bunga) antara lain: tangkai bunga dasar bunga,

Kegiatan Pembelajaran 1

hiasan bunga yang terdiri dari Kelopak dan mahkota bunga, dan alat kelamin yang terdiri dari putik dan benang sari, sehingga disebut sebagai bunga lengkap karena bagian utama atau dasar dimiliki oleh bunga tersebut. Pada umumnya memiliki dua alat produksi yaitu putik dan benang sari.

- **Bunga Tidak Lengkap**

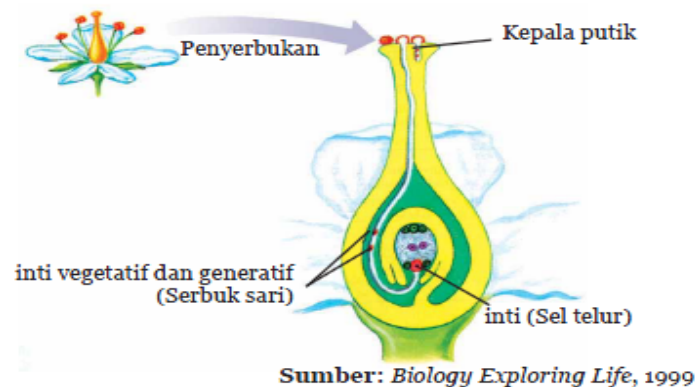
Adalah bunga yang tidak memiliki salah satu dari enam bagian dasar bunga. Sehingga disebut sebagai bunga tidak sempurna, karena salah satu bagian tersebut tidak ada atau tidak dimiliki.

Pada umumnya hanya memiliki satu alat reproduksi saja. Contohnya hanya memiliki putik saja, atau hanya memiliki benang sari saja.

Hingga saat ini, untuk membedakan bunga lengkap dan bunga tidak lengkap hanya dilihat dari enam bagian bunga saja. Akan tetapi, terdapat beberapa teori yang berpendapat jika alat kelamin yang dimiliki bunga berperan dalam membedakan apakah bunga tersebut sempurna atau tidak sempurna.

2) Proses Penyerbukan (Persarian)

Dalam proses perkembangbiakan generatif pada tanaman dikenal dengan Penyerbukan. Penyerbukan atau polinasi merupakan proses awal sebelum terjadinya pembuahan. Pada angiospermae, penyerbukan adalah proses melekatnya serbuk sari di kepala putik, sedangkan pada gimnospermae, penyerbukan adalah peristiwa melekatnya serbuk sari pada bakal biji.



Gambar 13. Proses penyerbukan pada tumbuhan biji
(Sumber :<http://mastugino.blogspot.co.id/2012/07/perkembangbiakan-generatif.html>)

Berdasarkan asal serbuk sarinya, penyerbukan dapat dibedakan menjadi:

a) Penyerbukan Sendiri (*Autogami*)

Terjadi apabila benang sari yang jatuh pada kepala putik berasal dari bunga itu sendiri dan tentu saja yang dapat melakukannya adalah bunga lengkap yang memiliki putik dan benang sari.

Pada saat terjadi autogami, dapat saja terjadi beberapa gangguan yang menghalangi pertemuan antara serbuk sari dan putik. Misalnya:

- *Protandri*, yaitu peristiwa serbuk sari yang matang lebih dulu daripada putik. Misalnya pada *Allium sp.* (bawang), dan *Zea mays* (jagung).
- *Protogini*, yaitu peristiwa putik yang matang lebih dulu daripada serbuk sari. Misalnya pada bunga *Brassica sp.* (kol), bunga *Theobroma cacao* (cokelat), dan bunga *Persea americana* (avokad).
- Serbuk sari tidak dapat sampai di kepala putik. Misalnya pada bunga kembang sepatu.

b) Penyerbukan Tetangga (*Geitonogami*)

Penyerbukan yang terjadi jika serbuk sari yang jatuh di kepala putik berasal dari bunga lain tetapi masih pada satu pohon.

c) Penyerbukan Silang (*Allogami/Xenogami*)

Penyerbukan yang terjadi apabila serbuk sari yang jatuh di kepala putik berasal dari bunga lain yang sejenis tetapi berbeda pohonnya.


d) Penyerbukan Bastar (*Hibridogami*)

Terjadi apabila serbuk sari yang jatuh di kepala putik berasal dari bunga lain yang tidak sejenis atau sekurang-kurangnya mempunyai satu sifat beda.

Kalau di atas adalah jenis-jenis penyerbukan yang terjadi berdasarkan asal muasal serbuk sari yang jatuh di kepala putik, maka berikut ini adalah Jenis-Jenis penyerbukan berdasarkan faktor yang menyebabkan sampainya serbuk sari ke kepala putik, yaitu:

a) Penyerbukan oleh angin (*Anemogami*).

Memiliki Serbuk sari banyak, ringan, kecil, kering, dan permukaannya halus. Kepala sari mudah bergoyang. Tidak mempunyai perhiasan/mahkota bunga (jika ada berukuran kecil). Kepala putik besar. Letak serbuk sari bergantung/bertangkai panjang. Bunga tidak berbau. Tidak mempunyai kelenjar madu. Putik melekat di tengah,



Kegiatan Pembelajaran 1

berbentuk spiral sehingga membentuk permukaan yang lebih besar untuk memudahkan menangkap serbuk sari. Bunga tidak berwarna cerah dan biasanya hijau. Contohnya *Oryza sativa* (padi), *Saccharum officinarum* (tebu), dan *Imperata cylindrica* (alang-alang).

b) Penyerbukan oleh hewan (*Zodiogami*).

Berdasarkan nama hewannya, tipe penyerbukan ini dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

- *Entomogami*, yaitu penyerbukan dengan bantuan serangga. Saat mengisap madu, tubuh serangga menempel serbuk sari, dan jika serangga berpindah ke bunga lain atau menyentuh kepala putik bunga yang sama, serbuk sari akan tertinggal di kepala putik tersebut sehingga terjadi penyerbukan.

Ciri-cirinya: Bunga berbau khas, mahkota bunga berwarna menarik/mencolok, mempunyai kelenjar madu, benang sari di dalam bunga, kepala sari bersatu di bagian dasar atau belakangnya, serbuk sari sedikit, besar, seperti tepung, berat, lengket, serta putik lengket dan kecil.

- *Ornitogami*, yaitu penyerbukan dengan bantuan burung. Biasanya bunga mengandung madu dan air, serta mengandung unsur warna merah karena burung peka terhadap warna ini.
- *Kiropterogami*, yaitu penyerbukan dengan bantuan kelelawar. Biasanya bunga mekar pada malam hari, berukuran besar, berwarna cerah, dan letaknya tidak tersembunyi.
- *Malakogami*, yaitu penyerbukan dengan bantuan siput.

c) Penyerbukan oleh air (*Hidrogami*).

Penyerbukan yang dibantu oleh air biasanya terjadi pada tumbuhan-tumbuhan air. Misalnya hidrila (*Hydrilla verticillata*).

d) Penyerbukan oleh manusia.

Tumbuhan yang proses penyerbukannya dibantu oleh manusia adalah tumbuh-tumbuhan yang umumnya berguna bagi kehidupan manusia. Contohnya adalah Vanili dan bunga anggrek.

3) Pembuahan (Fertilisasi)

Pembuahan pada tumbuhan adalah proses meleburnya (menyatunya) inti sperma dan ovum yang terjadi di dasar putik untuk membentuk embrio tumbuhan. Dalam tumbuhan tingkat tinggi dikenal 2 macam pembuahan yaitu pembuahan tunggal dan pembuahan ganda. Pembuahan tunggal terjadi pada gymnospermae (tumbuhan berbiji terbuka) sedangkan pembuahan ganda akan terjadi pada angiospermae (tumbuhan berbiji tertutup).

a) Pembuahan Tunggal

Pembuahan tunggal terjadi pada kelompok tumbuhan biji terbuka (gymnospermae), yaitu: *Cycas rumphii* (pakis haji), *Podocarpus polystachyus* (kismis), *Agathis dammara* (damar), *Gnetum gnemon* (melinjo).

Di dalam serbuk sari pakis haji telah terbentuk tiga macam sel, yaitu sel protalium, sel generatif dan inti buluh. Sebelum pembuahan diawali dengan penyerbukan yaitu menempelnya serbuk sari pada mikropil. Pada ujung mikropil terdapat cairan lengket (tetes penyerbukan) yang berasal dari jaringan bakal biji di sekitar mikropil. Fungsinya untuk mengikat serbuk sari yang menempel pada permukaan mikropil. Apabila cairan tersebut mengering maka serbuk sari akan terserap ke dalam ruang serbuk sari. Pada saat di ruang serbuk sari, serbuk sari membentuk buluh serbuk sari ke arah arkegonium.

Di *arkegonium*, sel generatif tumbuhan pakis haji membelah dua menjadi sel tangkai (sel dislokator) dan sel tubuh (spermatogen). Sel spermatogen membelah menjadi dua sel spermatozoid. Sesaat setelah sel vegetatif lenyap, sel spermatozoid melebur dengan ovum membentuk zigot. Zigot berkembang menjadi embrio atau lembaga. Sel-sel gametofit lainnya berkembang menjadi endosperma yang haploid (n).

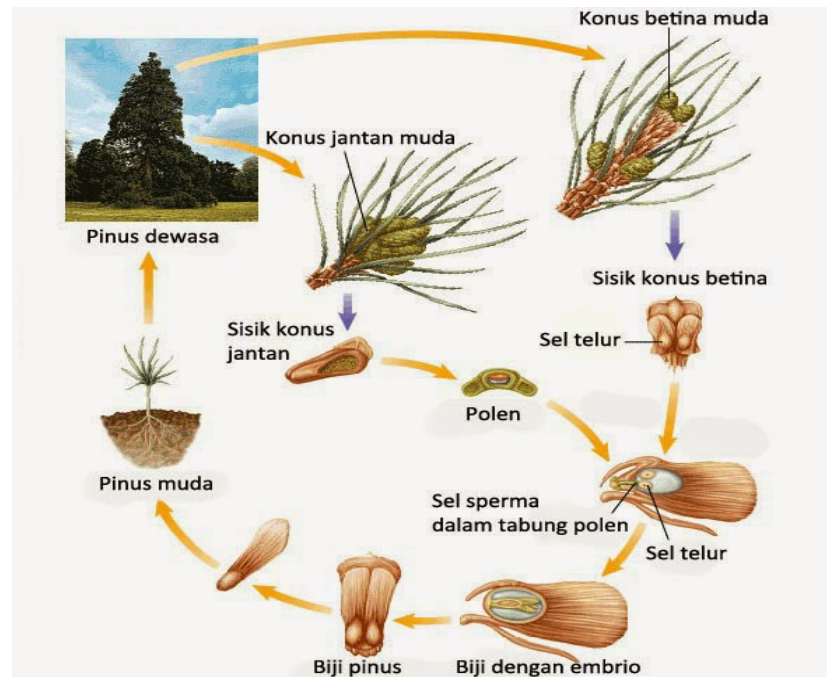
Kegiatan Pembelajaran 1



Gambar 14. Alat perkembangbiakan pada *Cycas rumpii* (Sumber: <http://www.natureloveyou.sg/Family/Cycadaceae.html>)

Alat perkembangbiakan pada gymnospermae berupa **strobilus**. Strobilus merupakan kumpulan sporofil, apabila kumpulan itu kompak dan membentuk seperti kerucut disebut **konus**. Sporofil pada strobilus disebut sisik strobilus. Sporofil merupakan bagian daun yang berfungsi menghasilkan spora di samping juga sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis. Ada 2 macam sporofil yaitu megasporofil untuk betina dan mikrosporofil untuk jantan. Pada megasporofil terdapat bakal biji. Bakal biji ini tidak dilindungi oleh dinding bakal buah

Di dalam bakal biji terdapat megasporangium (*nuselus*). Pada nuselus nantinya terdapat sel induk megaspora yang mengalami meiosis menjadi 4 megaspora dan hanya satu megaspora yang berkembang. Inti megaspora mengalami pembelahan berulang kali dan akan menjadi jaringan gametofit. Sebagian dari sel-sel gametofit yang dekat dengan mikropil akan membentuk satu atau beberapa arkegonium. Pada mikrosporofil terdapat banyak mikrosporangium. Di dalam mikrosporangium banyak terdapat mikrospora dan nantinya berkembang menjadi banyak serbuk sari.



Gambar 15. Pembuahan tunggal pada pinus.
 (Sumber: <http://www.edubio.info/2014/04/pembuahan-tunggal-pada-gymnospermae.html>)

b) Pembuahan Ganda

Disebut pembuahan ganda karena memang terjadi dua kali proses pembuahan yaitu:

- Peleburan inti generatif satu dengan ovum (sel telur) membentuk zigot yang akan berkembang menjadi embrio.
- Peleburan inti generatif dua dengan inti kandung lembaga sekunder membentuk endosperma (cadangan makanan).

Proses pembuahan ganda adalah sebagai berikut :

Pembuahan akan diawali terlebih dahulu oleh proses penyerbukan, yaitu jatuhnya serbuk sari pada kepala putik. Inti sel dalam serbuk sari akan membelah membentuk inti vegetatif, inti generatif satu, dan inti generatif dua. Setelah beberapa saat, serbuk sari akan berkecambah membentuk tabung serbuk sari sebagai jalan menuju kantung embrio. Kantung embrio terdapat pada dasar putik dan merupakan tempat terjadinya pembuahan. Inti sel serbuk sari nantinya akan berjalan di sepanjang tabung serbuk sari untuk mencapai kantung embrio tersebut.

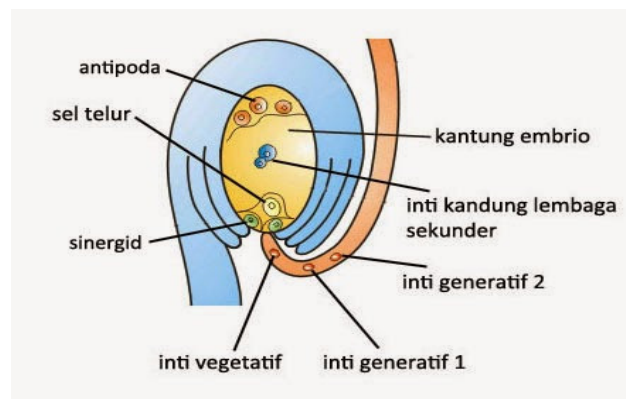
Kegiatan Pembelajaran 1



Gambar 16. Pembentukan tabung (buluh) serbuk sari (Sumber: <http://www.edubio.info/2014/04/pembuahan-ganda-pada-angiospermae.html>)

Inti vegetatif akan berjalan di depan inti generatif karena berperan sebagai penunjuk jalan bagi kedua inti generatif tersebut. Setelah sampai di kantung embrio, inti generatif satu akan membuahi ovum membentuk zigot dan inti generatif dua akan membuahi inti kandung lembaga sekunder membentuk endosperma.

Sel telur yang bersifat haploid (n) akan dibuahi inti generatif 1 yang bersifat haploid (n) sehingga akan menghasilkan zigot yang bersifat diploid ($2n$). Inti kandung lembaga sekunder akan dibuahi oleh inti generatif dua sehingga terbentuk endosperma. Endosperma bersifat triploid ($3n$) karena merupakan penyatuan 2 inti kandung lembaga sekunder dan inti generatif dua yang masing-masing bersifat haploid.



Gambar 17. Proses pembuahan ganda (Sumber: <http://www.edubio.info/2014/04/pembuahan-ganda-pada-angiospermae.html>)

Zigot nantinya akan berkembang menjadi embrio calon individu baru, sedangkan endosperma merupakan cadangan makanan bagi perkembangan embrio. Endosperma akan digunakan sebagai sumber makanan pertama pada proses perkecambahan biji.

Masuknya inti sperma ke dalam kandung lembaga ada beberapa cara:

- a) *Porogami*, apabila masuknya spermatozoa melalui mikropil (liang bakal biji).
- b) *Aporogami*, apabila masuknya spermatozoa tidak melalui mikropil.
- c) *Kalazaogami*, apabila masuknya spermatozoa melalui kalaza.

Embrio pada tumbuhan berbiji dapat terbentuk oleh beberapa sebab:

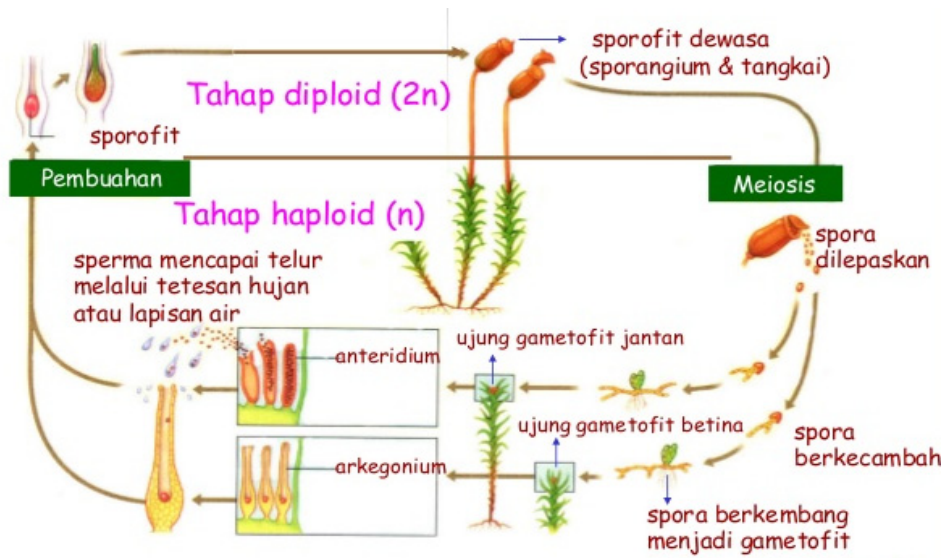
- a) *Amfimiksis*, apabila terjadinya embrio karena peleburan sperma dengan ovum
- b) *Apomiksis*, apabila terjadinya embrio tidak melalui peleburan sperma dan ovum. Apomiksis ada beberapa cara: *parthenogenesis*, terjadinya embrio dari sel telur yang tidak dibuahi; *apogami*, terjadinya embrio dari bagian lain kandung lembaga selain ovum (sel telur) misalnya sinergid atau antipoda, tanpa adanya pembuahan.
- c) Embrio adventif, terjadinya embrio dari sel nuselus yaitu bagian selain kandung lembaga

4) Pergantian Tahap Sporofit dan Gametofit dalam Siklus Hidup Tumbuhan

- a) Metagenesis Tumbuhan Lumut

Spora tumbuh menjadi protonema. Protonema tumbuh menjadi tumbuhan lumut. Tumbuhan lumut disebut gametofit ($2n$) karena menghasilkan gamet. Tumbuhan lumut memiliki anteridium (kelamin jantan) dan arkegonium (kelamin betina). Anteridium menghasilkan sperma, dan arkegonium menghasilkan ovum. Peleburan sperma dan ovum menghasilkan zigot. Zigot berkembang menjadi sporofit (n) dan menghasilkan spora.

Kegiatan Pembelajaran 1



Gambar 18. Siklus hidup lumut daun
(Sumber: <http://www.slideshare.net/puttyrahma5/kuliah-9-dunia-tumbuhan>)

b) Metagenesis Tumbuhan Paku

Spora tumbuh menjadi protalium. Protalium tumbuh menjadi gametofit yang menghasilkan anteridium dan arkegonium. Peleburan sperma dan ovum menghasilkan zigot. Zigot tumbuh menjadi tumbuhan paku. Tumbuhan paku bersifat sporofit yang menghasilkan spora.

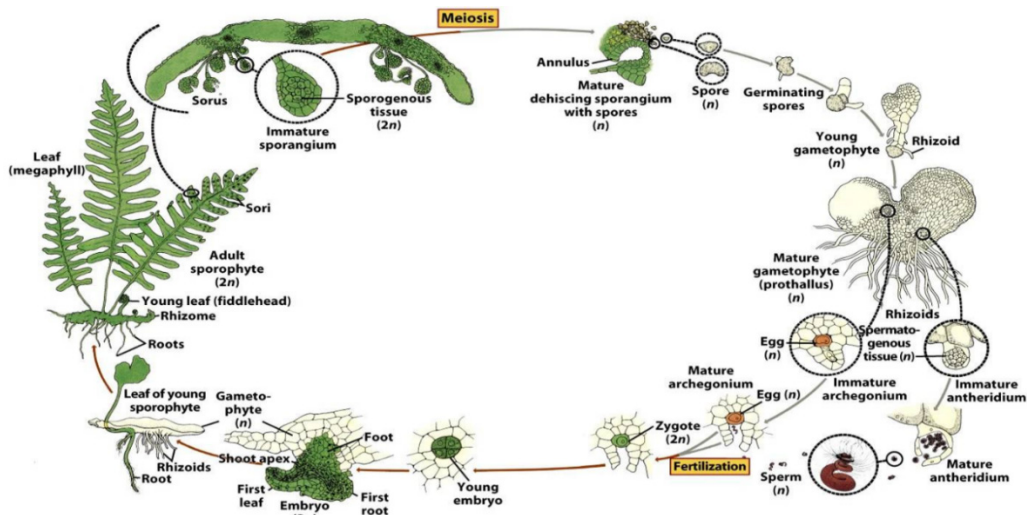


Figure 17-30
Biology of Plants, Seventh Edition
© 2005 W. H. Freeman and Company

Gambar 19. Pergiliran keturunan pada tanaman paku
(Sumber: <http://www.psychologymania.net/2013/05/reproduksi-tumbuhan-paku-homospora.html>)

5) Pemencaran Tumbuhan

a) Tanpa Bantuan Faktor Luar

Tidak memungkinkan terjadinya penyebaran secara luas. Cara reproduksi yang memungkinkan pemencaran yaitu dengan stolon, rizoma, umbi lapis, umbi batang. Pemencaran tumbuhan dapat disebabkan oleh gerak higroskopis. Gerak higroskopis merupakan gerak yang disebabkan oleh perubahan kadar air. Contoh: pada buah anggrek, petai cina, karet, dan pacar air.

b) Dengan Bantuan Faktor Luar

(1) *Anemokori*

Pemencaran tumbuhan dengan bantuan angin. Beberapa ciri tumbuhan anemokori adalah: (a) Biji kecil dan ringan, contoh tanaman anggrek. (b) Buah dan biji bersayap. Sayap merupakan perluasan dari kulit buah atau kulit biji. Contoh: biji mahoni, biji pinus, biji kelor dan buah acer. (c) Buah dan biji berbulu. Bulu pada buah dan biji merupakan perluasan dari kulit buah atau biji.

(2) *Hidrokor*


Pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan air. Contoh: enceng gondok (*Eichornia*), yaitu dengan tunas yang memisahkan diri dari induknya. Tumbuhan yang memiliki struktur buah sedemikian rupa dan berat jenisnya kurang dari satu sehingga mengapung di dalam air. Contoh: kelapa (*Cocos nucifera*) dan nyamplung (*Callophylum sp.*)

Mempunyai buah yang kulit buahnya tersusun oleh tiga lapisan, yaitu: (a) Lapisan Eksokarp, yaitu lapisan terluar yang tipis, namun kuat dan mengkilat (b) Lapisan Mesokarp, yaitu lapisan tengah yang paling tebal. (c) Lapisan endokarp, yaitu lapisan paling dalam yang kuat dan keras

(3) *Zookori*

Pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan hewan. Umumnya mempunyai kulit biji yang amat keras dan tidak dapat dicerna di dalam sistem pencernaan hewan.

Zookori dibedakan menjadi:



Kegiatan Pembelajaran 1

- *Entomokori*, pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan serangga, contoh: tumbuhan tembakau.
- *Ornitokori*, pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan burung, contoh: tumbuhan beringin dan benalu.
- *Kiropterokori*, pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan kelelawar, contoh: tumbuhan jambu biji.
- *Mamokori*, pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan mamalia, contoh: tumbuhan kopi, trembesi, aren.

(4) *Antropokori*

Pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan manusia. Bantuan ini dapat terjadi secara sengaja (eksozoik) maupun tidak disengaja (endozoik). Secara sengaja dikarenakan tumbuhan mendatangkan keuntungan atau nilai ekonomi bagi manusia, contoh: kopi, karet, cengkeh, kelapa, kedelai, gadung dan lain-lainnya. Tidak sengaja terjadi karena tumbuhan tersebut memiliki alat perekat pada buah atau biji yang mudah menempel pada pakaian. Contoh: rumput jarum.

2. Perkembangbiakan Hewan

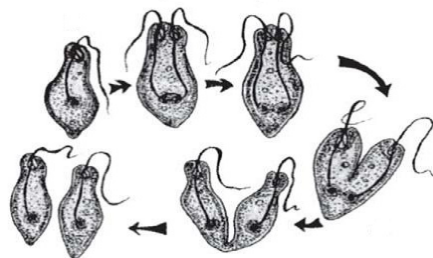
Perkembangbiakan pada hewan juga terjadi baik secara aseksual maupun seksual. Hewan tingkat rendah dapat bereproduksi secara seksual dan aseksual. Sedangkan hewan tingkat tinggi hanya bereproduksi secara seksual saja.

a. Perkembangbiakan Aseksual

Perkembangbiakan aseksual umumnya terjadi pada hewan tingkat rendah/Avertebrata. Reproduksi aseksual artinya reproduksi yang terjadi tanpa didahului dengan peleburan dua sel kelamin yang berbeda jenisnya. Individu baru muncul dari bagian tubuh induk. Beberapa hewan melakukan reproduksi aseksual, karena bagian dari siklus hidupnya, dan beberapa karena pengaruh lingkungan yang ekstreme. Sifat individu yang terbentuk dari reproduksi aseksual adalah 100% mirip dengan induk. Oleh karena itu, terdapat sedikit variasi genetik yang ditemukan pada individu hasil reproduksi ini. Reproduksi aseksual pada hewan ada lima jenis, yaitu pembelahan biner, pembelahan ganda, pembentukan tunas, regenerasi, dan partenogenesis.

1) Pembelahan biner,

Terjadi pada makhluk hidup uniseluler, yaitu dari golongan Monera dan Protista. Pada pembelahan biner, dari satu individu membelah secara langsung menjadi dua sel anak. Pembelahan biner terdiri dari lima jenis, yaitu pembelahan ortodoks, melintang, membujur, miring, dan strobilasi. Pembelahan biner secara ortodoks/umum terjadi pada Amoeba dan mikroorganisme lain dari golongan Rhizopoda. Pembelahan biner secara melintang terjadi pada Paramecium. Pembelahan dengan tipe membujur contohnya pada Euglena. Tipe pembelahan miring terjadi pada Dinoflagellata. Sedangkan pembelahan biner tipe strobilasi menghasilkan individu baru dari bagian tubuh induk yang lepas, contohnya pada cacing pita (*Taenia* sp).



Gambar 20. Pembelahan Biner pada Euglena
(Sumber: <http://taufik-ardiyanto.blogspot.co.id/2011/10/reproduksi.html>)

2) Pembelahan ganda

Yaitu pembelahan berulang, sehingga dalam sekali pembelahan dari satu individu dapat dihasilkan lebih dari dua individu. Contoh hewan yang dapat melakukan pembelahan ganda adalah Plasmodium.

3) Pertunasan atau budding

yaitu pemisahan individu baru dari tubuh induk. Individu ini terbentuk dari tonjolan pada bagian tubuh induk. Pertunasan biasanya terjadi pada hewan yang sesil (menempel di dasar perairan). Contoh: porifera, Hydra, dan terumbu karang.

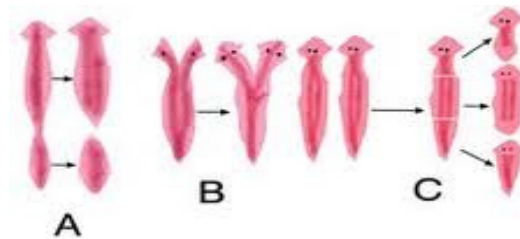
Kegiatan Pembelajaran 1



Gambar 21. Pembentukan tunas pada Hydra
(Sumber: <https://biologiklaten.wordpress.com/bab-21-sist-reproduksi-xi/>)

4) Fragmentasi

Individu baru terbentuk dari bagian tubuh induk yang terbagi-bagi/terputus baik sengaja atau tidak. Setiap bagian tumbuh dan berkembang membentuk bagian yang belum ada sehingga menjadi individu baru yang utuh. Contoh hewan yang melakukan reproduksi secara fragmentasi adalah cacing tanah, bintang laut, dan Planaria. Fragmentasi bukan merupakan cara reproduksi yang utama, karena dalam kondisi normal Planaria bereproduksi secara seksual.



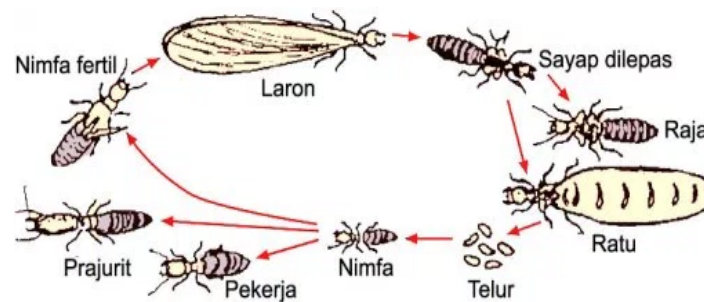
Gambar 22. Planaria bereproduksi secara fragmentasi dengan berbagai pembelahan

(Sumber:

<https://belajar.kemdikbud.go.id/SumberBelajar/tampilajar.php?ver=12&idmateri=96&lvl1=4&lvl2=1&lvl3=0&kl=10>)

5) Partenogenesis

Individu baru terbentuk dari telur yang tidak dibuahi. Hewan yang mengalami partenogenesis adalah serangga, misalnya lebah madu, laron.



Gambar 23. Partenogenesis pada Laron
(Sumber: <https://smayani.wordpress.com/2009/05/14/insecta/>)

b. Perkembangbiakan Seksual

Perkembangbiakan secara seksual pada hewan melibatkan alat reproduksi, sel kelamin/gamet jantan dan gamet betina, serta proses pembuahan atau fertilisasi. Pembuahan pada hewan ada dua jenis, yaitu pembuahan yang terjadi di dalam tubuh induk betina dan pembuahan yang terjadi di luar tubuh. Pembuahan di dalam tubuh induk betina disebut fertilisasi internal. Sedangkan pembuahan di luar tubuh induk betina disebut fertilisasi eksternal.

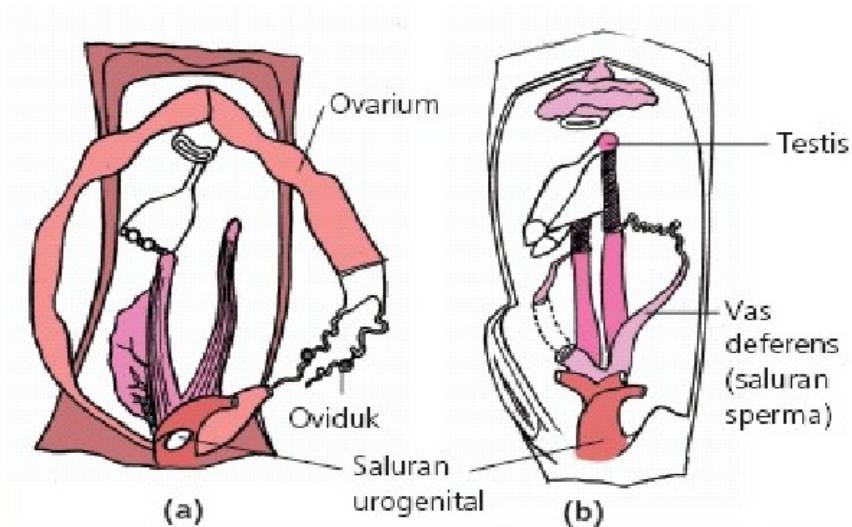
Pembuahan eksternal biasanya terjadi pada hewan yang hidup di dalam air, misalnya katak dan ikan. Jumlah sel telur dan sperma yang dihasilkan sangat banyak, sehingga dapat memperbesar peluang terjadinya pembuahan. Pada fertilisasi internal, pembuahan terjadi dalam tubuh induk betina. Jadi sperma dari induk jantan harus dimasukkan ke dalam tubuh betina melalui kopulasi.

Berikut ini beberapa contoh reproduksi seksual pada hewan.

1) Reproduksi pada Ikan

Pada umumnya ikan bertelur (ovipar) dan pembuahannya terjadi di luar tubuh induk betinanya. Alat kelamin jantan terdiri dari sepasang testis berwarna putih. Sperma dialirkan melalui saluran vas deferens yang bermuara di lubang urogenital. Lubang urogenital merupakan lubang yang dipakai untuk keluarnya urin dan sperma.

Kegiatan Pembelajaran 1

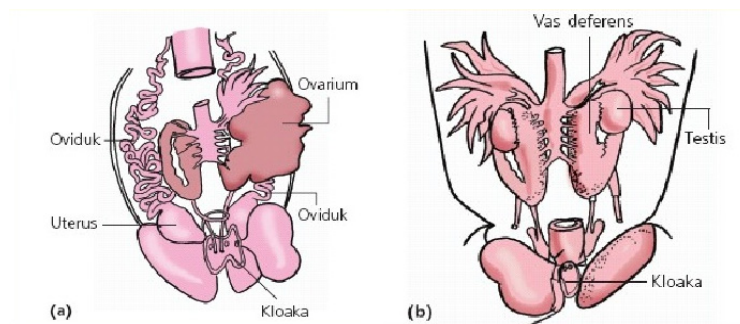


Gambar 24. Organ reproduksi pada ikan (a) betina, dan (b) jantan
(Sumber http://www.slideshare.net/fpa_faiz/bab-10-sistem-reproduksi)

Alat kelamin betina terdiri dari sepasang ovarium. Ovarium menghasilkan sel telur. Sel telur dikeluarkan melewati oviduk dan kemudian dialirkan ke lubang urogenital. Setelah ikan betina mengeluarkan sel telur di sembarang tempat atau di tempat tertentu, maka akan diikuti oleh ikan jantan dengan mengeluarkan sperma.

2) Reproduksi pada Katak

Katak termasuk hewan amfibi yang hidup di darat dan air. Pembuahan katak terjadi secara eksternal yang dilakukan di air. Katak bersifat ovipar atau bertelur. Alat kelamin jantan terdiri dari sepasang testis yang berwarna putih kekuningan.



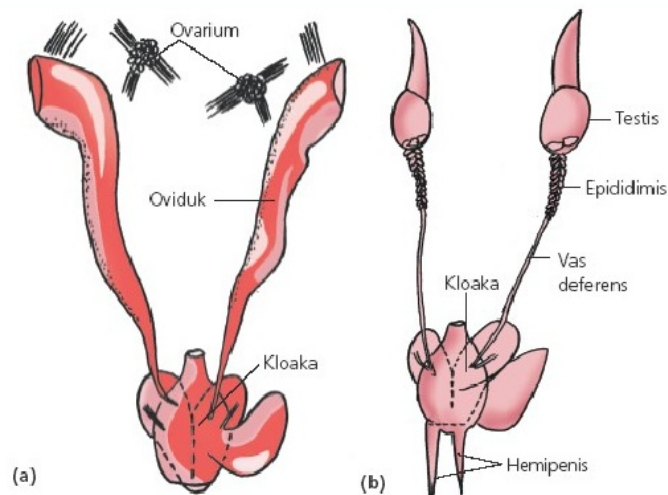
Gambar 25. Alat Reproduksi katak (a) betina dan (b) jantan
(Sumber http://www.slideshare.net/fpa_faiz/bab-10-sistem-reproduksi)

Testis menghasilkan sperma. Sperma melewati vas efferentia dan menuju kloaka. Kloaka merupakan tempat keluarnya sperma, saluran urin, dan sisa pembuangan makanan. Alat kelamin betina terdiri dari sepasang ovarium yang menghasilkan sel telur. Telur melewati oviduk dan menuju kloaka.

Pada saat kawin (kopulasi), katak jantan akan naik ke punggung katak betina. Dengan jarinya, katak jantan menekan katak betina sehingga katak betina mengeluarkan sel telur ke dalam air. Saat keluarnya telur, katak jantan akan mengeluarkan spermanya. Terjadilah pembuahan sel telur di dalam air dan akan berkembang menjadi zigot.

3) Reproduksi pada Reptilia

Umumnya reptilia bersifat ovipar, walaupun ada sebagian yang ovovivipar. Pada reptilia jantan, alat kelaminnya terdiri dari sepasang testis, epididimis dan vas deferens. Memiliki alat kelamin khusus yang disebut hemipenis dan dikeluarkan melalui kloaka saat kawin. Sedangkan reptilia betina memiliki alat kelamin terdiri dari sepasang ovarium dan oviduk. Telur bermuara di oviduk. Pada reptil ovovivipar telur akan menetas dalam oviduk.



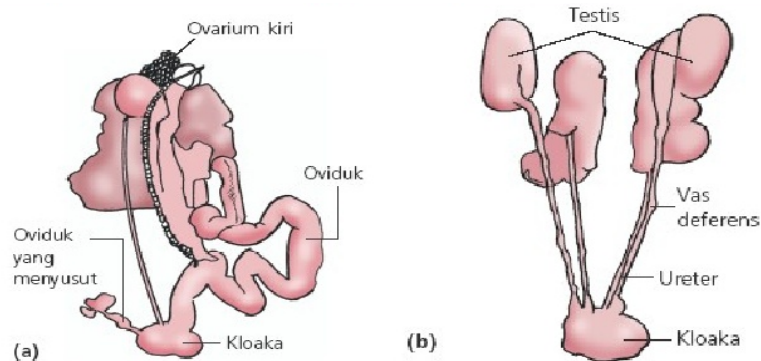
Gambar 26. Alat Reproduksi reptil (a) betina dan (b) jantan
(Sumber http://www.slideshare.net/fpa_faiz/bab-10-sistem-reproduksi)

4) Reproduksi pada Burung

Burung berkembangbiak dengan cara bertelur (ovipar). Umumnya telur akan dierami hingga menetas. Embrio di dalam telur memerlukan suhu tertentu untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Alat kelamin burung jantan

Kegiatan Pembelajaran 1

terdiri dari sepasang testis. Sperma yang dihasilkan testis akan menuju vas deferens dan kloaka. Sedangkan alat kelamin betina pada burung terdiri dari ovarium kiri dan oviduk.



Gambar 27. Alat Reproduksi burung (a) betina dan (b) jantan (Sumber http://www.slideshare.net/fpa_faiz/bab-10-sistem-reproduksi)

Saat kawin, kloaka jantan dan betina saling mendekat sehingga ketika sperma keluar dari kloaka jantan akan langsung masuk ke kloaka betina sehingga sel telur dapat dibuahi. Telur burung mempunyai struktur sebagai berikut.

- Cangkang telur, terbuat dari zat kapur yang berpori untuk keluar masuknya udara. Di sebelah dalam cangkang terdapat dua buah membran yang pada salah satu ujungnya tidak saling melekat, sehingga terbentuk rongga udara.
- Albumen (putih telur), berupa cairan kental berwarna putih bening yang berfungsi sebagai cadangan makanan dan melindungi embrio dari guncangan.
- Kuning telur, terdapat di bagian tengah albumen. Pada kuning telur ini terdapat calon embrio. Agar kuning telur tetap pada posisinya, maka terdapat kalaza yang berfungsi menjaga posisi kuning telur.

Pada saat telur dierami, embrio mulai tumbuh. Kuning telur dan putih telur diserap melalui pembuluh darah yang terbentuk mengelilingi kuning telur. Bagian-bagian yang berperan dalam mendukung pertumbuhan embrio adalah sebagai berikut.

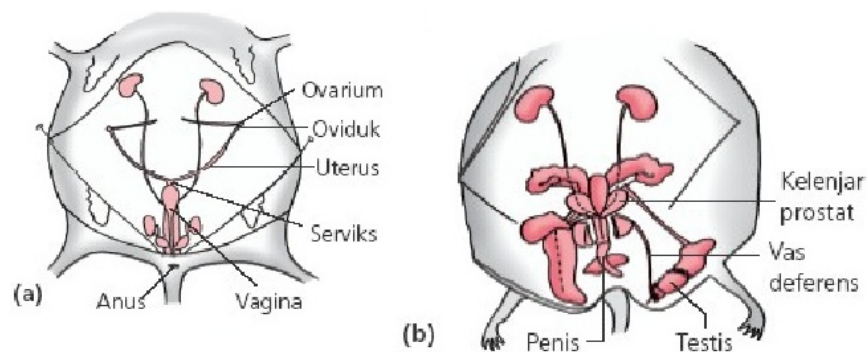
- Amnion, merupakan cairan ketuban yang terdapat pada suatu kantung tempat tumbuhnya embrio.

- b. Alantois, merupakan tempat penyimpanan hasil ekskresi, mengangkut O₂ ke dalam embrio dan CO₂ keluar dari embrio.
- c. Tali pusat, yaitu bagian yang menghubungkan kuning telur dengan alantois.

5) Reproduksi pada Mamalia

Mamalia berkembang biak dengan cara melahirkan anak (vivipar). Proses pembuahannya berlangsung di dalam tubuh induk betina (fertilisasi internal). Setelah dilahirkan, anak hewan mamalia menyusu kepada induknya. Meskipun demikian, ada beberapa jenis mamalia yang tidak melahirkan anaknya, tetapi bertelur. Contohnya adalah platipus (*Ornithorynchus anatinus*).

Semua hewan mamalia memiliki alat reproduksi yang hampir serupa. Untuk mempelajarinya, amatilah alat reproduksi tikus berikut ini.



Gambar 28. Alat Reproduksi mamalia (a) betina dan (b) jantan (Sumber http://www.slideshare.net/fpa_faiz/bab-10-sistem-reproduksi)

Tikus jantan mempunyai sepasang testis yang berfungsi untuk menghasilkan sperma. Sperma dikeluarkan melalui saluran sperma yang disebut vas deferens. Untuk memasukkan sperma ke dalam tubuh hewan betina, digunakan penis.

Tikus betina mempunyai sepasang ovarium yang berfungsi untuk menghasilkan sel telur atau ovum. Sel telur yang telah dilepaskan dari ovarium (ovulasi) keluar melalui saluran telur dan akhirnya sampai di uterus. Jika sel telur ini dibuahi oleh sperma, akan terbentuk zigot yang akan tumbuh dan berkembang menjadi embrio. Tikus mampu mengandung lebih dari satu embrio. Namun tidak semua mamalia memiliki kemampuan seperti



Kegiatan Pembelajaran 1

ini. Setiap embrio memperoleh nutrisi dan oksigen dari plasenta yang dihubungkan melalui tali pusat. Jika sudah tiba masa lahirnya, embrio lepas dari uterus dan dikeluarkan melalui vagina.

3. Penerapan Teknologi Pada Sistem Reproduksi Tumbuhan Dan Hewan

Teknologi reproduksi merupakan usaha-usaha yang dilakukan oleh manusia dalam rangka mengatasi masalah-masalah yang terjadi di dalam proses perkembangbiakan hewan ataupun tumbuhan sehingga akan menghasilkan produk baru yang sesuai dengan apa yang diharapkan. Teknologi reproduksi telah dikembangkan terus-menerus baik pada hewan, tumbuhan, bahkan manusia. Usaha-usaha tersebut dilakukan guna menghasilkan bahan makanan yang lebih baik serta menciptakan keseimbangan populasi sehingga kepunahan dari suatu spesies bisa dihindari

a. Tehnologi Reproduksi pada Tumbuhan

1) Hibridisasi

Hibridisasi adalah persilangan antara varietas dalam spesies yang sama yang memiliki sifat unggul. Hasil dari hibridisasi adalah hibrid yang memiliki sifat perpaduan dari kedua induknya. Contoh hibrid tumbuhan yang telah dibudidayakan adalah jagung, kelapa, padi, tebu, dan anggrek.

Proses dan istilah yang dilakukan pada hibridisasi adalah:

a) Kastrasi

Adalah kegiatan membersihkan bagian tanaman yang ada di sekitar bunga yang akan diemaskulasi dari: kotoran, serangga, kuncup-kuncup bunga yang tidak dipakai serta organ tanaman lain yang mengganggu kegiatan persilangan seperti membuang mahkota dan kelopak bunga.

b) Emaskulasi

Adalah proses pengambilan tepung sari pada kelamin jantan agar tidak terjadi proses penyerbukan sendiri. Dalam proses pengambilan tepung sari tersebut dilakukan pada saat sebelum kepala putik masak agar lebih menjaga dan memperkecil kemungkinan terjadinya penyerbukan.

Emaskulasi terutama dilakukan pada tanaman berumah satu yang hermaphrodit dan fertil. Cara emaskulasi tergantung pada morfologi bunganya.

c) Isolasi

Dilakukan agar bunga yang telah diemaskulasi tidak terserbuki oleh serbuk sari asing. Dengan demikian baik bunga jantan maupun betina harus ditutupi dengan kantung. Kantung bisa terbuat dari kertas tahan air, kain, plastik, selotipe dan lain-lain. Ukuran kantung disesuaikan dengan ukuran bunga tanaman yang bersangkutan.

d) Pengumpulan serbuk sari.

Pengumpulan serbuk sari dapat dimulai beberapa jam sebelum kuncup-kuncup bunga itu mekar. Agar kuncup bunga itu tidak lekas layu dan tahan lama dalam keadaan segar, hendaknya kuncup bunga itu dipetik dan diangkat pada pagi hari sebelum matahari terbit atau pada sore hari setelah matahari terbenam.

Di laboratorium, serbuk sari biasanya disimpan pada suhu antara 2 - 80C dan pada kelembaban udara antara 10% sampai 50%.

e) Penyerbukan,

Penyerbukan buatan dilakukan antara tanaman yang berbeda genetiknya. Pelaksanaannya terdiri dari pengumpulan serbuk sari yang viabel dari tanaman berbunga jantan yang sehat, kemudian menyerbukannya ke stigma berbunga betina yang telah dilakukan emaskulasi.

2) Kultur Jaringan

Pelaksanaan teknik kultur jaringan bertujuan untuk memperbanyak jumlah tanaman. Tanaman yang dikultur biasanya adalah bibit unggul. Dengan teknik ini, kita bisa mendapatkan keturunan bibit unggul dalam jumlah yang banyak, waktu yang singkat dan memiliki sifat yang sama dengan induknya. Kultur jaringan sebenarnya memanfaatkan sifat totipotensi yang dimiliki oleh sel tumbuhan.

Kultur jaringan merupakan teknik untuk memperoleh bibit tanaman dengan cara menumbuhkan sebagian jaringan tumbuhan dalam media khusus.

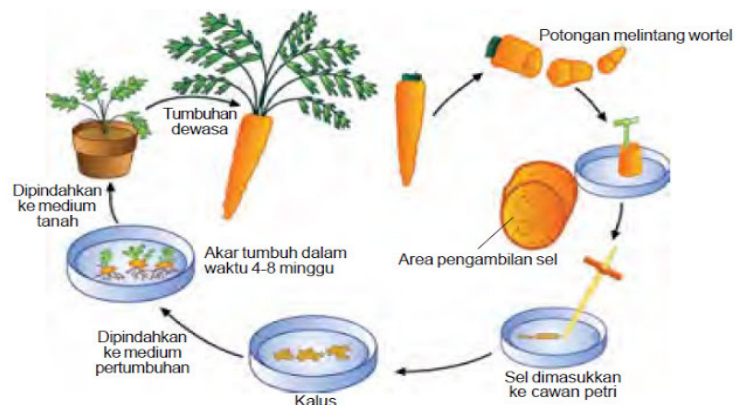


Kegiatan Pembelajaran 1

Teknik ini bertujuan memperoleh bibit tanaman baru yang lebih baik, lebih cepat, dan lebih banyak dalam waktu yang tidak terlalu lama. Melalui cara ini perbanyakan tanaman dilakukan secara vegetatif. Teori yang melandasi teknik ini adalah teori *totipotensi*, yang artinya setiap sel tumbuhan memiliki kemampuan untuk tumbuh menjadi individu bila ditempatkan pada lingkungan yang sesuai. Dengan demikian individu-individu yang dihasilkan mempunyai sifat yang sama persis dengan induknya.

Teknik kultur jaringan diterapkan dengan cara mengambil sedikit jaringan dari daun, pucuk, atau ujung akar tanaman yang sebelumnya telah disucihamakan. Selanjutnya potongan jaringan tersebut ditanam pada botol-botol steril yang telah diisi dengan media tanam. Dalam media tersebut terkandung unsur hara yang sudah ditakar dan hormon pertumbuhan yang sesuai. Setelah beberapa lama, dari potongan jaringan tersebut tumbuh tunas baru atau kalus. Kalus selanjutnya berkembang jadi tunas yang dapat menghasilkan akar dan selanjutnya tumbuh menjadi individu baru, yang disebut *plantlet*. Setelah *plantlet* dalam botol tersebut cukup besar dapat dipindah ke media tanah seperti pada umumnya.

Teori totipotensi pertama kali dikemukakan oleh G. Heberlandt tahun 1898. Dia adalah seorang ahli fisiologi yang berasal dari Jerman. Pada tahun 1969, F.C. Steward menguji ulang teori tersebut dengan menggunakan objek empulur wortel. Dengan mengambil satu sel empulur wortel, F.C. Steward bisa menumbuhkannya menjadi satu individu wortel. Seperti pada gambar di berikut ini.



Gambar 29. Langkah teknik kultur jaringan pada tanaman wortel
(Sumber <http://www.kehidupankita.com/2015/08/langkah-teknik-kultur-jaringan.html>)

Keuntungan dari kultur jaringan adalah:

- Dalam waktu singkat dapat menghasilkan bibit yang diperlukan dalam jumlah banyak.
- Sifat tanaman yang dikultur sesuai dengan sifat tanaman induk.
- Tanaman yang dihasilkan lebih cepat berproduksi.
- Tidak membutuhkan area tanam yang luas.
- Tidak perlu menunggu tanaman dewasa, kita sudah dapat membiakkannya.

4. Tehnologi Reproduksi pada Hewan

a. Kloning

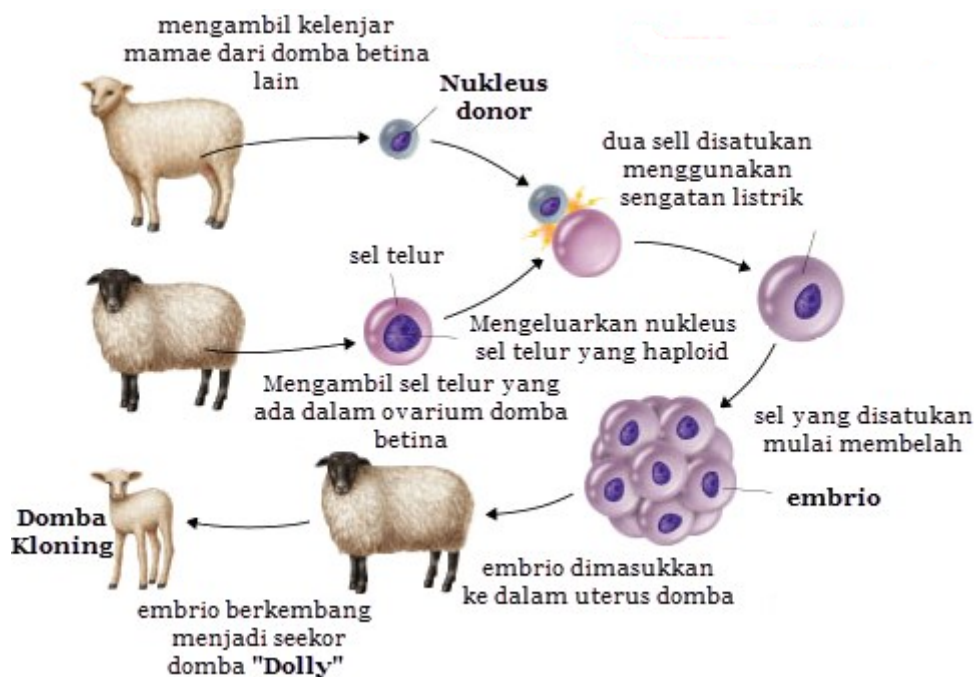
Klon adalah rumpun makhluk hidup hasil perbanyakan secara vegetatif, seperti rumpun pisang. Jadi, istilah cloning sebenarnya adalah proses perbanyakan organisme secara vegetatif. Oleh karena itu, kloning sebenarnya bukanlah hal baru. Orang sudah biasa melakukannya misalnya pada ketela pohon melalui setek. Kloning menjadi baru karena dilakukan pada hewan tingkat tinggi dan kadang-kadang ada manipulasi genetik didalam tahapannya. Kloning adalah penggunaan sel somatik makhluk hidup multiseluler untuk membuat satu atau lebih individu dengan materi genetik yang sama atau identik. Kloning ditemukan pada tahun 1997 oleh Dr. Ian Willmut seorang ilmuwan Skotlandia dengan menjadikan sebuah sel telur domba yang telah direkayasa menjadi seekor

Kegiatan Pembelajaran 1

domba tanpa ayah atau tanpa perkawinan. Domba hasil rekayasa ilmunan Skotlandia tersebut diberi nama "Dolly".

Kloning pada hewan menyusui lebih sulit karena perkembangan embrionya berlangsung di dalam tubuh induknya. Disamping itu, hewan menyusui memerlukan makanan tertentu dari induknya selama pertumbuhan dan perkembangannya.

Kloning pada hewan menyusui, misalnya domba dilakukan dengan mengambil sel telur dari domba betina B dan sel tubuh dari sel puting susu domba A. Nukleus (inti sel) dari sel domba B dihilangkan kemudian kedua sel digabungkan dengan metode "*electrofussion*" atau memberikan kejutan listrik. Hal itu dilakukan supaya sel mulai melakukan pembelahan setelah proses penggabungan. Sel yang mulai melakukan pembelahan dikulturkan hingga terbentuk embrio. Kemudian, embrio ditanam kedalam rahim induk asuh, hingga lahir. Domba hasil kloning tersebut mirip domba betina A.



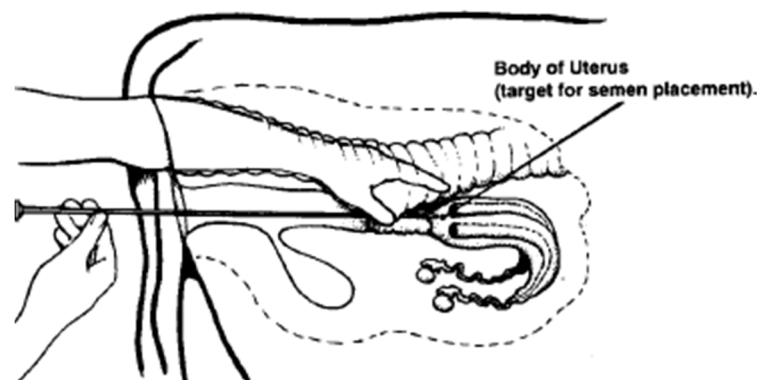
Gambar 30 Proses kloning pada domba Dolly (Sumber: <http://www.gudangbiologi.com/2015/12/pengertian-teknologi-reproduksi-dan-bioteknologi.html>)

b. Inseminasi buatan

Inseminasi buatan adalah pembuahan atau fertilisasi yang terjadi pada sel telur dengan sperma yang disuntikkan pada kelamin betina. Jadi, fertilisasi ini tidak membutuhkan hewan jantan, tetapi hanya membutuhkan spermanya saja.

Tujuan dilakukan inseminasi buatan adalah: 1) memperbaiki mutu genetik ternak; 2) mengoptimalkan penggunaan bibit pejantan unggul secara luas dalam jangka waktu yang lama dan 3) tidak mengharuskan pejantan unggul untuk dibawa ketempat yang dibutuhkan sehingga mengurangi biaya.


Inseminasi buatan dilakukan karena bibit pejantan unggul yang hendak dikawinkan dengan bibit betina lokal tidak memiliki waktu masa subur yang bersamaan. Bibit pejantan unggul dikawinkan dengan bibit betina lokal supaya dapat menghasilkan keturunan yang lebih baik.



Gambar 31. Tehnik Inseminasi Buatan pada Sapi (Sumber: <https://pustakavet.wordpress.com/2011/01/20/teknik-inseminasi-buatan-ib/> tgl 18-2-2017)

Teknologi ini menggunakan metode penyimpanan sperma pada suhu rendah (-80° sampai -20°). Jadi, untuk mendapatkan bibit pejantan unggul untuk mengawini bibit betina lokal tidak perlu dengan membawa individunya tetapi cukup dengan membawa spermanya.

Inseminasi buatan adalah proses memasukkan sperma hewan jantan kedalam tubuh hewan betina yang dilakukan dengan bantuan alat tertentu (alat suntik) seperti pada gambar di atas. Oleh karena itu, inseminasi buatan sering disebut kawin suntik. Rekayasa ini sering dilakukan pada hewan ternak, seperti sapi dan lembu.



Kegiatan Pembelajaran 1

Ke dalam saluran hewan betina yang telah menunjukkan gejala siap kawin, dimasukkan sel kelamin jantan atau sperma dari hewan jantan yang telah disiapkan, misalnya dari bank sperma. Inseminasi buatan sangat praktis dan tingkat keberhasilan terjadinya pembuahan tinggi karena waktu menyuntikkan sperma disesuaikan dengan waktu pemasakan sel telur pada hewan betina. Selain itu, berapa banyak sperma yang harus digunakan dapat ditentukan sehingga efisien. Keuntungan lain ialah untuk mengawinkan sapi lokal dengan sapi luar negeri (unggul) dapat menghemat biaya karena tidak harus mendatangkan sapi luar negeri tersebut melainkan cukup spermanya saja.

Keuntungan dilakukan inseminasi buatan adalah: a) menghemat biaya pemeliharaan ternak jantan; b) mencegah terjadinya kawin sedarah pada sapi betina (*inbreeding*) dan c) dapat mengatur jarak kelahiran ternak dengan baik.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran pada kegiatan pembelajaran Reproduksi Tumbuhan dan Hewan terdiri atas tiga bagian, yaitu Diskusi Materi, Aktivitas Praktik, dan Penyusunan Soal Penilaian Berbasis kelas. Anda dipersilahkan melakukan aktivitas pembelajaran tersebut secara mandiri dengan penuh semangat dan tanggung jawab yang tinggi.

1. Diskusi Materi

Pada saat mempelajari materi Topik Sistem Reproduksi pada Hewan dan Tumbuhan, baca uraian materi sampai tuntas dengan teliti, kritis, dan rasa ingin tahu yang tinggi dan buatlah rangkuman dengan kreatif dalam bentuk peta pikiran (*mindmap*) secara mandiri kemudian diskusikan dalam kelompok. Selanjutnya perwakilan kelompok mempresentasikan hasil diskusi kelompok dan anggota kelompok lain memperhatikan dan menanggapi secara aktif.

LK.G1.01. Diskusi Materi Topik Sistem Reproduksi pada Hewan dan Tumbuhan

Tujuan : Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu mengidentifikasi konsep-konsep penting topik Reproduksi pada Hewan dan Tumbuhan

Langkah Kegiatan :

- a. Pelajarilah topik Reproduksi pada Hewan dan Tumbuhan dari bahan bacaan pada modul ini, dan bahan bacaan lainnya!
- b. Diskusikan secara kelompok untuk mengidentifikasi konsep-konsep penting yang ada pada topik Reproduksi pada Hewan dan Tumbuhan!
- c. Buatlah rangkuman materi tersebut dalam bentuk peta pikiran (*mind map*)!
- d. Presentasikanlah hasil diskusi kelompok Anda!
- e. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

2. Aktivitas Praktik

Setelah Anda mengkaji materi Reproduksi pada Tumbuhan dan Hewan. Anda dapat mencoba melakukan kegiatan eksperimen yang dalam modul ini disajikan petunjuknya dalam lembar kegiatan. Pastikan Anda sudah menguasai seluruh materi dalam modul, baik yang berkaitan dengan teori maupun kegiatan yang berkaitan penggunaan alat praktik biologi

Untuk kegiatan praktik, Pertumbuhan Serbuk Sari pada Proses Penyerbukan, siapkan alat dan bahannya. Ikuti setiap petunjuk yang ada dalam setiap lembar kerja. Lakukan diskusi untuk menentukan hasil kegiatan.

Anda dapat bekerjasama dalam kelompok masing-masing dan menyelesaikan aktivitas sesuai dengan waktu yang ditentukan. Aktivitas dapat dilakukan dengan mandiri atau kerjasama terutama pada saat praktikum, kreatif dalam membuat laporan hasil kerja. Laporan yang dikumpulkan merupakan hasil musyawarah mufakat bersama dan jika ada perbaikan menjadi tanggung jawab semua anggota kelompok.

LK.G1.02

Pada aktivitas ini, saudara akan melaksanakan kegiatan praktikum Pertumbuhan Serbuk Sari pada Proses Penyerbukan. Anda secara mandiri bekerja dalam kelompok untuk mengisi tabel pengamatan dan menjawab pertanyaan. Diharapkan setiap kelompok dapat menyelesaikan aktivitas sesuai dengan waktu yang ditentukan

Judul : Pertumbuhan Serbuk sari pada proses Penyerbukan

Tujuan : Mengetahui pertumbuhan serbuk sari pada proses penyerbukan

Alat

1. Cawan petri
2. Tabung reaksi
3. Pinset
4. Mikroskop

Bahan

1. Serbuk sari dari 4 bunga (berbeda)
2. Larutan gula 5%, 10%, dan 15%
3. Kertas saring
4. Plastik ukuran 2 cm 2
5. Aquades

Cara Kerja:

1. Siapkan cawan petri beralaskan kertas saring yang telah diberi tanda I, II, III dan IV
2. Basahi cawan I dengan air suling, cawan II dengan larutan gula 5% cawan III dengan larutan gula 10% dan cawan IV dengan larutan gula 15%
3. Ampil sepotong plastik ukuran 2 cm² sebanyak empat lembar, dan masing-masing diberi tanda a, b, c, dan d
4. Celupkan plastik a ke dalam air suling (gunakan pinset) taburi dengan serbuk sari bunga yang telah disiapkan. Dan letakkan pada cawan I
5. Lakukan hal yang sama pada plastik b yang dicelupkan ke dalam larutan gula 10% dan letakkan pada cawan III, dan plastik dicelupkan ke dalam larutan gula 15% dan diletakkan pada cawan IV.
6. Dengan menggunakan mikroskop, amati pertumbuhan serbuk sari yang ada pada masing-masing plastik tersebut.
7. Isikan hasil pengamatanmu ke dalam tabel berikut! Tulislah jumlah serbuk sari yang tumbuh dengan menuliskan: banyak, sedikit atau tidak ada!



Kegiatan Pembelajaran 1

8. Bandingkan hasil pengamatanmu dengan hasil pengamatan temanmu yang menggunakan serbuk sari bunga yang berbeda.

Tabel Hasil Pengamatan serbuk sari

No.	Nama Bunga	Keadaan Serbuk Sari yang Terdapat pada Cawan			
		I air suling	II gula 5%	III gula 10%	IV gula 15%
1.					
2.					
3.					
dst					

Pertanyaan

1. Pada larutan manakah pertumbuhan serbuk sari tampak paling banyak?
2. Adakah hubungan antara jenis bunga dan laju pertumbuhan benang sari?



3. Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas

LK.G1.03 Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Sistem Reproduksi Tumbuhan dan Hewan

Buatlah secara mandiri tiga soal pilihan ganda (PG) dan tiga soal Uraian pada topik Sistem Reproduksi Tumbuhan dan Hewan yang dilengkapi dengan kisi-kisi. Gunakanlah format kisi-kisi yang telah disediakan. Cara pengembangan instrumen pilihan ganda dapat Anda pelajari pada modul **Pedagogi Kelompok Kompetensi G (Topik Pengembangan Instrumen Penilaian Pembeajaran)**. Pilihlah indikator soal berdasarkan kisi-kisi Ujian Nasional yang terdapat pada bagian **Lampiran 1**. Diskusikanlah dengan teman-teman guru lainnya secara kolaboratif kisi-kisi dan soal yang telah anda buat.

Format Kisi-kisi Soal

No	Indikator Soal	Level Kognitif	Butir Soal	Kunci Jawaban
1				
2				
3				
4				
5				
6				

E. Latihan / Kasus /Tugas

Latihan/Kasus/Tugas terdiri atas dua bagian, yaitu soal pilihan ganda dan latihan mengembangkan soal. Soal pilihan ganda merupakan contoh yang dapat diadaptasi oleh Anda dalam mengembangkan soal sejenis, baik untuk penilaian formatif, sumatif, maupun ujian.

Soal Pilihan Ganda

Kerjakanlah soal secara mandiri dan teliti dengan cara memilih salah satu pilihan jawaban yang paling tepat.

1. Pernyataan di bawah ini yang merupakan perkembangbiakan tak kawin buatan adalah ...
 - A. penyerbukan padi oleh angin
 - B. pertunasan pada rumpun padi
 - C. penyerbukan vanili oleh manusia
 - D. penyetekan pada pohon kembang sepatu

2. Endosperma sebagai tempat cadangan makanan, pada tumbuhan Angiospermae terbentuk dari hasil pembuahan.....
 - A. inti generatif 1 dengan sel telur
 - B. inti generatif 2 dengan sel telur.
 - C. inti generatif 1 dengan inti kandung lembaga sekunder
 - D. inti generatif 2 dengan inti kandung lembaga sekunder

3. Data ciri bunga sebagai berikut:
 - i. serbuk sari ringan dan banyak
 - ii. kepala sari menggantung
 - iii. kepala putik berperekat
 - iv. mahkota bunga berwarna putihPenyerbukan yang terjadi pada bunga dengan ciri tersebut adalah
 - A. antropogami
 - B. anemogami
 - C. centomogami
 - D. hidrogami

4. Hubungan yang tepat antara alat perkembangan tumbuhan dengan cara penyebarannya adalah...
 - A. tembakau dengan serangga karena biji tembakau kecil dan mengandung lemak
 - B. padi dengan angin karena bijinya kecil dan mudah diterbangkan
 - C. kelapa dengan angin karena pohonnya tinggi dan buahnya kering dan ringan
 - D. beringin dengan Mamalia karena buahnya dapat menempel pada badan mamalia

5. Spirogyra berkembang biak secara generative dengan cara...
 - A. Konjugasi
 - B. Fertilisasi
 - C. Persilangan
 - D. Spora

6. Alat perkembang biakan yang dimiliki oleh kadal jantan adalah ...
 - A. penis, kloaka, vas deferens, testis
 - B. skrotum, penis, testis, vas deferens
 - C. urogenital, vas deferens, testis
 - D. hemipenis, kloaka, vas deferns, testis

7. Kelebihan reproduksi aseksual jika dibanding reproduksi seksual adalah
 - A. Menghasilkan telur
 - B. Menghasilkan keturunan yang beragam sifatnya
 - C. Membutuhkan waktu yang lebih lama
 - D. Membutuhkan waktu lebih singkat

8. Teknologi reproduksi pada tumbuhan dilakukan untuk
 - A. Mengatasi masalah reproduksi tumbuhan secara alami
 - B. Menambah lahan pertanian
 - C. Meningkatkan penggunaan tanah
 - D. Mengurangi jumlah tumbuhan



Kegiatan Pembelajaran 1

9. Manfaat inseminasi buatan salah satunya adalah mempertinggi penggunaan pejantan-pejantan unggul, mengapa demikian?
- A. semen beku dari pejantan-pejantan unggul dapat menginseminasi sapi betina lebih banyak dibanding perkawinan alam.
 - B. seleksi pejantan unggul untuk inseminasi buatan sangat ketat.
 - C. kualitas semen pejantan unggul lebih baik.
 - D. produksi semen pejantan unggul lebih banyak.
10. Tumbuhan lengkap yang tumbuh dan berkembang dari kalus dalam kultur jaringan dinamakan ...
- A. plantlet
 - B. emaskulasi
 - C. kastrasi
 - D. klon



F. Rangkuman

Ada dua macam perkembangbiakan tumbuhan yaitu yang tidak melibatkan alat perkawinan dan yang melibatkan alat perkawinan. Perkembangbiakan vegetatif atau perkembangbiakan secara tak kawin terjadi apabila terbentuknya individu baru tanpa melalui proses perkawinan. Perkembangbiakan vegetatif ada dua macam, yaitu vegetatif alami dan vegetatif buatan.

Reproduksi pada tumbuhan yang terjadi secara generatif (seksual), terutama pada tumbuhan tingkat tinggi (spermatophita) dengan cara penyerbukan dan pembuahan (fertilisasi).

Penyerbukan pada tumbuhan tingkat tinggi terjadi antara lain dengan perantaraan angin, air dan hewan.

Pembuahan pada tumbuhan tingkat tinggi meliputi pembuahan tunggal pada Gymnospermae dan pembuahan ganda pada Angiospermae.

Reproduksi hewan dapat di bedakan menjadi dua macam yaitu secara Vegetatif dan Generatif. Perkembangbiakan Vegetatif terjadi tanpa peleburan Sel Kelamin Jantan dan Betina. Perkembangbiakan Vegetatif biasanya terjadi pada hewan tingkat rendah atau tidak bertulang belakang (Avertebrata). Perkembangbiakan generatif umumnya terjadi pada Hewan tingkat tinggi atau hewan bertulang belakang (Vertebrata). Perkembangbiakan tersebut melibatkan alat kelamin jantan dan alat betina dan ditandai oleh adanya peristiwa pembuahan (Fertilisasi).

Reproduksi secara generatif adalah proses perkembangbiakan yang melibatkan dua individu yang berbeda jenis kelaminnya. Hewan jantan akan menghasilkan sel kelamin jantan (sel sperma atau spermatozoa). Sedangkan hewan betina menghasilkan telur atau sel telur (ovum).

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan latihan ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 75%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Belajar pada Modul berikutnya yaitu Kegiatan Belajar 02, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 75%, sebaiknya Anda ulangi kembali Kegiatan Belajar 01 ini dengan mandiri.

H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus

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

Kegiatan Pembelajaran 2

Pewarisan Sifat

Modul terintegrasi PPK ini disusun sebagai salah satu alternatif sumber bahan ajar bagi guru untuk memahami topik pewarisan sifat. Melalui pembahasan pewarisan sifat ini, guru dapat memiliki dasar pengetahuan untuk mengajarkan materi yang sama ke peserta didiknya yang disesuaikan dengan tujuan pembelajaran IPA di sekolah.

Bila Anda memperhatikan sekumpulan anak ayam yang sedang mencari makan dengan induknya, Anda akan melihat bahwa beberapa sifat anak ayam ada yang mirip dengan sifat induk betina, dan atau induk jantannya. Misalnya, sifat yang nampak pada warna bulu, kaki, ekor, dan sebagainya. Hal yang serupa juga terdapat pada tanaman, misalnya padi. Sifat-sifat yang dimiliki tanaman padi unggul diperoleh dari bibit-bibit yang memiliki sifat-sifat unggul ini. Sifat ini diturunkan dari induk ke keturunannya melalui perkawinan/persilangan /pembastaran. Sifat ini dibentuk oleh faktor pembawa sifat keturunan yang disebut gen. Pada peristiwa tersebut, Anda dapat menyimpulkan bahwa ada pewarisan sifat dari orang tua kepada anak-anaknya.

A. Tujuan

Setelah guru mempelajari modul terintegrasi PPK ini secara mandiri dengan kerja keras, disiplin, jujur, kreatif, kerjasama, dan tanggungjawab, diharapkan guru mampu memahami konsep pewarisan sifat dan proses pewarisan sifat dalam kehidupan makhluk hidup.

B. Kompetensi dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan guru mampu:

1. Menjelaskan hukum Mendel dalam proses pewarisan sifat
2. Menerapkan hukum Mendel I dan II secara teoritis dalam persilangan tumbuhan
3. Menentukan macam-macam interaksi gen yang terjadi pada makhluk hidup
4. Menerapkan interaksi gen dalam persilangan;
5. Menjelaskan pola pewarisan sifat pada manusia.

C. Uraian Materi

Genetika adalah ilmu yang mempelajari pewarisan sifat (hereditas) induk kepada keturunannya. Pewarisan sifat itu ternyata mengikuti pola-pola tertentu. Orang yang pertama kali mengadakan percobaan tentang pewarisan sifat adalah Gregor Johann Mendel (1822-1884).

1. Pewarisan Sifat menurut Mendel



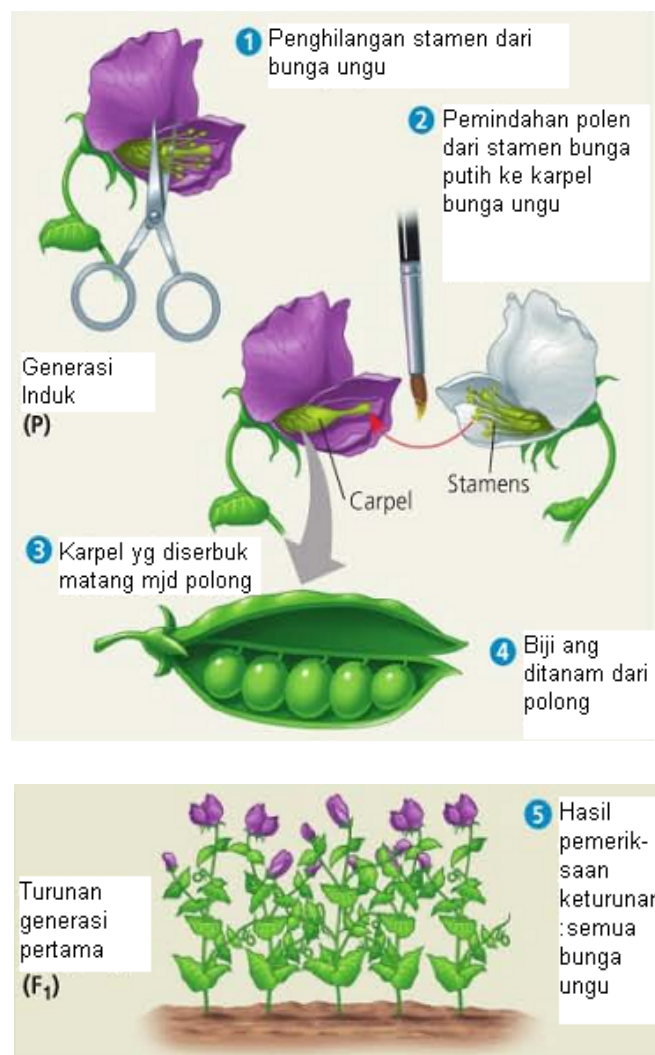
Gambar 30. Gregor Mendel

Mendel lahir tanggal 22 Juli 1822 di kota kecil Heinzendorf di Silesia, Austria dan sampai kini dianggap sebagai peletak dasar ilmu pewarisan sifat atau genetika. Semasa hidupnya, beliau senang melakukan percobaan di kebunnya untuk menyelidiki bagaimana sifat-sifat tanaman induk diturunkan kepada keturunannya. Hasil percobaannya diumumkan pada tahun 1865, dan sejak tahun itu ilmu tentang keturunan tumbuh dengan teori-teori yang lebih ilmiah.


Eksperimen Mendel dimulai saat dia berada di biara Brunn didorong oleh keingintahuannya tentang suatu ciri tumbuhan diturunkan dari induk keturunannya. Jika misteri ini dapat dipecahkan, petani dapat menanam hibrida dengan hasil yang lebih besar. Prosedur Mendel merupakan langkah yang cemerlang dibanding prosedur yang dilakukan waktu itu. Mendel sangat

memperhitungkan sifat atau karakter dari keturunan dan keturunan tersebut diteliti sebagai satu kelompok, bukan sejumlah keturunan yang istimewa.

Dia Dia juga memisahkan berbagai macam ciri dan meneliti satu jenis ciri saja pada waktu tertentu, tidak memusatkan perhatian pada tumbuhan secara keseluruhan. Dalam eksperimennya, Mendel memilih tumbuhan biasa, kacang polong, sedangkan para peneliti lain umumnya lebih suka meneliti tumbuhan langka. Seperti pada gambar berikut, Mendell melakukan penyilangan terhadap kacang polong.



Gambar 31. Proses Penyilangan
(Sumber : Campbell, et al. 2009)



Kegiatan Pembelajaran 3

Mendel menyilangkan tumbuhan tinggi dengan tumbuhan pendek dengan menaruh tepung sari dari yang tinggi pada bunga pohon yang pendek, demikian sebaliknya. Mendel mengharapkan bahwa semua keturunan generasi pertama hasil persilangan itu akan berupa pohon berukuran sedang atau separuh tinggi dan separuh pendek. Namun ternyata, semua keturunan generasi pertama berukuran tinggi. Rupanya sifat pendek telah hilang sama sekali. Lalu Mendel membiarkan keturunan generasi pertama itu berkembang biak sendiri menghasilkan keturunan generasi kedua. Kali ini, tiga perempat berupa tumbuhan tinggi dan seperempat tumbuhan pendek. Ciri-ciri yang tadinya hilang muncul kembali. Dia menerapkan prosedur yang sama pada enam ciri lain. Dalam setiap kasus, satu dari ciri-ciri yang berlawanan hilang dalam keturunan generasi pertama dan muncul kembali dalam seperempat keturunan generasi kedua.

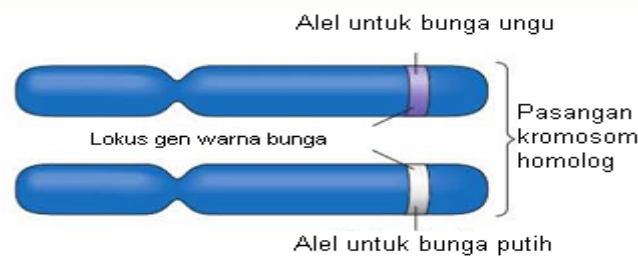
Dari percobaan tersebut, Mendel melahirkan hukum mengenai pewarisan sifat yang dikenal dengan Hukum Mendel. Hukum ini terdiri dari dua bagian:

- 1) Hukum pemisahan (*segregation*) dari Mendel, juga dikenal sebagai Hukum Mendel I,
- 2) Hukum berpasangan secara bebas (*independent assortment*) dari Mendel, juga dikenal sebagai Hukum Mendel II.

a. Hukum Mendel I (Hukum Segregasi Bebas)

Mendel menarik beberapa kesimpulan dari hasil penelitiannya. Dia menyatakan bahwa setiap ciri dikendalikan oleh dua macam informasi, satu dari sel jantan (tepung sari) dan satu dari sel betina (indung telur di dalam bunga). Kedua informasi ini (kelak disebut pembawa sifat keturunan atau gen) menentukan ciri-ciri yang akan muncul pada keturunan. Sekarang, konsep ini disebut Hukum Mendel I yaitu Hukum Segregasi Bebas. Hukum segregasi bebas menyatakan bahwa pada pembentukan gamet, kedua gen yang merupakan pasangan alel itu akan memisah sehingga tiap-tiap gamet menerima satu gen dari alelnya. Secara garis besar, hukum ini mencakup tiga pokok:

- 1) Gen memiliki bentuk-bentuk alternatif yang mengatur variasi pada karakter. Ini adalah konsep mengenai alel.
- 2) Setiap individu membawa sepasang gen, satu dari induk jantan dan satu dari induk betina.
- 3) Jika sepasang gen ini merupakan dua alel yang berbeda, alel dominan akan terekspresikan. Alel resesif yang tidak terekspresikan, tetap akan diwariskan pada gamet yang dibentuk.



Gambar 32. Alel pada warna bunga.

(Alel untuk warna bunga berada pada lokus gen yang sama pada pasangan kromosom homolog).

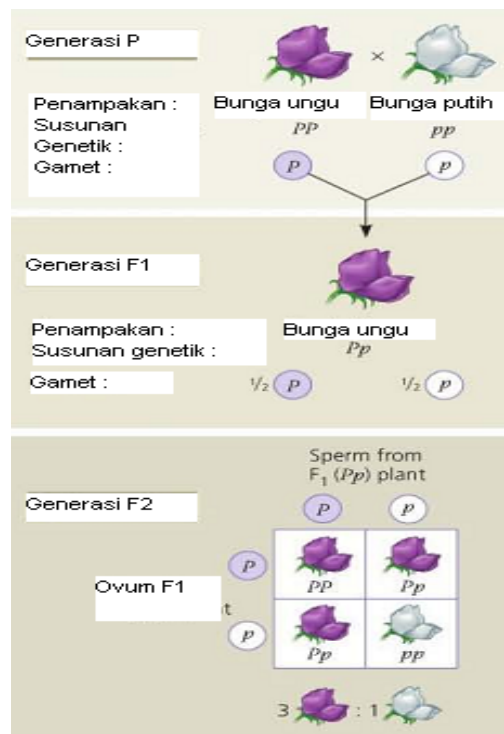
Untuk setiap ciri yang diteliti oleh Mendel dalam kacang polong, ada satu ciri yang dominan sedangkan lainnya resesif. Induk galur murni dengan ciri dominan mempunyai sepasang gen dominan (PP) dan dapat memberi hanya satu gen dominan (P) kepada keturunannya. Induk galur murni dengan ciri yang resesif mempunyai sepasang gen resesif (pp) dan dapat memberi hanya satu gen resesif (p) kepada keturunannya. Maka keturunan generasi pertama menerima satu gen dominan dan satu gen resesif (Pp) dan menunjukkan ciri-ciri gen dominan. Bila keturunan ini berkembang biak sendiri menghasilkan keturunan generasi kedua, sel-sel jantan dan betina masing-masing dapat mengandung satu gen dominan (P) atau gen resesif (p). Oleh karenanya, ada empat kombinasi yang mungkin: PP, Pp, pP dan pp. Tiga kombinasi yang pertama menghasilkan tumbuhan dengan sifat dominan, sedangkan kombinasi terakhir menghasilkan satu tumbuhan dengan sifat resesif.

Percobaan Mendel yang dipaparkan di atas adalah satu contoh **persilangan monohibrid** (gambar 33). Hasil dari percobaan ini menunjukkan sifat warna ungu dominan terhadap sifat warna putih. Oleh karena itu, simbol sifat ini dilambangkan dengan P (huruf pertama dari purple) untuk yang dominan dan p untuk yang resesif. Dalam percobaan ini, Mendel menggunakan individu dari

Kegiatan Pembelajaran 3

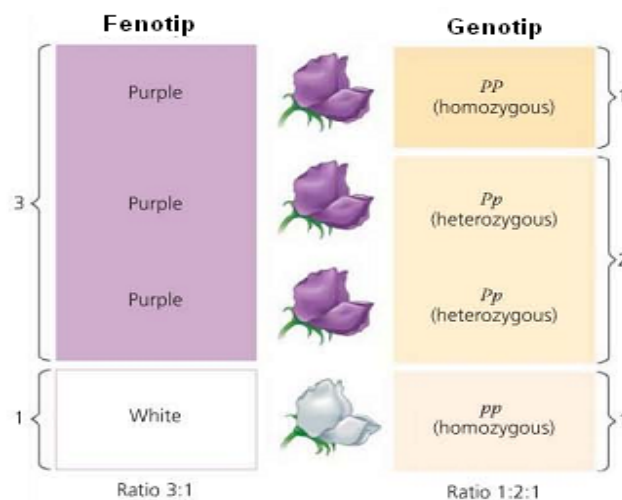
galur murni, yaitu individu yang selalu menurunkan sifat kepada keturunannya yang sama dengan sifat induknya. Sifat ini dimungkinkan jika individu itu homozigot. Ketika pembentukan gamet (sel kelamin), kromosom terpisah dari pasangannya, sehingga tiap gamet hanya memiliki setengah dari jumlah kromosom yang dimiliki individu.

Dengan demikian setiap gamet memperoleh gen separuh dari jumlah yang dimiliki individu. Jadi, setiap gamet memiliki satu lambang, yaitu P atau p. Oleh karena itu genotip semua keturunan pertama (F1) adalah Pp sehingga sifatnya yang nampak adalah warna ungu. Untuk memperoleh keturunan kedua (F2), dilakukan perkawinan sesama keturunan pertama (F1).



Gambar 33. Persilangan Monohybrid
(Sumber : Campbell, et al. 2009)

Genotip dari semua keturunan pertama adalah Pp, sehingga genotip pada masing-masing gamet (σ dan ♀) adalah P dan p. Gamet ini akan menghasilkan keturunan kedua (F2) dengan genotip PP (25%), Pp (50%), dan pp (25%) dan fenotip F2 adalah warna bunga ungu (75%) dan putih (25%) seperti yang terlihat pada gambar 35 berikut ini.



Gambar 34. Rasio Genotip dan Fenotip pada Persilangan Monohybrid

b. Hukum Mendel II

Mendel meneliti dua ciri sekaligus, yakni bentuk biji (bulat atau keriput) dan warna biji (kuning atau hijau). Mendel menyilang tumbuhan yang selalu menunjukkan ciri-ciri dominan (bentuk bulat dan warna kuning) dengan tumbuhan berciri resesif (bentuk keriput dan warna hijau). Sekali lagi, ciri resesif tidak muncul dalam keturunan generasi pertama. Jadi, semua tumbuhan generasi pertama mempunyai benih kuning bulat. Gambar 36 menunjukkan bahwa ada 16 kombinasi gen pada keturunan ke dua (F₂). Dari 16 kombinasi ini, bulat kuning ada 9, bulat hijau ada 3, kisut kuning ada 3, dan kisut hijau ada 1. Dengan demikian perbandingan kuning : bulat hijau : kisut kuning : kisut hijau adalah 9 : 3 : 3 : 1. Perbandingan ini akan terpenuhi pada **persilangan dihibrid** jika dua sifat beda dalam keadaan dominan penuh.

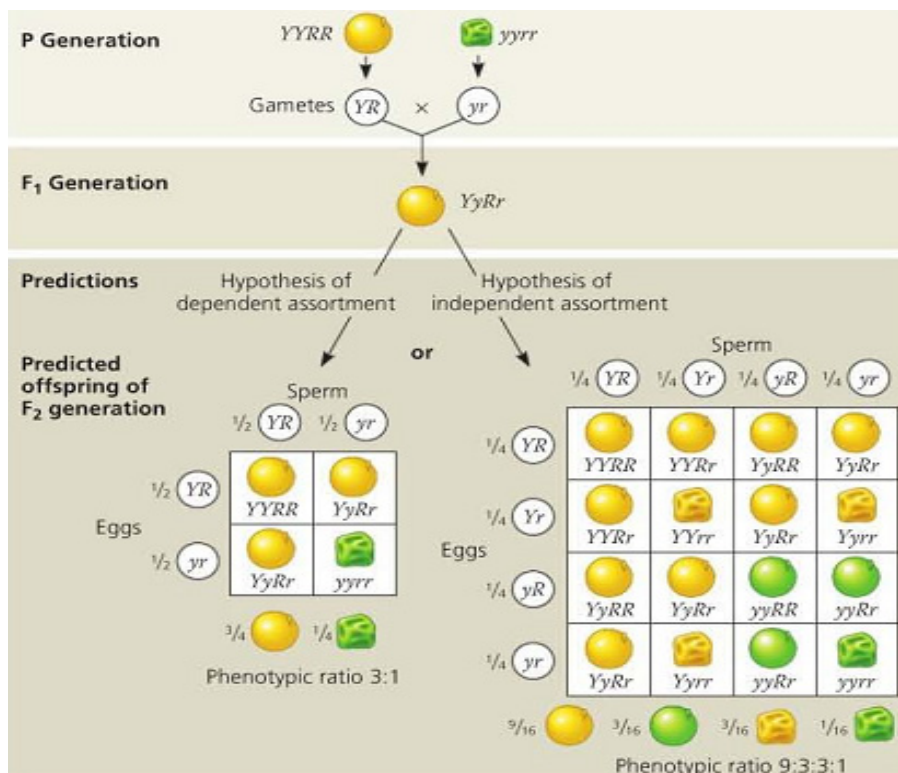
Kacang polong yang semuanya bulat dan kuning pada turunan pertama menunjukkan bahwa sifat bulat dominan terhadap kisut dan kuning dominan terhadap hijau. Jadi kacang polong yang berbiji bulat kuning dapat dilambangkan dengan YYRR dan yang kisut hijau dengan yyrr.

Mendel mengecek hasil ini dengan kombinasi dua ciri lain. Perbandingan yang sama muncul lagi. Perbandingan 9:3:3:1 menunjukkan bahwa kedua ciri tidak saling tergantung, sebab perbandingan 3:1 untuk satu ciri bertahan dalam setiap subkelompok ciri yang lain, dan sebaliknya. Dalam pembentukan gamet, gen-gen membentuk kombinasi secara bebas. Hal ini menunjukkan bahwa sepasang gen

Kegiatan Pembelajaran 3

tidak dipengaruhi oleh pasangan gen lainnya. Peristiwa ini biasa disebut hukum Mendel II atau hukum berpasangan secara bebas.

Hukum Mendel II menyatakan bahwa bila dua individu mempunyai dua pasang atau lebih sifat, maka diturunkannya sepasang sifat secara bebas, tidak bergantung pada pasangan sifat yang lain. Dengan kata lain, alel dengan gen sifat yang berbeda tidak saling mempengaruhi. Hal ini menjelaskan bahwa gen yang menentukan seperti tinggi tanaman dengan warna bunga suatu tanaman, tidak saling mempengaruhi. Eksperimen Mendel (Gambar 35) menunjukkan bahwa ketika tanaman induk membentuk sel-sel reproduksi jantan dan betina, semua kombinasi bahan genetik dapat muncul dalam keturunannya, dan selalu dalam proporsi yang sama dalam setiap generasi. Informasi genetik selalu ada meskipun ciri tertentu tidak tampak di dalam beberapa generasi karena didominasi oleh gen yang lebih kuat. Dalam generasi kemudian, bila ciri dominan tidak ada, ciri resesif itu akan muncul lagi.



Gambar 35. Persilangan Dihibrid
(Sumber : Campbell, et al. 2009)

c. Polihybrid

Polihybrid adalah persilangan dua individu yang sejenis dengan tiga sifat beda atau lebih. Apakah prinsip-prinsip Mendel juga berlaku pada polihybrid? Pada dasarnya polihybrid sama dengan dihibrid. Sebagai contoh, persilangan individu dengan tiga sifat beda, yang dinyatakan dengan AABbCC dominan terhadap aabbcc. Keturunan F₁ memiliki genotip yang sama yaitu AaBbCc. Kemungkinan kombinasi gen pada gamet-gamet yang dihasilkannya adalah: ABC, ABc, Abc, abc, aBC, abC, AbC, abc. Jadi diperoleh 8 macam kombinasi gen pada gamet-gamet. Dengan demikian, jika gamet-gamet ini mengadakan persilangan di antara sesamanya maka akan dihasilkan 82 kombinasi gen pada F₂, yaitu 64 macam kombinasi.

Berapa macam kombinasi gen pada gamet-gamet yang dihasilkan F₁, dan berapa jumlah kombinasi gen yang terjadi pada F₂ jika terjadi persilangan antara sesama F₁ secara matematik dapat kita ramalkan sebagai berikut. Jumlah sifat beda dinyatakan dengan angka pangkat dari bilangan pokok 2. Misalnya, macam kombinasi gen pada gamet-gamet yang dihasilkan F₁ pada 3 sifat beda adalah 2³ yaitu 8 macam kombinasi gen. Dengan demikian kombinasi gen pada F₂ hasil persilangan antara sesama F₁ adalah 82 yaitu 64 kombinasi. Tabel 3 di bawah ini menunjukkan kemungkinan kombinasi gen yang terjadi pada gamet-gamet yang dihasilkan F₁ dan kombinasi gen (genotip) serta fenotip pada F₂.

Tabel 3. Hubungan antara jumlah sifat beda dengan jumlah kombinasi gen pada gamet yang dihasilkan F₁, genotip dan fenotip F₂

Jumlah sifat beda	Jumlah kombinasi gen pada gamet F ₁	Kemungkinan terjadinya genotif F ₂	Kemungkinan terjadinya fenotip F ₂	Pemisahan fenotip
1	2 ¹ = 2	3 ¹ = 3	2	3 : 1
2	2 ² = 4	3 ² = 9	4	9 : 3 : 3 : 1
3	2 ³ = 8	3 ³ = 27	8	27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1
4	2 ⁴ = 16	3 ⁴ = 81	16	81 : 27 : 27 : 27 : 27 : 9 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 3 : 3 : 1
N	2 ⁿ	3 ⁿ	2 ⁿ	

2. Penyimpangan Semu Hukum Mendel

Penyimpangan Hukum Mendel adalah suatu keadaan dimana perbandingan fenotip dari persilangan monohibrid dan dihibrid seolah-olah tidak mengikuti pola Hukum Mendel, yaitu pola 3:1 (monohibrid) atau pola 9:3:3:1 (dihibrid). Namun ternyata penyimpangan ini hanya merupakan penyimpangan semu karena pola dasarnya sebenarnya sama dengan Hukum Mendel. Penyimpangan semu ada bermacam-macam, yaitu interaksi gen, kriptomeri, epistasis-hipostasis, polimeri, dan gen-gen komplementer.

a. Interaksi Gen

Pada tahun 1906, W. Bateson dan R.C Punnet menemukan bahwa pada persilangan F₂ dapat menghasilkan rasio fenotip 14 : 1 : 1 : 3. Mereka menyilangkan kacang kapri berbunga ungu yang serbuk sarinya lonjong dengan bunga merah yang serbuk sarinya bulat. Rasio fenotip dari keturunan ini menyimpang dari hukum Mendel yang seharusnya pada keturunan kedua (F₂) perbandingan rasionya 9 : 3 : 3 : 1.

Tahun 1910 T.H. Morgan, seorang sarjana Amerika dapat memecahkan misteri tersebut. Morgan menemukan bahwa kromosom mengandung banyak gen dan mekanisme pewarisannya menyimpang dari Hukum Mendel II. Pada lalat buah, sampai saat ini telah diketahui kira-kira ada 5.000 gen, sedangkan lalat buah hanya memiliki 4 pasang kromosom saja.

Berarti, pada sebuah kromosom tidak terdapat sebuah gen saja, melainkan puluhan bahkan ratusan gen. Pada umumnya, gen memiliki pekerjaan sendiri-sendiri untuk menumbuhkan sifat, tetapi ada beberapa gen yang berinteraksi atau dipengaruhi oleh gen lain untuk menumbuhkan sifat. Gen tersebut mungkin terdapat pada kromosom yang sama atau pada kromosom yang berbeda.

Jika pada persilangan dihibrid, menurut Mendel perbandingan fenotip F₂ adalah 9 : 3 : 3 : 1, pada penyimpangan semu Hukum Mendel, perbandingan tersebut dapat menjadi (9 : 3 : 4), (9 : 7), atau (12 : 3 : 1). Perbandingan tersebut merupakan modifikasi dari 9 : 3 : 3 : 1.

Dapat disimpulkan bahwa interaksi gen merupakan peristiwa dua gen atau lebih yang bekerja sama atau menghalang-halangi dalam memperlihatkan fenotip.

Selain pada kacang kapri, W. Bateson dan R.C Punnet juga menemukannya pada bentuk jengger ayam.

Ada empat macam bentuk jengger ayam, yaitu sebagai berikut:

1. Bentuk biji (pea), dengan genotip: rrP-
2. Bentuk mawar atau gerigi (ros), dengan genotip: R-pp
3. Bentuk sumpel (walnut), dengan genotip: R-P-
4. Bentuk belah atau tunggal (*single*), dengan genotip rpp.

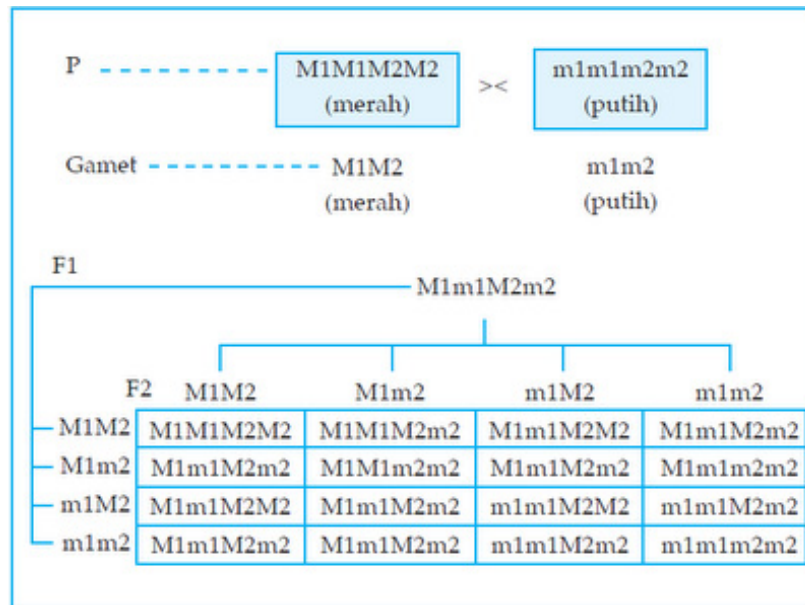
b. Polimeri

Sifat yang muncul pada pembastaran heterozigot dengan sifat beda yang berdiri sendiri-sendiri tetapi mempengaruhi karakter dan bagian organ tubuh yang sama dari suatu organisme disebut polimeri.

Pada salah satu percobaannya, Nelson Ehle, menyilangkan gandum berbiji merah dengan gandum berbiji putih, fenotip F1 semua berbiji merah tetapi tidak semerah biji induknya. Pada kasus ini, seolah-olah terjadi peristiwa dominan tidak penuh, sedangkan pada F2 diperoleh keturunan dengan ratio fenotip 15 merah dan 1 putih adalah berasal dari penggabungan (9+3+3):1, berwarna merah ada 4 variasi yaitu merah tua, merah sedang, merah muda, dan merah muda sekali, sedangkan berwarna putih hanya ada 1 variasi, maka percobaan ini dikatakan bahwa pembastaran tersebut adalah dihibrida dan dua pasang alel yang berlainan tadi sama-sama mempengaruhi sifat yang sama yaitu warna bunga.

Apabila gen yang menimbulkan pigmen merah diberi simbol M1 dan M2, alel yang mengakibatkan tidak terbentuknya warna diberi simbol m1 dan m2, maka dapat digambarkan dalam diagram persilangan sebagai berikut. Perhatikan peristiwa polimeri pada persilangan antara gandum merah dan gandum putih.

Kegiatan Pembelajaran 3

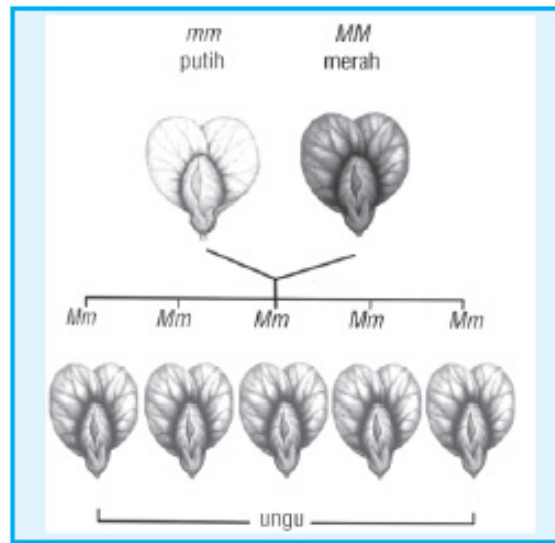


Keterangan:

No	Genotipe	Jumlah Gen Warna Merah	Fenotipe	Frekuensi
1	M1M1M2M2	4	Merah Tua	1/16
2, 3, 5, 9	M1M1M2m2 M1m1M2M2	3	Merah Sedang Merah Sedang	4/16
6	M1M1m2m2	1	Merah Muda	1/16
4, 7, 10, 13	M1m1M2m2 M1m1M2M2	4	Merah Muda	4/16
11	m1m1M2M2	1	Merah Muda	1/16
8, 12, 14	M1m1m2m2	3	Merah Muda Sekali	3/16
15	m1m1M2m2	1	Merah Muda Sekali	1/16
16	m1m1m2m2	0	Putih	1/16

c. Kriptomeri

Kriptomeri adalah gen dominan yang seolah-olah tersembunyi apabila berdiri sendiri-sendiri dan pengaruhnya baru tampak apabila bersama-sama dengan gen dominan lainnya. Correns pernah menyilangkan tumbuhan *Linaria maroccana* berbunga merah galur murni dengan yang berbunga putih juga galur murni. Diperoleh F1 semua berbunga ungu, sedangkan F2 terdiri atas tanaman *Linaria maroccana* berbunga ungu : merah : putih = 9 : 3 : 4.



Gambar 36. Kriptomeri

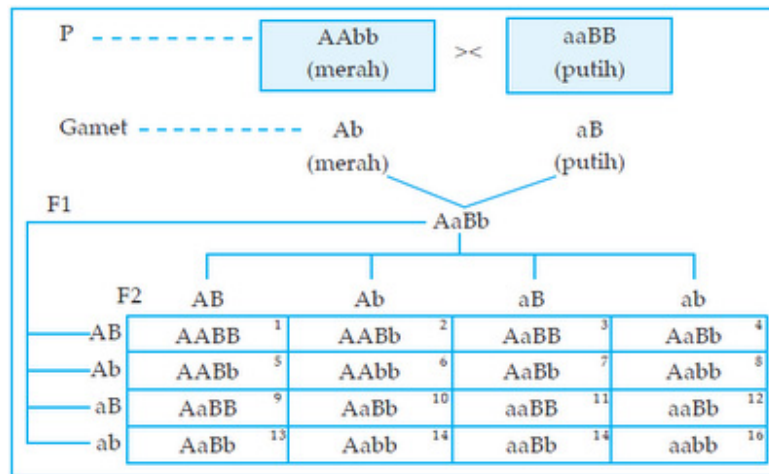
Berdasarkan penyelidikan terhadap plasma sel bunga *Linaria*, ternyata warna merah disebabkan oleh adanya pigmen antosianin dalam lingkungan plasma sel yang bersifat asam, sedangkan dalam lingkungan basa akan memberikan warna ungu. Tetapi apabila dalam plasma sel tidak terdapat antosianin, dalam lingkungan asam atau basa tetap akan membentuk warna putih.

Apabila :

- A = ada bahan dasar pigmen antosianin,
- a = tidak ada bahan dasar pigmen antosianin,
- B = reaksi plasma sel bersifat basa, dan
- b = reaksi plasma sel bersifat asam.

Gen A dominan terhadap a, dan gen B dominan terhadap b, sehingga diagram persilangannya dapat digambarkan, seperti pada diagram berikut. Perhatikan diagram peristiwa kriptomeri pada *Linaria maroccana* yang menghasilkan kombinasi ungu : merah : putih = 9 : 3 : 4.

Kegiatan Pembelajaran 3



Individu genotipe F2 mempunyai:

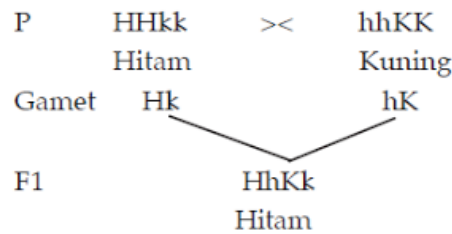
1. A.B (antosianin dalam lingkungan basa) warna bunganya ungu sebanyak 9 kombinasi.
2. A.bb (antosianin dalam lingkungan asam) warna bunganya merah sebanyak 3 kombinasi.
3. aaB. dan aa bb (tidak mengandung antosianin) warna bunganya putih sebanyak 4 kombinasi.

d. Epistasis dan Hipostasis

Epistasis dan hipostasis adalah salah satu bentuk interaksi antara gen dominan menutupi gen lainnya yang bukan sealel. Gen yang menutup gen lainnya disebut epistasis dan gen yang tertutup itu disebut hipostasis. Peristiwa ini terjadi baik pada tumbuhan, hewan, maupun manusia. Pada tumbuhan, peristiwa epistasis dan hipostasis dijumpai pada warna kulit gandum dan warna kulit labu squash, sedangkan pada hewan dapat dijumpai bulu mencit. Pada manusia, peristiwa tersebut juga dapat dijumpai misalnya pada warna mata.

Nelson Ehle mengadakan percobaan persilangan dengan objek tanaman gandum. Gandum berkulit biji hitam disilangkan dengan gandum berkulit putih kuning. Hasilnya (F1) 100% berkulit biji hitam. Pada F2 diharapkan akan dihasilkan keturunan dengan fenotip 75% hitam dan 25% kuning, tetapi ternyata tidak demikian, hasil yang diperoleh mempunyai perbandingan sebagai berikut 12 hitam : 3 kuning : 1 putih. Persilangan ini mirip prinsip Mendel yaitu (9 + 3) : 3 : 1.

Setelah dianalisis, ternyata gen yang menimbulkan pigmentasi hitam dan kuning berdiri sendiri-sendiri dan keduanya merupakan faktor dominan terhadap faktor putih. Jadi, gen H (hitam) dominan terhadap h (putih) gen K (kuning) dominan terhadap k (putih). Perhatikan diagram persilangan antara gandum berkulit biji hitam HHkk dengan gandum berkulit biji kuning hhKK berikut!



Genotipe F1 Hhkk fenotipnya adalah hitam. Ini menunjukkan bahwa faktor H menutup faktor K, faktor H disebut epistasis dan faktor K disebut hipostasis. Jika F1 mengadakan meiosis akan menghasilkan gamet Hk, Hk, hK, dan hk, sehingga kemungkinan kombinasi F2 adalah seperti diagram berikut.

Peristiwa hipostasis dan epistasis menghasilkan kombinasi yaitu:

hitam : kuning : putih = 12 : 3 : 1.

	HK	Hk	hK	hk
HK	HHKK ¹	HHKk ²	HhKK ³	HhKk ⁴
Hk	HHKk ⁵	HHkk ⁶	HhKk ⁷	Hhkk ⁸
hK	HhKK ⁹	HhKk ¹⁰	hhKK ¹¹	hhKk ¹²
hk	HhKk ¹³	Hhkk ¹⁴	hhKk ¹⁴	hhkk ¹⁶

Keterangan:

Semua kombinasi yang mengandung H, fenotipnya adalah hitam. Kombinasi yang mengandung faktor dominan K hanya menampilkan warna kuning jika bersama faktor H. Kemungkinan kombinasi 1/16 adalah kombinasi dua faktor resesif dari kedua pasangan alel hhkk. Individu ini tidak mengandung faktor dominan dan menampilkan warna putih. Ini adalah jenis homozigot baru yang hanya mungkin timbul dari persilangan dihibrid.

Kegiatan Pembelajaran 3

e. Gen-gen Komplementer

Salah satu tipe interaksi gen-gen pada organisme adalah saling mendukung munculnya suatu fenotip atau sifat. *W. Bateson* dan *R.C. Punnet* yang bekerja pada bunga *Lathyrus adoratus* menemukan kenyataan ini.

Mereka melakukan persilangan sesama bunga putih dan menghasilkan keturunan F₂ bunga berwarna ungu seluruhnya. Pada persilangan bunga-bunga berwarna ungu F₂, ternyata dihasilkan bunga dengan warna putih dalam jumlah yang banyak dan berbeda dengan perkiraan sebelumnya, baik hukum Mendel atau sifat kriptomeri.

Penelitian lebih lanjut yang dilakukan oleh keduanya mengungkapkan ada dua gen yang berinteraksi memengaruhi warna bunga, yakni gen yang mengontrol munculnya bahan pigmen (C) dan gen yang mengaktifkan bahan tersebut (P). Jika keduanya tidak hadir bersamaan, tentu tidak saling melengkapi antara sifat satu dengan yang lainnya dan menghasilkan bunga dengan warna putih (tidak berpigmen). Apabila tidak ada bahan pigmen, tentu tidak akan muncul warna, meskipun ada bahan pengaktif pigmennya.

Begitupun sebaliknya, apabila tidak ada pengaktif pigmen maka pigmen yang telah ada tidak akan dimunculkan dan tetap menghasilkan bunga tanpa pigmen (berwarna putih). Persilangan yang dilakukan oleh Bateson dan Punnet dapat diamati pada diagram berikut ini.

Sifat yang dihasilkan oleh interaksi gen yang saling melengkapi dan bekerja sama ini dinamakan dengan komplementer. Ketidakhadiran sifat dominan pada suatu pasangan gen tidak akan memunculkan sifat fenotip dan hanya akan muncul apabila hadir bersama-sama dalam pasangan gen dominannya.

Contoh : Perkawinan pria bisu tuli dengan wanita bisu tuli

P1 :	♀ rrBB	X	♂ RRbb
	bisu tuli		bisu tuli
G :	rB		Rb
F1 :			RrBb
			Normal
Gamet			RB , Rb , rB , rb

♂♀	RB	Rb	rB	rb
RB	RRBB normal	RRBb normal	RrBB normal	RrBb normal
Rb	RRBb normal	RRbb bisu tuli	RrBb normal	Rrbb bisu tuli
rB	RrBB normal	RrBb normal	rrBB bisu tuli	rrBb bisu tuli
rb	RrBb normal	Rrbb bisu tuli	rrBb bisu tuli	rrbb bisu tuli

Dari papan catur di atas ditemukan bahwa perbandingan fenotip F_2 : normal : bisu tuli = 9 : 7.

3. Pola Pewarisan Sifat pada Manusia

Pola-pola pewarisan sifat juga berlaku pada manusia, baik sifat fisik, fisiologis, maupun psikologis. Dalam modul ini yang dibahas mengenai beberapa penyakit menurun, seperti albino, buta warna, hemofilia, dan gangguan mental.

Pada umumnya, penyakit menurun dikendalikan oleh gen gen resesif yang tidak menampakkan fenotipnya. Jika gen resesif terdapat pada kromosom y, maka fenotipnya akan tampak pada anak laki-laki, sedangkan pada anak wanita tidak muncul. Tetapi, pada wanita baru akan menampakkan fenotipnya dalam keadaan homozigot resesif, yaitu gen resesif terdapat di kedua kromosom x. Misalmya, $x^b x^b$ (wanita penderita buta warna).

a. Sifat Fisik yang Menurun

Sifat-sifat pada manusia diwariskan kepada keturunannya mengikuti pola-pola pewarisan tertentu. Sifat-sifat tersebut mencakup fisik, fisiologis, dan psikologis. Sifat fisik adalah keadaan tubuh yang tampak, misalnya, bentuk hidung dan bibir. Sifat fisiologis adalah kerja faal tubuh. Misalnya, alergi dan hormonal. Sifat psikologis adalah sifat kejiwaan seseorang yang tampak dan mudah diamati.

Beberapa sifat fisik lain yang diturunkan seperti bentuk daun telinga, alis mata, kumis, bulu dada, bentuk jari tangan, tangan kidal, bentuk jari kaki, bentuk telapak kaki, betis, dan kegemukan. Sifat fisik tersebut merupakan warisan dari kedua orang tua. Beberapa contoh sifat fisik dominan dan sifat resesif pada manusia dapat dipelajari pada tabel berikut ini.

Tabel 4. Sifat Fisik Dominan dan Sifat Fisik Resesif pada Manusia

Sifat Dominan	Sifat Resesif
Rambut keriting	Rambut lurus
Bibir tebal	Bibir tipis
Mata sipit	Mata lebar
Hidung lurus	Hidung melengkung
Lubang hidung besar	Lubang hidung kecil
Lidah dapat menggulung	Lidah tidak dapat menggulung

b. Kelainan sifat menurun

Sebagaimana telah diuraikan bahwa sifat menurun ada yang bersifat resesif sehingga baru muncul dalam keadaan homozigot. Dalam keadaan heterozigot, fenotip yang menyebabkan kelainan tidak muncul karena tertutup oleh gen pasangannya yang dominan. Untuk jelasnya, silakan Anda pelajari uraiannya berikut ini.

1) Albino

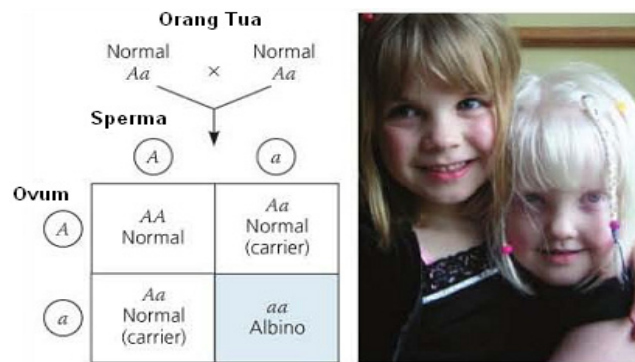
Ciri-ciri orang albino adalah mempunyai rambut, mata, dan kulit berwarna putih. Meskipun kedua orang tuanya berkulit sawo matang atau hitam, kemungkinan keturunannya ada yang albino.

Menurut penelitian, kemungkinan terjadinya albino di dunia 1 : 20.000 kelahiran. Penderita albino tidak memiliki pigmen melanin, karena tidak dapat menghasilkan enzim pembentuk melanin. Enzim melanin diproduksi berdasarkan perintah gen melanin.

Penderita albino rentan terhadap penyakit kanker kulit dan tidak tahan cahaya. Mata penderita albino tidak mengandung pigmen sehingga akan terasa sakit bila berada di tempat yang terang.

Tidak semua keturunan dalam satu keluarga bersifat albino, sehingga dapat diduga bahwa sifat tersebut dibawa oleh gen resesif yang muncul jika ayah dan ibunya masing-masing membawa sifat resesif tersebut. Gen albino tidak terletak pada kromosom kelamin, melainkan pada autosom. Oleh karena itu,

penderita albino dapat berjenis kelamin wanita atau laki-laki seperti pada gambar berikut ini.



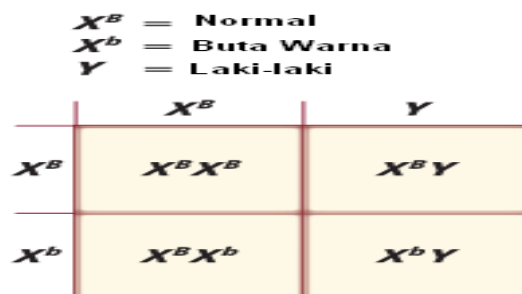
Gambar 37. Albino: sifat yang diwariskan

2) Buta Warna

Penyakit buta warna ditentukan oleh gen resesif yang terpaut seks (terpaut kromosom X). Penyakit buta warna dapat dibedakan menjadi 2 macam.

- Buta warna parsial (sebagian), yaitu seseorang tidak dapat membedakan warna tertentu saja. Misalnya, buta warna merah dan buta warna hijau.
- Buta warna total, yaitu orang yang tidak dapat membedakan semua jenis warna. Alam ini hanya tampak seperti film hitam putih saja.

Karena sifat buta warna terpaut kromosom X, kemungkinan genotip orang yang normal dan buta warna dapat dipelajari pada diagram berikut ini.



Gambar 38. Diagram kemungkinan penderita buta warna



Kegiatan Pembelajaran 3

Berdasarkan gambar tersebut di atas, wanita terbagi atas tiga genotip, yaitu $X^B X^B$, $X^B X^b$, dan $X^b X^b$ serta 2 fenotip, yaitu normal ($X^B X^B$, $X^B X^b$) dan buta warna ($X^b X^b$). Sedangkan pada laki-laki terbagi atas dua genotip ($X^B Y$ dan $X^b Y$) serta 2 fenotip (normal dan buta warna).

3) Hemofilia

Hemofilia adalah kelainan pada darah di mana darah yang keluar dari pembuluh darah sukar membeku. Luka kecil pun dapat menyebabkan penderita meninggal dunia karena terjadi pendarahan yang terus-menerus.

Penderita hemofilia tidak dapat memproduksi faktor pembeku darah. Gen faktor pembeku darah pada kromosom X nonhomolog. Gen yang bersifat dominan diberi simbol H (mampu memproduksi faktor pembeku darah), sedangkan gen resesif diberi simbol h (tidak mampu memproduksi faktor pembeku darah).

Pada wanita, gen tersebut mempunyai alel pasangannya, sedangkan pada laki-laki tidak seperti itu. Oleh karena itu, pengaruh gen h pada wanita dapat ditutup oleh pasangannya, yaitu gen H yang normal ($X^H X^h$), sedangkan pada laki-laki tidak demikian ($X^h Y$). Oleh karena itu, penyakit hemofilia lebih banyak diderita oleh kaum laki-laki daripada kaum wanita. Untuk lebih jelasnya genotip dan fenotip pada wanita dan laki-laki dapat digambarkan pada tabel berikut ini.

Tabel 5. Genotip dan Fenotip Hemofilia pada Wanita dan Laki-laki

No.	Genotip	Fenotip	Keterangan
1.	$X^H X^H$	Wanita normal	
2.	$X^H X^h$	Wanita karier	Pembawa hemofilia
3.	$X^h X^h$	Wanita hemofilia	Bersifat letal, meninggal sebelum dewasa
4.	$X^H Y$	Laki-laki normal	
5.	$X^h Y$	Laki-laki hemofilia	

Wanita karier (berfenotip normal) yang bergenotip $X^H X^h$ dapat menghasilkan dua macam ovum, yaitu ovum X^H dan ovum X^h . Jika wanita ini menikah



dengan laki-laki normal (X^HY), maka kemungkinan ada anak laki-laki menderita hemofilia dan anak laki-laki normal.

4) Golongan Darah

Bernstein (Jerman) dan Furuhita (Jepang) telah mengemukakan hipotesisnya, yaitu bahwa hanya sepasang gen pada setiap individu yang bertanggung jawab atas golongan darah.

Penggolongan darah tersebut didasarkan atas adanya aglutinogen ataupun antigen tertentu di dalam sel darah merah. Adanya antigen tersebut dalam sel darah merah dikendalikan oleh gen tertentu pula.

Golongan darah manusia dapat digolongkan menurut beberapa sistem seperti Sistem ABO, sistem MN, dan sistem Rhesus (Rh).

a) Sistem A, B, O

Menurut Landsteiner (1900), golongan darah manusia dapat dibedakan menjadi 4 macam, yaitu A, B, AB, dan O. Penggolongan darah sistem ABO berdasarkan ada tidaknya antigen-antibodi di dalam darah seseorang. Antigen (zat asing) yang dibentuk berupa aglutinogen (zat yang digumpalkan), sedangkan antibodi (pelawan antigen) yang dibentuk berupa aglutinin (zat yang menggumpalkan). Baik zat yang menggumpalkan maupun yang digumpalkan merupakan suatu protein. Untuk lebih jelasnya, silakan Anda pelajari tabel berikut ini.

Tabel 6. Penggolongan Darah Sistem ABO

Golongan darah	Aglutinogen	Aglutinin
A	A	β
B	B	α
AB	AB	-
O	-	$\alpha \beta$

Keterangan:

1. Golongan darah A mempunyai aglutinogen A dan aglutinin β .
2. Golongan darah B mempunyai aglutinogen B dan aglutinin α
3. Golongan darah AB mempunyai aglutinogen AB dan tidak memiliki aglutinin.

Kegiatan Pembelajaran 3

4. Golongan darah O tidak memiliki aglutinogen AB tetapi memiliki aglutinin $\alpha \beta$.

Genotip golongan darah sistem ABO dapat dipelajari pada tabel berikut ini.

Tabel 7. Fenotip dan Genotip Golongan Darah

		Kemungkinan gamet dari Ibu			
		I ^A atau	I ^B atau	i	
Kemungkinan gamet dari Ayah	I ^A atau	I ^A I ^A	I ^A I ^B	I ^A i	
	I ^B atau	I ^A I ^B	I ^B I ^B	I ^B i	
	i	I ^A i	I ^B i	ii	
Tipe golongan darah		A	AB	B	O

b) Sistem MN

Setelah ditemukan golongan darah A, B, AB, dan O, Landsteiner dan Levin menemukan golongan darah M, N, dan MN (1927). Dasar penggolongannya adalah adanya antigen (suatu protein asing) di dalam sel darah merah (eritrosit). Jika eritrosit seseorang mengandung antigen M, maka darahnya bergolongan M. Jika eritrosit seseorang mengandung antigen N, maka darahnya bergolongan N. Sedangkan jika eritrosit seseorang mengandung antigen MN, maka darahnya bergolongan MN.

Golongan darah M, N, dan MN tidak menimbulkan penggumpalan pada darah manusia, karena darah manusia tidak membentuk zat anti M dan anti N. Penggumpalan akan terjadi apabila antigen tersebut (M, N, dan MN) disuntikkan ke tubuh kelinci. Menurut penelitian, keberadaan antigen itu ditentukan oleh suatu gen yang memiliki dua alel. Dengan demikian, golongan darah M memiliki genotip L^ML^M; golongan darah N memiliki genotip L^NL^N; sedangkan golongan darah MN memiliki genotip L^ML^N.

Bagaimanakah hubungannya dengan golongan darah ABO? Ternyata, pada semua golongan darah ditemukan golongan darah golongan darah MN. Jadi, golongan darah A ada kemungkinan memiliki golongan darah M, N, atau MN. Demikian pula, golongan darah B dan O. Misalnya,

orang bergolongan darah A, M mempunyai genotip IAIA, LMLM. Golongan darah B, M memiliki genotip IBIB, LMLM. Golongan darah A, N memiliki genotip IAIA, LNLN, dan seterusnya.

Untuk menentukan keturunan golongan darah, sering digunakan analisis dengan sistem gabungan ABO dan MN. Misalnya, ada seorang anak yang mengaku sebagai anak dari suatu keluarga untuk mendapatkan warisan. Anak tersebut bergolongan darah O, M, sedangkan ayahnya bergolongan darah A, N dan ibunya bergolongan darah B, M. Bagaimana untuk menunjukkan kebenarannya?

Ayah : IA^o, L^NL^N → gamet IA^oL^N dan I^oL^N
 Ibu : IBⁱ, L^ML^M → gamet IBⁱL^M dan I^oL^M

Kemungkinan anaknya adalah sebagai berikut.

IAⁱBⁱL^NL^M; IA^oBⁱL^NL^M; IBⁱI^oL^NL^M; atau I^oI^oL^NL^M

Jadi, bagaimana kesimpulan Anda?

Perlu diketahui bahwa penentuan golongan darah untuk mengetahui keturunannya tidak dapat dijamin seratus persen kebenarannya. Jadi, untuk memastikan kebenarannya diperlukan analisis DNA.

c) Sistem Rhesus (Rh)

Selain sistem ABO dan MN, dikenal pula sistem rhesus yang ditemukan oleh Landsteiner dan Weiner (1940). Disebut rhesus karena pertama kali ditemukan dalam eritrosit kera rhesus (*Macaca rhesus*).

Orang yang mempunyai antigen Rh di permukaan eritrositnya digolongkan Rh⁺ (*rhesus positif*). Tubuh orang yang bergolongan darah Rh⁺ tidak dapat membentuk antibodi yang melawan antigen Rh. Sebaliknya, orang yang tidak memiliki antigen Rh di permukaan eritrositnya digolongkan Rh⁻ (*rhesus negatif*). Tubuh orang yang bergolongan darah Rh⁻ dapat membentuk antibodi terhadap antigen Rh.

Misalkan seorang ibu memiliki Rh⁻ mengandung bayi bergolongan darah Rh⁺. Meskipun darah ibu dan bayi bercampur, karena terhalang plasenta di dalam kandungan, tetap ada eritrosit bayi yang masuk ke



Kegiatan Pembelajaran 3

dalam tubuh ibunya. Oleh karena itu, tubuh ibu membentuk antibodi, yaitu Rh⁺. Antibodi ini “melawan” darah bayi yang mengandung antigen Rh. Biasanya, anak pertama lahir dengan selamat karena proses “perlawanan” tidak begitu kuat.

Selanjutnya, jika ibu tersebut hamil lagi bayi kedua yang juga bergolongan darah Rh⁺, antibodi yang telah terbentuk dalam darah ibu akan masuk ke tubuh bayi. Antibodi tersebut melawan antigen Rh pada eritrosit bayi. Eritrosit bayi akan menggumpal (terjadi aglutinasi). Bayi tersebut akan menderita gangguan darah yang disebut *eritroblastosis fetalis*, yaitu penyakit anemia karena eritositnya berkurang. Akibatnya, pertukaran gas pada bayi terganggu sehingga dapat terjadi kematian. Perlu diketahui bahwa gangguan darah tersebut hanya terjadi jika ibu bergenotip Rh⁻ dan bayi (fetus) yang dikandungnya bergenotif Rh⁺. Jika ibu bergenotip Rh⁺ dan fetus bergenotip Rh⁻, maka tidak akan terjadi gangguan darah, baik pada bayi maupun ibu. Darah ibu tidak terganggu karena gangguan dari antibodi pelawan Rh⁺ darah fetus jumlahnya kecil, sehingga tubuh ibu dapat mengatasinya.

Faktor rhesus diatur oleh satu gen yang terdiri atas dua alel, yaitu Rh yang dominan dan rh yang resesif. Genotip orang yang bergolongan darah Rh⁺ adalah RhRh, sedangkan genotip orang yang bergolongan darah Rh⁻ adalah rhrh.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran pada kegiatan pembelajaran Pewarisan Sifat terdiri atas tiga bagian, yaitu Diskusi Materi, Aktivitas Praktik, dan Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas. Anda dipersilahkan melakukan aktivitas pembelajaran tersebut secara mandiri dengan penuh semangat dan tanggung jawab yang tinggi.

1. Diskusi Materi

Pada saat mempelajari materi Pewarisan Sifat, baca uraian materi sampai tuntas dengan teliti, kritis, dan rasa ingin tahu yang tinggi dan buatlah rangkuman dengan kreatif dalam bentuk peta pikiran (*mindmap*) secara mandiri kemudian diskusikan dalam kelompok. Selanjutnya perwakilan kelompok mempresentasikan hasil diskusi kelompok dan anggota kelompok lain memperhatikan dan menanggapi secara aktif.

LK.G2.01. Diskusi Materi Topik Pewarisan Sifat

Tujuan : Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu mengidentifikasi konsep-konsep penting topik Pewarisan Sifat

Langkah Kegiatan :

- d. Pelajarilah topik Pewarisan Sifat dari bahan bacaan pada modul ini, dan bahan bacaan lainnya!
- e. Diskusikan secara kelompok untuk mengidentifikasi konsep-konsep penting yang ada pada topik Pewarisan Sifat!
- f. Buatlah rangkuman materi tersebut dalam bentuk peta pikiran (*mind map*)!
- g. Presentasikanlah hasil diskusi kelompok Anda!
- h. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

2. Aktivitas Praktik

Setelah Anda mengkaji materi Pewarisan Sifat. Anda dapat mencoba melakukan kegiatan eksperimen yang dalam modul ini disajikan petunjuknya dalam lembar kegiatan. Pastikan Anda sudah menguasai seluruh materi dalam modul, baik yang berkaitan dengan teori maupun kegiatan yang berkaitan penggunaan alat praktik biologi.

Untuk kegiatan praktik, persilangan monohybrid dan dihibrid, siapkan alat dan bahannya. Ikuti setiap petunjuk yang ada dalam setiap lembar kerja. Lakukan diskusi untuk menentukan hasil kegiatan.

Anda dapat bekerjasama dalam kelompok masing-masing dan menyelesaikan aktivitas sesuai dengan waktu yang ditentukan. Aktivitas dapat dilakukan dengan mandiri atau kerjasama terutama pada saat praktikum, kreatif dalam membuat laporan hasil kerja. Laporan yang dikumpulkan merupakan hasil musyawarah mufakat bersama dan jika ada perbaikan menjadi tanggung jawab semua anggota kelompok.

Selanjutnya, perwakilan peserta mempresentasikan hasil praktik, peserta lain menyimak presentasi dengan cermat dan serius.

LK.G2.02

Pada aktivitas ini, saudara akan melaksanakan kegiatan praktikum pengamatan persilangan monohybrid dan dihibrid. Saudara akan bekerja secara berkelompok untuk mengisi tabel pengamatan dan menjawab pertanyaan. Diharapkan setiap kelompok dapat menyelesaikan aktivitas sesuai dengan waktu yang ditentukan.

PERSILANGAN MONOhibRID DAN DIhibRID

Pendahuluan

Beberapa kali eksperimen persilangan kacang polong (*Pisum sativum*) secara galur murni, Gregor Mendel selalu memperoleh hasil yang bervariasi dengan angka-angka perbandingan fenotip tertentu. Dari hasil eksperimen tersebut Mendel menyusun hipotesis yang antara lain menyatakan bahwa tiap sifat organisme dikendalikan oleh sepasang faktor keturunan (gen), satu berasal dari induk jantan, satu lagi berasal dari induk betina.

Melalui kegiatan ini Anda diharapkan dapat mengembangkan keterampilan, mengamati, menginterpretasikan, dan menyimpulkan hasil pengamatan.

Tujuan

Setelah melakukan kegiatan ini, Anda diharapkan dapat:

1. Menentukan angka-angka perbandingan fenotip pada monohibrid dan dihibrid;
2. Membuat diagram persilangan pada monohibrid dan dihibrid; dan
3. Menyimpulkan hasil persilangan monohibrid dan dihibrid.

Alat dan bahan

1. Kancing genetika (model gen) warna merah, 100 butir.
2. Kancing genetika (model gen) warna putih, 100 butir.
3. Kancing genetika (model gen) warna hitam, 100 butir.
4. Kancing genetika (model gen) warna kuning, 100 butir.
5. Wadah 2 buah ♂♀
6. Balok genetika

Cara kerja

A. Monohibrid

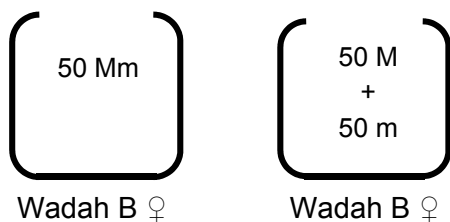
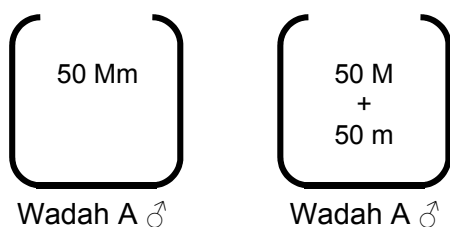
1. Sediakan model gen warna merah dan putih masing-masing 100 butir. Model gen warna merah diberi kode M, dan model gen warna putih diberi kode m. Selanjutnya model gen warna merah (M) dipasang-pasangkan dengan model



Kegiatan Pembelajaran 3

gen warna putih (m), sehingga diperoleh model individu bergenotip Mm sebanyak 100 buah.

2. Tandai wadah A sebagai induk jantan (σ) dan wadah B sebagai induk betina (ω).
3. Masukkanlah ke dalam wadah A dan B masing-masing 50 buah Mm. Kemudian setiap genotip Mm dipisahkan lagi sehingga diperoleh model gamet M 50 butir, dan model gamet m 50 butir. Akhirnya dalam masing-masing wadah A dan B terdapat 50 butir gamet M dan 50 gamet m. Untuk lebih jelasnya lihat gambar berikut ini.



4. Kocoklah wadah A dan B itu sehingga isinya tercampur aduk dengan benar.
5. Dengan mata tertutup, ambillah secara acak serentak model gamet wadah A dan wadah B masing-masing sebutir berulang kali semapai habis.
6. Amatilah model gamet yang terambil, kemudian catatlah kode rangkaian model gamet itu dalam tabel hasil pengamatan.



Hasil pengamatan

No.	Macam pasangan	Genotip Tabulasi/ljiran	Jumlah
1.	Merah - merah		
2.	Merah - putih		
3.	Putih - putih		

Catatan : Jika dalam kegiatan ini diperoleh angka perbandingan yang tidak merupakan bilangan bulat, maka bulatkan ke angka yang paling mendekati.

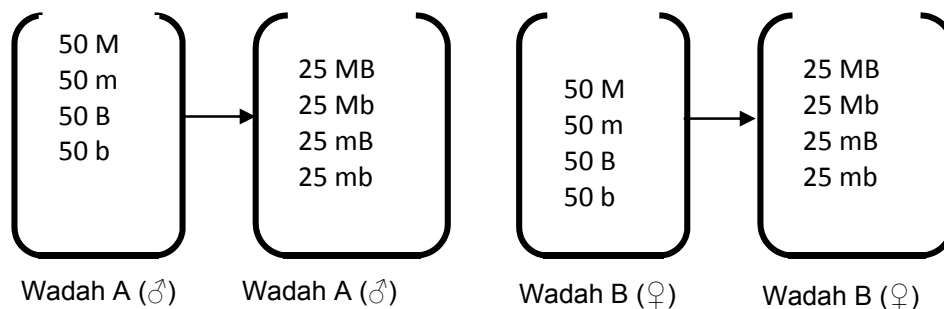
Pertanyaan

1. Bagaimanakah perbandingan genotip pada persilangan monohybrid dari hasil kegiatan Anda?
2. Bagaimanakah perbandingan fenotip pada persilangan monohybrid, jika sifat merah (M) dominan terhadap sifat putih (m) dari hasil kegiatan Anda?
3. Bagaimanakah perbandingan fenotip pada persilangan monohybrid tersebut, jika terjadi peristiwa intemedier?
4. Buatlah diagram persilangan pada monohybrid tersebut, jika individu-individu itu bergenotip MM dan mm mulai F_1 hingga F_2 (gen M dominan terhadap gen m). Bagaimana perbandingan fenotip F_1 dan F_2 nya?
5. Apa yang dapat disimpulkan dari persilangan monohybrid tersebut di atas? Jelaskan!

B. PERSILANGAN DIHIBRID

Pakai kancing genetika

- Masukkan ke dalam wadah A dan B, masing-masing 50 butir model gen warna merah. 50 butir model gen warna putih, 50 butir model gen warna hitam, dan 50 butir model gen warna kuning. Model gen warna merah (M) untuk sifat bunga warna merah. Model gen warna putih (m) untuk sifat bunga warna putih. Model gen warna hitam (B) untuk sifat buah besar. Model gen warna kuning (b) untuk sifat buah kecil.
- Tandai wadah A sebagai induk jantan, dan wadah B sebagai induk betina.
- Dalam masing-masing wadah A dan B, gabung-gabungkanlah model gen M dan B, sehingga menjadi model gamet MB sebanyak 25 buah, gen M dan b, sehingga menjadi gamet Mb sebanyak 25 buah, gen m dan B, sehingga menjadi mB sebanyak 25 buah, dan akhirnya gen m dan b, sehingga menjadi gamet mb sebanyak 25 buah. Untuk lebih jelasnya, lihat gambar berikut ini.



- Kocoklah wadah A dan B itu hingga isinya tercampur aduk benar.
- Dengan mata tertutup, ambillah secara serentak model gamet dari wadah A dan wadah B masing-masing sebuah berulang kali sampai habis.
- Isilah tabel di bawah ini sebagai hasil kegiatan.

NO	MACAM PASANGAN	GENOTIP	FENOTIP	TABULASI	JUMLAH
1	Merah-merah, Hitam-hitam				
2	Merah-merah, Hitam kuning				
3	Merah-merah, Kuning-kuning				
4	Merah-putih, Hitam-hitam				

NO	MACAM PASANGAN	GENOTIP	FENOTIP	TABULASI	JUMLAH
5	Merah-putih, Hitam-kuning				
6	Merah-putih, Kuning-kuning				
7	Putih-putih, Hitam-hitam				
8	Putih-putih. Hitam-kuning				
9	Putih-putih, Kuning-kuning				

Pakai Balok Genetika

1. Lemparkan kedua balok genetika secara bersamaan dan perhatikan permukaan yang menghadap ke atas ketika kedua balok itu jatuh di meja.
2. Bila permukaan balok yang satu memperlihatkan merah penuh dan biru penuh berarti MB, dan bila permukaan balok yang satu lagi memperlihatkan merah tidak penuh dan biru tidak penuh berarti mb. Hasil persilangan berarti MmBb. Isikan hasil persilangan ini ke tabel hasil kegiatan.
3. Lakukan pelemparan balok sampai ± 100 kali, setiap kali melemparkan isikan hasil persilangan ke dalam tabel hasil kegiatan.

Pertanyaan

1. Bagaimanakah perbandingan genotip pada persilangan dihibrid dari hasil kegiatan Anda?
2. Bagaimanakah perbandingan fenotifnya pada persilangan dihibrid, jika sifat merah (M) dominan terhadap sifat putih (m), dan sifat besar (B) dominan terhadap sifat kecil (b) dari hasil kegiatan Anda?
3. Buatlah diagram persilangan pada dihibrid tersebut jika individu-individu itu bergenotip MMBB dan mmbb mulai F1 hingga F2 (gen M dominan terhadap gen m, gen B dominan terhadap gen b). Bagaimanakah perbandingan fenotif F1 dan F2-nya?



Kegiatan Pembelajaran 3

4. Apa yang dapat disimpulkan dari persilangan dihibrid tersebut di atas?
Jelaskan!

Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



3. Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas

LK.G2.03 Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Pewarisan Sifat

Buatlah secara mandiri tiga soal pilihan ganda (PG) dan tiga soal Uraian pada topik Pewarisan Sifat yang dilengkapi dengan kisi-kisi. Gunakanlah format kisi-kisi yang telah disediakan. Cara pengembangan instrumen pilihan ganda dapat Anda pelajari pada modul **Pedagogi Kelompok Kompetensi G (Topik Pengembangan Instrumen Penilaian Pembelajaran)**. Pilihlah indikator soal berdasarkan kisi-kisi Ujian Nasional yang terdapat pada bagian **Lampiran 1**. Diskusikanlah dengan teman-teman guru lainnya secara kolaboratif kisi-kisi dan soal yang telah anda buat.

Format Kisi-kisi Soal

No	Indikator Soal	Level Kognitif	Butir Soal	Kunci Jawaban
1				
2				
3				
4				
5				
6				

E. Latihan / Kasus /Tugas

Soal latihan berikut sebagai sarana untuk berlatih penguasaan materi dan juga merupakan contoh yang dapat diadaptasi oleh anda dalam mengembangkan soal sejenis, baik untuk penilaian formatif, sumatif, maupun ujian.

Soal Pilihan Ganda

Kerjakanlah soal secara mandiri dan teliti dengan cara memilih salah satu pilihan jawaban yang paling tepat.

1. Cermati pernyataan berikut ini
 - 1) gen memiliki bentuk-bentuk alternatif yang mengatur variasi pada karakter.
 - 2) Setiap individu membawa sepasang gen, satu dari induk jantan dan satu dari induk betina.
 - 3) Jika sepasang gen ini merupakan dua alel yang berbeda, alel dominan akan terekspresikan. Alel resesif yang tidak terekspresikan, tetap akan diwariskan pada gamet yang dibentuk
 - 4) bila dua individu mempunyai dua pasang atau lebih sifat, maka diturunkannya sepasang sifat secara bebas
 - 5) alel dengan gen sifat yang berbeda tidak saling mempengaruhi.Pernyataan di atas yang merupakan pokok dari hukum Mendel Pertama (Hukum Segregasi Bebas) adalah ...
 - A. 3), 4), 5)
 - B. 1), 4), 5)
 - C. 1), 2), 3)
 - D. 1), 2), 5)

2. Disilangkan gandum hitam (HhKk) dengan gandum kuning (hhKk). Berapa kemungkinan dihasilkan gandum berfenotif putih?
 - A. 0 %
 - B. 12,5 %
 - C. 25 %
 - D. 50 %

3. Jumlah kombinasi gen yang berbeda, yang mungkin dari gamet tumbuhan trihibrid $TtYySs$ adalah
 - A. 2
 - B. 4
 - C. 6
 - D. 8

4. Jika H (hitam) bersifat epistasis terhadap K(kuning), maka persilangan antara individu bergenotip HhKK dengan hhKk akan menghasilkan keturunan dengan perbandingan fenotip...
 - A. Hitam : Kuning = 1 : 1
 - B. Hitam : Kuning = 3 : 1
 - C. Hitam : Kuning = 4 : 1
 - D. Hitam : Kuning : Putih = 4 : 3 : 1

5. Pada tanaman rambutan, buah bulat (B) dominan terhadap buah lonjong (b) dan kulit warna merah (M) dominan terhadap warna kuning (m). Tanaman rambutan buah bulat merah dikawinkan dengan rambutan buah lonjong kuning, dihasilkan tanaman rambutan dengan fenotip buah bulat merah, bulat kuning, lonjong merah, lonjong kuning dengan ratio fenotip 1 : 1 : 1 : 1. Maka masing-masing genotipe dari kedua induknya, adalah.....
 - A. BbMm dan bbmm
 - B. BbMm dan bb Mm
 - C. BBMm dan bb mm
 - D. BbMM dan bb mm

F. Rangkuman

Mendel melakukan persilangan dua individu dengan satu sifat beda (monohibrid), yaitu kacang polong berbiji bulat (bb) dengan kacang polong berbiji kisut (bb). Biji bulat atau kisut yang tampak pada biji kacang polong disebut fenotip, sedangkan susunan gennya disebut genotip (misalnya bb dan bb). Individu yang mempunyai fenotip sama, belum tentu mempunyai genotip sama, tetapi individu yang mempunyai genotip sama dapat dipastikan mempunyai fenotip yang sama.

Persilangan dua individu tidak terbatas dengan satu sifat beda (monohibrid), tetapi dapat juga persilangan dengan dua sifat beda (dihibrid), tiga sifat beda (trihibrid), empat sifat beda (tetrahibrid) atau banyak sifat beda (polihibrid).

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan ini, anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika anda memperkirakan bahwa pencapaian anda sudah melebihi 75%, silahkan anda terus mempelajari kegiatan pembelajaran berikutnya, namun jika anda menganggap pencapaian anda masih kurang dari 75%, sebaiknya anda ulangi kembali mempelajari kegiatan pembelajaran ini dengan mandiri.

H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus

1. C
2. A
3. D
4. A
5. A



Kegiatan Pembelajaran 3

Atom, Ion, dan Molekul

Banyak benda-benda di sekitar kita yang pengolahannya menggunakan reaksi kimia atau biasa disebut sebagai produk kimia. Pembuatan detergen, margarin, minuman isotonik, dan mie instan adalah contoh pemanfaatan konsep atom, molekul dan ion pada produk kimia sehari-hari. Perhatikan gambar berikut, contoh label produk kimia.



Sumber : <http://lisanonita.blogspot.com>

Sumber : deterjensuper45.blogspot.com

Sumber : puang.com

Gambar 39. Label produk kimia dalam kehidupan sehari-hari

Perhatikan salah satu label minuman isotonik pada Gambar 40 Pada label tersebut tertulis kandungan-kandungan zat kimia pada minuman isotonik tersebut ada yang berupa atom, molekul maupun ion.



Gambar 40. Label minuman isotonik 1 (Sumber : www.delcampe.net)





Kegiatan Pembelajaran 3

Untuk lebih mengetahui apa itu atom, molekul dan ion, semuanya akan dibahas pada kegiatan pembelajaran ini mengenai “Atom, Ion, dan Molekul”.

Kompetensi guru pada modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Kelompok kompetensi G untuk materi ini adalah 20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori IPA serta penerapannya secara fleksibel.” Kompetensi ini dapat dicapai jika guru mempelajarinya dengan kerja keras, profesional, kreatif dalam melakukan tugas sesuai instruksi pada bagian aktivitas belajar yang tersedia, disiplin dalam mengikuti tahap-tahap belajar serta bertanggung jawab dalam membuat laporan atau hasil kerja.

A. Tujuan

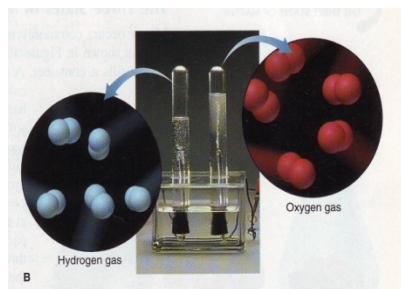
Setelah guru mempelajari modul ini dengan kerja keras, disiplin, jujur, kreatif, kerjasama dan tanggungjawab, diharapkan dapat memahami teori perkembangan atom, serta konsep atom, ion, dan molekul.

B. Kompetensi dan Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan sejarah perkembangan konsep atom
2. Membedakan atom, ion, dan molekul.
3. Menjelaskan partikel penyusun atom (proton, netron, dan elektron).
4. Menjelaskan dengan gambar perbedaan antara molekul unsur dengan molekul senyawa.
5. Menunjukkan beberapa contoh atom, ion, dan molekul yang ada dalam kehidupan sehari-hari.

C. Uraian Materi

Atom, Ion dan Molekul



Atom, ion dan molekul, merupakan bagian dari partikel materi. Atom merupakan bagian terkecil dari suatu unsur, molekul dan ion bagian terkecil dari suatu senyawa.

Gambar 41. Elektrolisis air
(Sumber : *Chemistry The Molecular Nature of Matter and Change*)

1. Sejarah Perkembangan Atom

Keberadaan partikel terkecil yang menyusun materi, diajukan kali pertama oleh dua orang ahli filsafat Yunani, yaitu Leucippus dan Democritus sekitar 450 tahun sebelum Masehi. Kedua orang tersebut menyatakan bahwa semua materi disusun oleh partikel-partikel yang sangat kecil sekali dan tak dapat dibagi-bagi lagi yang disebut atom. Atom berasal dari bahasa Yunani, yakni atomos (a berarti tidak dan tomos berarti terbagi). Telah disinggung sebelumnya bahwa hingga saat ini manusia belum ada yang mampu melihat partikel terkecil dari zat secara langsung maupun dengan bantuan alat mikroskop tercanggih sekalipun. Dengan demikian, bentuk atom itu belum pernah ada yang mengetahuinya.

Berdasarkan berbagai fenomena yang ada, John Dalton (1766–1844) yang merupakan seorang guru kimia dari Inggris, pada 1808 mengajukan pemikiran tentang partikel terkecil yang menyusun materi tersebut.



Gambar 42. John Dalton
(Sumber : *Brown, Chemistry The*)

Adapun intisari dari pemikiran John Dalton mengenai atom tersebut, yaitu: setiap unsur terdiri atas partikel-partikel terkecil yang tak dapat dibagi-bagi lagi, disebut atom.

- Semua atom dari unsur yang sama memiliki ukuran dan massa yang sama. Atom-atom dari unsur yang berbeda memiliki massa yang berbeda pula. Dengan demikian, banyaknya macam atom sama dengan banyaknya macam unsur.
- Atom-atom tidak dapat dirusak, atom-atom tidak dapat dimusnahkan atau diciptakan melalui reaksi kimia.
- Melalui reaksi kimia, atom-atom dari pereaksi akan memiliki susunan yang baru dan akan saling terikat satu sama lain dengan rasio atau perbandingan bilangan tertentu.
- Menurut Dalton pada suatu reaksi kimia, atom-atom tidak pecah, tetapi saling mengikat. *Atom merupakan bagian yang terkecil dari suatu unsur yang masih mempunyai sifat unsur itu.*

Teori atom Dalton cukup lama dianut para ahli saat itu hingga ditemukannya elektron yang bermuatan negatif oleh **J.J. Thomson**, seorang ahli fisika berkebangsaan inggris. Pada tahun 1879 J.J. Thomson menemukan adanya elektron dalam suatu atom dengan melakukan percobaan menggunakan tabung sinar katode. Penemuan elektron tersebut mematahkan teori Dalton bahwa atom merupakan materi terkecil. Karena elektron bermuatan negatif maka Thomson berpikir bahwa ada muatan positif sebagai penyeimbang. Dengan demikian atom bersifat netral. Model atom Thomson menggambarkan bahwa atom merupakan suatu bola yang bermuatan positif dan pada bagian tertentu di dalam bola tersebut terdapat elektron yang bermuatan negatif.

Jumlah muatan positif = Jumlah muatan negatif

Teori atom J.J. Thomson :

- 1) Atom merupakan bola masif pejal yang bermuatan positif.
- 2) Pada tempat-tempat tertentu terdapat elektron-elektron yang bermuatan negatif.

Ternyata model atom J.J. Thomson mempunyai kekurangan ini ditunjukkan oleh salah seorang murid J.J. Thomson, yaitu Ernest Rutherford.

Pada tahun 1911, **Rutherford** bersama kedua mahasiswanya **Geiger** dan **Ernest Marsden** melakukan percobaan dengan menembak lapisan tipis emas menggunakan partikel α .

Teori atom Rutherford :

- a. Sebagian besar massa dan seluruh muatan positif yang terdapat dalam atom terpusat di wilayah yang sangat kecil yang disebut inti atom. Atom itu sendiri sebagian besar merupakan ruang kosong.
- b. Besarnya muatan positif berbeda antar satu atom dengan atom lainnya.
- c. Banyaknya elektron di sekitar inti atom sama dengan banyaknya muatan positif pada inti atom. Atom itu sendiri secara keseluruhan bersifat netral ($p = e$)

Kelemahan dari teori ini adalah jika elektron bergerak mengelilingi inti maka energi akan berkurang sehingga elektron akan jatuh ke inti atom. Tetapi pada kenyataannya atom bersifat stabil.

Model atom Rutherford belum menjelaskan bagaimana elektron-elektron tersusun di sekeliling inti atom. Menurut hukum fisika klasik, elektron di sekeliling inti atom tarik menarik dengan inti atom yang bermuatan positif. Oleh karena itu, elektron akan terus bergerak dan memancarkan energi selama mengelilingi inti atom. Elektron mengelilingi inti seperti planet-planet mengelilingi matahari. Menurut teori, lambat laun elektron akan terpinil mendekati inti dan akhirnya jatuh ke inti atom. Tetapi hal ini tidak sesuai dengan kenyataan, ternyata elektron di dalam atom tidak pernah jatuh ke inti atom.

Pada tahun 1913 fisikawan muda dari Denmark, **Niels Bohr** mengembangkan teori struktur atom dan menggambarkan tingkat energi elektron di dalam atom.

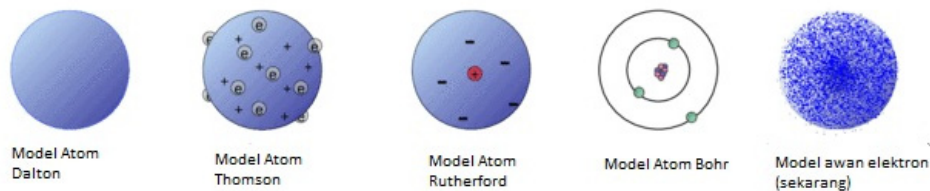
Kegiatan Pembelajaran 3

Bohr mengusulkan bahwa elektron dalam atom hanya berada pada tingkat energi tertentu.

Teori atom Bohr:

Kelemahan dari teori atom Bohr ini adalah tidak dapat menjelaskan mengapa elektron yang mengelilingi inti tidak jatuh dan letak elektron dengan pasti.

Berikut model-model atom berdasarkan pendapat para ilmuwan, dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 43. Model-model Atom

(Sumber : <http://documentslide.com/documents/models-of-the-atom-daltons-model-1803-thomsons-plum-pudding-model-1897.html>)

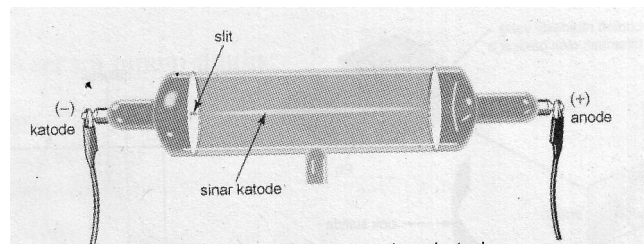
2. Partikel Dasar Penyusun Atom

Sejak awal abad ke-20 telah diketahui bahwa setiap atom mengandung tiga partikel dasar penyusun yaitu proton, elektron, dan neutron.

a. Elektron

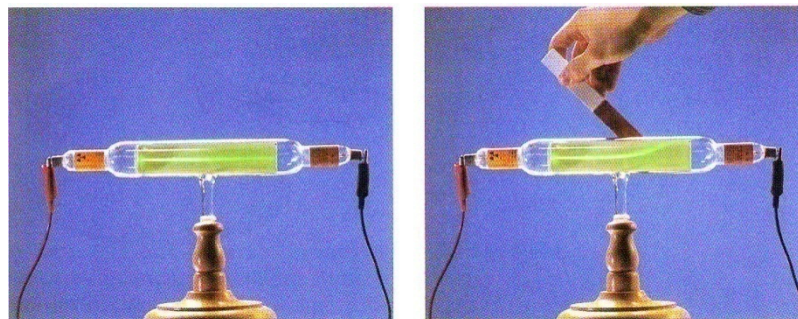
Elektron mulai diperkenalkan oleh **J.J. Thomson**. Selain Thomson, ada dua ilmuwan lain yang meneliti tentang muatan negatif dalam atom, yaitu **Michael Faraday** dan **R.A. Milikan**.

Sekitar dua abad yang lalu, **Michael Faraday** (1791 – 1867) menemukan tabung sinar katode. Tabung katode dibuat dari gelas yang mempunyai dua lempengan logam, seperti tampak pada gambar berikut.



Gambar 44. Tabung sinar Katoda
(Sumber : Sukardjo, Sains Kimia SMA/MA 1 kelas X, 2006)

Lempengan pertama dihubungkan ke kutub positif disebut *anode* dan lempeng lainnya ke kutub negatif disebut *katode*. Tabung tersebut diisi dengan gas. Sinar katode dalam tabung tersebut tidak tampak, tetapi keberadaanya dapat diketahui karena mampu memendarkan ZnS yang dilapiskan pada dinding kaca. Sinar katode tersebut dapat dibelokkan oleh suatu medan listrik atau medan magnet ke arah kutub positif sebagaimana sifat partikel-partikel bermuatan negatif. Perhatikan gambar berikut.



(a)

(b)

Gambar 45. (a) Sinar katode bergerak lurus dari katode ke anode dan (b) Sinar katode dibelokkan oleh medan magnet

(Sumber : Brown, Chemistry The Central Science, 2009)

Pada tahun 1897 dengan menggunakan metode yang sama, J.J. Thomson menentukan rasio massa (m) terhadap muatan listrik (e) untuk sinar katode. Berdasarkan rasio m/e , Thomson menyimpulkan bahwa *sinar katode* merupakan partikel dasar bermuatan negatif penyusun suatu atom. Sinar katode kemudian

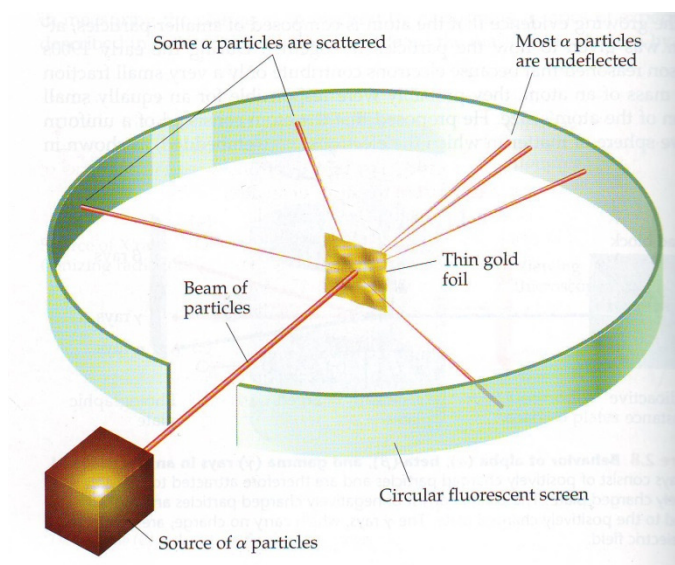
Kegiatan Pembelajaran 3

dikenal sebagai *elektron*, yaitu istilah pertama kali diusulkan **George Stoney** pada tahun 1874.

b. *Proton*

Pada saat J.J. Thomson mengemukakan model atom, dia menyatakan gagasan tentang adanya muatan positif dalam atom. Hanya saja Thomson belum bisa menjelaskan lebih rinci mengenai muatan positif ini. Gagasan tentang muatan positif ini mulai mendapatkan titik terang saat Rutherford murid Thomson meneliti tentang inti atom.

Rutherford melakukan penelitiannya dengan cara menembak lapisan tipis emas menggunakan partikel α , dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 46. Eksperimen Rutherford, penembakan lapisan tipis emas oleh sinar α .
(Sumber : Brown, *Chemistry The Central Science*, 2009)

Hasil penelitiannya telah menunjukkan bahwa muatan positif atom seluruhnya terpusat pada inti atom. Setelah mengetahui hal ini, Rutherford memfokuskan penelitiannya mengenai inti atom. Meskipun Rutherford telah mengamati adanya muatan positif pada inti atom, baru pada tahun 1919 ia menemukan partikel positif tersebut dan selanjutnya dinamakan *proton*.

c. *Neutron*

Meskipun Rutherford telah berhasil menemukan proton tetapi masih ditemukan kejanggalan dalam struktur atom tersebut. Hal ini terlihat pada atom hidrogen

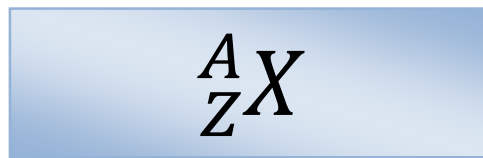
dan helium. Hidrogen mempunyai satu proton, sedangkan helium mempunyai dua proton. Dengan mengabaikan massa elektronyang sangat kecil, seharusnya perbandingan massa antara hidrogen dan helium adalah 1:2. Namun pada kenyataannya perbandingan massa antara hidrogen dan helium adalah 1:4. Rutherford kemudian menduga bahwa dalam inti atom terdapat partikel lain yang bermuatan netral dan memiliki massa yang hampir sama dengan proton.

Baru pada tahun 1932 dugaan Rutherford menjadi kenyataan, yaitu setelah **James Chadwick** (1891 – 1972) menembak lapisan tipis berilium dengan partikel α yang menghasilkan pancaran radiasi energi yang sangat tinggi sebanding dengan radiasi sinar γ yang keluar dari logam tersebut. Chadwick menamainya *neutron*, karena partikel ini tidak bermuatan (netral) dan memiliki massa sedikit lebih besardari proton.

3. Notasi Atom

Atom tersusun atas partikel-partikel dasar yaitu proton, elektron, dan neutron. Banyaknya jumlah partikel penyusun dinyatakan dalam *notasi atom*.

Notasi atom secara umum ditulis :



Keterangan :

X = notasi atom/unsur

A = nomor massa

Z = nomor atom

Bila atom bersifat netral atau tidak bermuatan, maka :

Kegiatan Pembelajaran 3

$$\sum \text{proton} = \sum \text{elektron}$$

Nomor massa berbeda dengan *nomor atom*. Nomor massa menyatakan jumlah proton dan neutron, sedangkan nomor atom hanya menyatakan jumlah proton. Nomor atom selalu berupa bilangan bulat dan tanpa satuan, sedangkan nomor massa merupakan bilangan yang menyatakan massa dari satu atom tersebut yang biasanya dinyatakan dalam sma.

Contoh:

1. Atom netral

${}_{19}^{39}\text{K}$, arti notasi : X = atom kalium; A= 39, Z = 19

$$P = 19$$

$$e = 19$$

$$n = 39 - 19 = 20$$

2. Atom bermuatan positif (melepaskan elektron)

${}_{20}^{40}\text{Ca}^{2+}$, arti notasi : X = atom kalsium; A= 40, Z = 20

$$P = 20$$

$$e = 20 - 2 = 18$$

$$n = 40 - 20 = 20$$

3. Atom bermuatan negatif (menerima elektron)

${}_{9}^{18}\text{F}^{-}$, arti notasi : X = atom Fluorin; A= 18, Z = 9

$$P = 9$$

$$e = 9 + 1 = 10$$

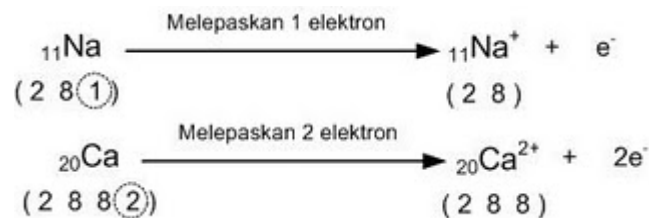
$$n = 18 - 9 = 9$$

4. Ion

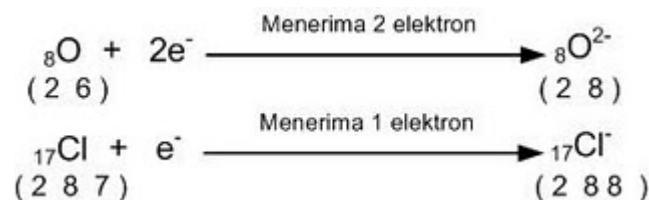
Pada uraian sebelumnya telah dibahas bahwa atom terdiri atas proton (muatan positif) dan elektron (muatan negatif). Elektron dapat meninggalkan atom dan atom dapat menerima elektron. Hal ini disebabkan beberapa faktor, antara lain pemanasan, adanya medan magnet dan medan listrik. Sebuah atom dikatakan netral jika jumlah proton sama dengan jumlah elektron. Jika suatu atom netral

menangkap elektron, maka jumlah elektronnya akan menjadi lebih banyak dibandingkan dengan jumlah protonnya. Atom yang menangkap elektron ini dikatakan atom yang bermuatan negatif. Sebaliknya, jika suatu atom netral melepaskan elektron, maka jumlah protonnya akan menjadi lebih banyak dibandingkan dengan jumlah elektronnya. Atom yang melepaskan elektron ini dikatakan bermuatan positif. Atom yang bermuatan inilah yang dinamakan ion. Ion positif dinamakan **kation** dan ion negatif dinamakan **anion**.

Pembentukan ion positif



Pembentukan ion negatif



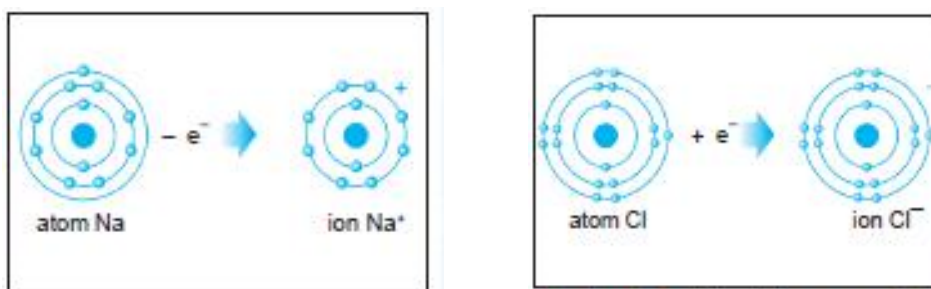
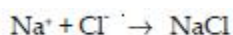
Ion merupakan atom atau gugus atom yang menerima atau melepas elektron. Peristiwa terlepasnya atau masuknya ion disebut ionisasi. Ion ditemukan pertama kali oleh fisikawan Jerman, Julius Elster dan Hans Friedrich Geitel pada tahun 1899. Beberapa molekul dapat terbentuk melalui ikatan ion. Sebelum berikatan, atom-atom membentuk ion-ion terlebih dahulu.

Misalnya, NaCl dapat dibentuk dari atom Na dan Cl. Atom Na akan membentuk ion Na^+ sebagai kation dan atom Cl membentuk ion Cl^- sebagai anion. Bagaimanakah pembentukan ion natrium dan ion klorida? Atom natrium (Na) memiliki 11 proton dan 11 elektron. Atom natrium melepaskan 1 elektron sehingga atom natrium kekurangan elektron atau kelebihan proton. Oleh karena itu atom natrium berubah menjadi ion natrium (Na^+). Atom klor (Cl) memiliki 17 proton dan 17 elektron. Atom Cl menerima 1 elektron sehingga atom Cl



Kegiatan Pembelajaran 3

kelebihan elektron atau membentuk ion klorida (Cl^-). Ion Na^+ dan ion Cl^- ini berikatan membentuk senyawa NaCl dengan reaksi seperti berikut.



- (a) Atom Na mempunyai 11 elektron, agar menjadi stabil harus melepas satu elektron sehingga muatannya positif (+1)
- (b) Atom Cl mempunyai 17 elektron, agar menjadi stabil harus menerima satu elektron sehingga muatannya negatif (-1)

Gambar 47. Pembentukan ion Na^+ dan Cl^-
(Sumber: http://www.crayonpedia.org/mw/Berkas:Mempunyai_17_elektron.jpg)

Istilah ion sudah tidak asing lagi bagi masyarakat, karena di media masa banyak iklan minuman isotonik yang mencantumkan kandungan ion-ion yang terkandung di dalam larutannya.

POCARI SWEAT adalah minuman isotonik. Minuman isotonik dapat membantu menggantikan cairan dan elektrolit yang hilang melalui keluarnya keringat. Minuman isotonik dengan cepat meresap ke dalam tubuh karena osmolaritasnya yang baik dan terdiri dari elektrolit-elektrolit untuk membantu menggantikan cairan tubuh.

●Konsentrasi elektrolit:		●Petunjuk: Campurkan	
Kation (mEq/l)	Anion (mEq/l)	POCARI SWEAT (15g)	
Na^+ 21	Cl^- 16	dengan air dingin	
K^+ 5	Sitrat ³⁻ 10	(200ml) dan diaduk	
Ca^{2+} 1	Laktat ⁻ 1	●Kode produksi/Baik	
Mg^{2+} 0.5		digunakan sebelum:	

Gambar 48. Label kemasan minuman isotonik 2



Contoh kation dan anion tertera pada tabel 8.

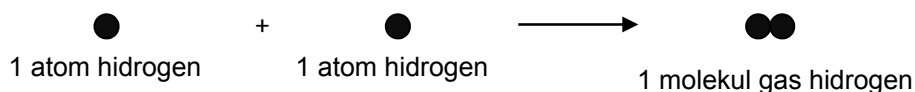
Tabel 8. Lambang dan nama kation-anion

Kation	Nama	Anion	Nama
H ⁺	Ion hidrogen	Cl ⁻	Ion klorida
Na ⁺	Ion natrium	I ⁻	Ion iodida
K ⁺	Ion kalium	O ²⁻	Ion oksida
Mg ²⁺	Ion magnesium	S ²⁻	Ion sulfida
Al ³⁺	Ion aluminium	SO ₄ ²⁻	Ion sulfat
NH ₄ ⁺	Ion amonium	CO ₃ ²⁻	Ion karbonat

5. Molekul

Bila atom-atom bergabung dan saling mengikat, maka akan membentuk *molekul*. Molekul adalah bagian terkecil dan tidak terpecah dari suatu senyawa kimia murni yang masih mempertahankan sifat kimia dan fisika yang unik. Berdasarkan jenis atom yang menyusun molekul, molekul terbagi menjadi dua jenis, yaitu molekul unsur dan molekul senyawa.

Molekul yang terbentuk dari satu jenis atom dinamakan molekul unsur. Contoh molekul unsur yaitu oksigen, dengan rumus kimia oksigen adalah O₂. Contoh :

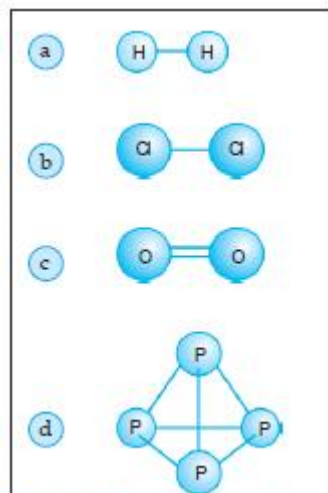


Satu molekul gas hidrogen terdiri atas 2 atom hidrogen yang saling mengikat, disebut molekul unsur (terdiri dari atom-atom yang sejenis).

Contoh lainnya adalah Cl₂, I₂, Br₂, dan P₄.



Kegiatan Pembelajaran 3



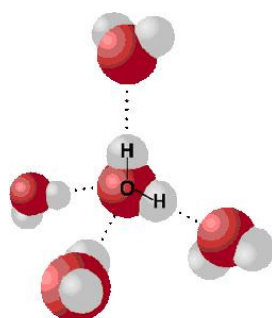
Gambar 49. Struktur molekul unsur H_2 , Cl_2 , O_2 , dan P_4
(Sumber: http://www.crayonpedia.org/mw/Berkas:Mempunyai_17_elektron.jpg.)

Bila dua atom atau lebih dari unsur yang berbeda bergabung membentuk molekul, maka molekul tersebut disebut *molekul senyawa*.

Contoh :



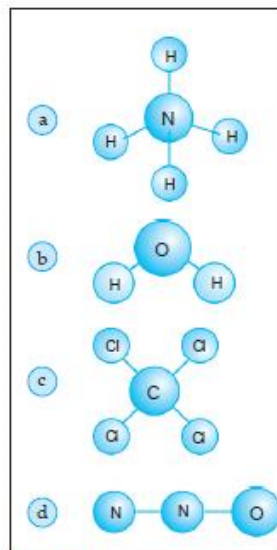
Molekul air terdiri dari 2 atom hidrogen dan 1 atom oksigen. Seperti tampak pada gambar berikut.



Gambar 50. Molekul senyawa air
(Sumber: http://www.crayonpedia.org/mw/Berkas:Mempunyai_17_elektron.jpg.)



Molekul unsur dan molekul senyawa dapat dibedakan berdasarkan jumlah jenis atom penyusunnya. Perbedaan ini dapat dilihat pada molekul unsur H_2 dan molekul senyawa H_2O . Dalam kehidupan sehari-hari, kita selalu berinteraksi dengan molekul unsur dan molekul senyawa. Contohnya ketika bernapas, kita menghirup molekul unsur oksigen (O_2) dan melepaskan molekul senyawa karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) dalam bentuk uap air.



Gambar 51. Struktur molekul senyawa NH_3 , H_2O , CCl_4 , dan N_2O
(Sumber: http://www.crayonpedia.org/mw/Berkas:Mempunyai_17_elektron.jpg.)

Contoh lain molekul unsur dan molekul senyawa dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Nama molekul dan jumlah unsur penyusunnya

Molekul Unsur		Molekul Senyawa	
Molekul	Unsur Penyusun	Molekul	Unsur Penyusun
Gas Klor	2 Atom Cl	Gas Amoniak	1 Atom N, 3 Atom H
Gas Nitrogen	2 Atom N	Gas Metana	1 Atom C, 4 Atom H
Gas Oksigen	2 Atom O	Gas Karbon Monoksida	1 Atom C, 1 Atom O
Belerang	8 Atom S	Asam Klorida	1 Atom H, 1 Atom Cl

Kegiatan Pembelajaran 3

Rumus molekul dibedakan menjadi *rumus molekul unsur* dan *rumus molekul senyawa*. Rumus molekul unsur ditulis sesuai dengan lambang unsurnya dan jumlah atomnya. Beberapa contoh rumus molekul unsur dan rumus molekul senyawa tertera pada tabel berikut.

Tabel 10. Rumus molekul unsur diatomik dan poliatomik

Diatomik		Poliatomik	
Nama	Rumus Molekul	Nama	Rumus Molekul
Oksigen	O ₂	Fosfor	P ₄
Hidrogen	H ₂	Belerang	S ₈
Nitrogen	N ₂	Oksigen	O ₃
Klorin	Cl ₂		
Fluorin	F ₂		
Bromin	Br ₂		
Iodium	I ₂		

Tabel 11. Nama senyawa dan rumus molekul senyawa

Nama Senyawa	Rumus Molekul Senyawa
Air	H ₂ O
Amoniak	NH ₃
Karbon Monoksida	CO
Karbon Dioksida	CO ₂
Metana	CH ₄
Alkohol	C ₂ H ₆ O
Cuka	CH ₃ COOH

6. Atom, Ion, dan Molekul dalam Kehidupan Sehari-hari

Setiap hari setiap saat kita selalu menggunakan bahan-bahan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Bahan-bahan tersebut tersusun dari atom, yang merupakan partikel terkecil dari suatu unsur yang masih memiliki sifat yang sama dari unsur tersebut. Atom tidak dapat berdiri sendiri, tetapi berikatan secara kimia membentuk suatu molekul. Jadi, dapat dikatakan bahwa sebagian besar produk yang kita gunakan sehari-hari tersusun dari molekul-molekul. Produk-produk tersebut, antara lain produk pangan, hasil industri, pertanian, dan kesehatan. Bahkan di dalam minuman isotonik seperti tampak pada gambar 40 dan 48 mengandung berbagai mineral yang diperlukan tubuh yang berbentuk ion-ion seperti Cl^- , Na^+ dalam bentuk molekul natrium klorida, ion PO_4^{2-} dalam molekul kalium fosfat, ion Mg^{2+} dalam molekul trimagnesium sitrat, dan Ca^{2+} dalam molekul kalsium laktat, yang terkadang kita meminumnya untuk mengganti dengan segera cairan tubuh yang hilang yang dikenal dengan ion atau elektrolit tubuh pada saat selesai berolah raga atau melakukan aktivitas yang banyak mengeluarkan keringat.

Pada saat memasak, kita bisa menambahkan garam atau gula agar masakan tidak hambar. Garam dapur (NaCl) yang kita gunakan tersebut merupakan salah satu produk dari molekul. Garam dapur apabila dilarutkan di dalam air akan terurai menjadi ion Na^+ dan Cl^- . Adapun gula yang sering kita gunakan merupakan produk yang tersusun dari molekul-molekul sukrosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$). Dalam satu molekul sukrosa terdiri atas 12 atom karbon, 22 atom hidrogen, dan 11 atom oksigen.

Soda kue banyak digunakan dalam pembuatan roti karena dengan penambahan soda kue, roti dapat mengembang. Soda kue mempunyai nama kimia natrium bikarbonat dengan rumus kimianya NaHCO_3 . Bahan adonan roti yang mengandung NaHCO_3 jika dipanaskan akan melepaskan gas CO_2 yang akan membentuk rongga-rongga di dalam roti sehingga dapat memekarkan dan mengempukkan roti. Selain itu, warna roti menjadi lebih menarik. NaHCO_3 dan CO_2 merupakan contoh molekul. Perbedaannya adalah NaHCO_3 berikatan ionik, sedangkan CO_2 berikatan kovalen. Molekul NaHCO_3 mengandung ion Na^+ , H^+ , dan anion poliatomik CO_3^{2-} . Molekul NaHCO_3 tersusun dari empat jenis atom,



Kegiatan Pembelajaran 3

yaitu natrium, hidrogen, karbon, dan oksigen sehingga soda kue atau NaHCO_3 merupakan molekul poliatomik. Demikian juga dengan gas yang terurai selama pemanasan, yaitu CO_2 , merupakan molekul poliatomik yang tersusun dari satu atom karbon dan dua atom oksigen.

Barang-barang yang kita gunakan merupakan produk industri yang salah satu bahan bakunya berupa zat kimia, misalnya plastik, peralatan elektronik, dan ban kendaraan bermotor. Pada saat sekarang ini banyak benda yang terbuat dari plastik. Plastik merupakan salah satu produk kimia yang dihasilkan dari molekul-molekul yang berukuran besar (makromolekul). Molekul-molekul penyusun plastik tersusun secara berulang yang disebut dengan polimer. Molekul pembentuk polimer disebut monomer. Terdapat tiga jenis polimer pembentuk plastik yang paling banyak digunakan, yaitu polietilena (polietena), polistirena, dan polivinilklorida. Polietilena mempunyai monomer etena dengan rumus kimia C_2H_4 . Polietilena terbentuk dari penggabungan banyak monomer etena. Polietilena banyak digunakan untuk membuat botol, mainan, dan kantong plastik. Monomer polistirena adalah stirena dengan rumus kimia $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$, yang banyak digunakan untuk isolator dan bahan kemasan makanan. Polivinilklorida atau PVC yang digunakan untuk membuat pipa mempunyai monomer vinilklorida dengan rumus kimia $\text{ClCH}=\text{CH}_2$. Karena plastik terbentuk dari molekul-molekul besar, atom-atom unsur penyusun molekul tersebut berjumlah tidak terhingga. Karet merupakan senyawa polimer yang tersusun dari molekul isoprena (C_5H_8) dan polistirena, $(\text{C}_8\text{H}_8)_n$. Setiap molekul isoprena tersusun dari lima atom karbon dan delapan atom hidrogen. Benda-benda yang terbuat dari karet, misalnya ban mobil, karet gelang, sandal jepit, karet rambut, dan penghapus.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran pada kegiatan pembelajaran Atom, Ion, dan Molekul terdiri atas tiga bagian, yaitu Diskusi Materi, Aktivitas Praktik, dan Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas. Anda dipersilahkan melakukan aktivitas pembelajaran tersebut secara mandiri dengan penuh semangat dan tanggung jawab yang tinggi.

1. Diskusi Materi

Pada saat mempelajari uraian materi Atom, Ion, dan Molekul, baca uraian materi sampai tuntas dengan teliti, kritis, dan rasa ingin tahu yang tinggi dan buatlah rangkuman dengan kreatif dalam bentuk peta pikiran (*mindmap*) secara mandiri kemudian diskusikan dalam kelompok. Selanjutnya perwakilan kelompok mempresentasikan hasil diskusi kelompok dan anggota kelompok lain memperhatikan dan menanggapi secara aktif.

LK.G3.01. Diskusi Materi Topik Atom, Ion, dan Molekul

Tujuan : Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu mengidentifikasi konsep-konsep penting topik Atom, Ion, dan Molekul.

Langkah Kegiatan :

- Pelajarilah topik Atom, Ion, dan Molekul dari bahan bacaan pada modul ini, dan bahan bacaan lainnya!
- Diskusikan secara kelompok untuk mengidentifikasi konsep-konsep penting yang ada pada topik Atom, Ion, dan Molekul!
- Buatlah rangkuman materi tersebut dalam bentuk peta pikiran (*mind map*)!
- Presentasikanlah hasil diskusi kelompok Anda!
- Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

2. Aktivitas praktik

Untuk meningkatkan pemahaman konsep dan meningkatkan keterampilan dalam melaksanakan praktikum tentang Atom, Ion, dan Molekul, berikut ini disajikan kegiatan eksperimen yang dilengkapi dengan petunjuk praktik dalam lembar kegiatan. Untuk kegiatan praktik, Anda dapat mencobanya mulai dari persiapan alat bahan, melakukan percobaan dan membuat laporannya. Lakukan percobaan dengan disiplin mengikuti aturan bekerja di laboratorium. Sebaiknya Anda mencatat hal-hal penting untuk keberhasilan percobaan, Ini sangat berguna bagi Anda sebagai catatan untuk mengimplementasikan di sekolah. Anda dapat merancang eksperimen secara kreatif kemudian lakukan uji coba rancangan. Anda dapat bekerjasama dalam kelompok masing-masing dan dapat menyelesaikan aktivitas sesuai dengan waktu yang ditentukan.

Aktivitas dapat dilakukan dengan mandiri atau kerjasama terutama pada saat praktikum, kreatif dalam membuat laporan hasil kerja. Laporan yang dikumpulkan merupakan hasil musyawarah mufakat bersama dan jika ada perbaikan menjadi tanggung jawab semua anggota kelompok.

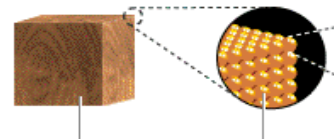
Selanjutnya perwakilan peserta mempresentasikan hasil percobaan, peserta lain menyimak presentasi dengan cermat dan serius sebagai penghargaan kepada pembicara.



LK.G3.02

ANALOGI SIFAT ATOM

Materi terdiri dari partikel-partikel terkecil yang tidak dapat dibagi –bagi lagi. Partikel tersebut disebut atom. Bagaimana sifat-sifat atom?



Bagaimana teori atom menurut Dalton!

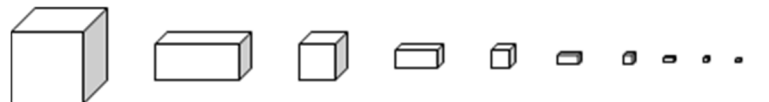
Percobaan ini akan menganalogikan sifat atom sebagai partikel-partikel materi dengan menggunakan buah-buahan

Alat dan Bahan:

- Buah-buahan misalnya pepaya, melon dan semangka
- Pisau atau cutter

Langkah kerja:

1. Amati warna daging buah pepaya dan wujud buah yang melambungkan suatu atom unsur tertentu.
2. Potong-potong buah dengan hati-hati sampai menjadi potongan yang sangat kecil seperti pada gambar.



3. Amati kembali warna daging dan wujud buah. Catat rasa, warna dan wujud sebelum dan sesudah dipotong kecil pada tabel yang disediakan.
4. Bersihkan kembali pisau untuk percobaan dengan buah yang lain.

Tabel Pengamatan

Nama buah	Warna		Wujud	
	Sebelum dipotong	Setelah dipotong	Sebelum dipotong	Setelah dipotong
Pepaya				
Melon				
Semangka				





Kegiatan Pembelajaran 3

Pertanyaan :

1. Bagaimana warna, wujud dan rasa masing-masing buah sebelum dan sesudah dipotong-potong?
2. Apakah semua potongan buah memiliki warna dan wujud yang sama?
3. Seandainya buah itu suatu unsur dan potongan terkecil itu suatu atom, apa yang dimaksud dengan atom?
4. Bagaimana sifat dari atom dari suatu unsur ?
5. Apakah sifat atom dari berbagai unsur itu sama? Jelaskan jawabanmu!
6. Apa yang dapat disimpulkan dari sifat-sifat atom?

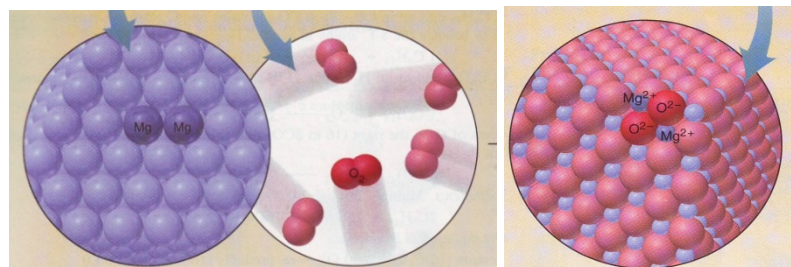
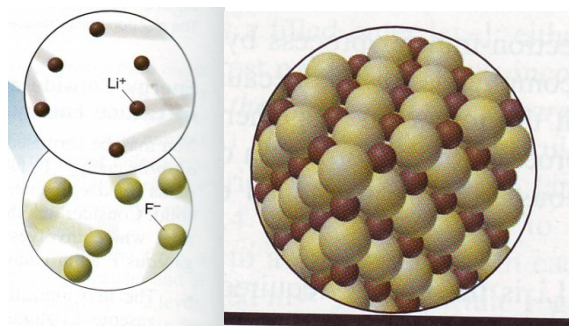


LK.G3.03

SUSUNAN ATOM

Pada kegiatan ini disajikan gambar-gambar yang menunjukkan diagram beberapa atom dan susunan atom-atom dalam suatu unsur untuk memahami teori atom Dalton. Diskusikan dalam kelompok kemudian jawablah pertanyaan-pertanyaannya.

Amati gambar partikel penyusun senyawa dan gambar senyawanya.

**Pertanyaan:**

1. Berdasarkan gambar partikel di atas, apa saja penyusun senyawa-senyawa tersebut?
2. Jelaskan pengertian senyawa berdasarkan data tersebut?
3. Berikan pengertian senyawa menurut teori atom Dalton?

LK.G3.04






MOLEKUL UNSUR DAN MOLEKUL SENYAWA

Suatu unsur terdiri dari atom-atom pembentuknya. Atom-atom dapat bergabung bersama melalui ikatan kimia membentuk suatu molekul. Molekul merupakan salah satu partikel terkecil dari suatu senyawa, molekul dapat berupa molekul unsur maupun molekul senyawa. Apa perbedaan molekul unsur dan molekul senyawa? Lakukan kegiatan berikut.

Langkah kegiatan:

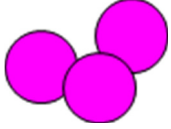
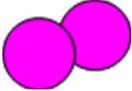
1. Amati atom-atom yang menyusun molekul unsur dan molekul senyawa!
2. Tulis nama senyawa dan tentukan lambang atom penyusunnya!
3. Hitung jumlah masing- masing atom penyusunnya, catat pada tabel pengamatan!

Keterangan:

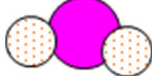
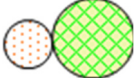
 = hidrogen	 = klor	 = karbon
 = oksigen	 = nitrogen	

A. MOLEKUL UNSUR

No	Gambar Molekul	Nama	Lambang Atom Penyusun	Jumlah Atom
1		Ozon	O	3 atom

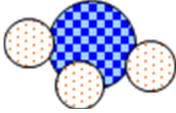
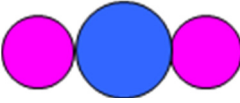
No	Gambar Molekul	Nama	Lambang Atom Penyusun	Jumlah Atom
				
2				
3				
4				

B. MOLEKUL SENYAWA

No	Gambar Molekul	Nama	Lambang Atom Penyusun	Jumlah Atom
1				
2				
3				



Kegiatan Pembelajaran 3

No	Gambar Molekul	Nama	Lambang Atom Penyusun	Jumlah Atom
				
4				

Pertanyaan

1. Terdiri dari atom unsur yang bagaimana komponen penyusun molekul unsur?

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

2. Terdiri dari atom unsur yang bagaimana komponen penyusun molekul senyawa?

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

3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan molekul unsur dan molekul senyawa!

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



3. Latihan Membuat Soal

LK.G1.05 Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Atom, Ion, dan Molekul

Buatlah secara mandiri tiga soal pilihan ganda (PG) dan tiga soal Uraian pada topik Atom, Ion, dan Molekul yang dilengkapi dengan kisi-kisi. Gunakanlah format kisi-kisi yang telah disediakan. Cara pengembangan instrumen pilihan ganda dapat Anda pelajari pada modul **Pedagogi Kelompok Kompetensi G (Topik Pengembangan Instrumen Penilaian Pembelajaran)**. Pilihlah indikator soal berdasarkan kisi-kisi Ujian Nasional yang terdapat pada bagian **Lampiran 1**. Diskusikanlah dengan teman-teman guru lainnya secara kolaboratif kisi-kisi dan soal yang telah anda buat.

Format Kisi-kisi Soal

No	Indikator Soal	Level Kognitif	Butir Soal	Kunci Jawaban
1				
2				
3				
4				
5				
6				

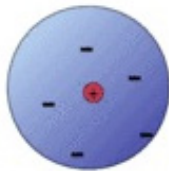
E. Latihan / Kasus /Tugas

Soal latihan berikut sebagai sarana untuk berlatih penguasaan materi dan juga merupakan contoh yang dapat diadaptasi oleh anda dalam mengembangkan soal sejenis, baik untuk penilaian formatif, sumatif, maupun ujian.

Latihan Soal Pilihan Ganda

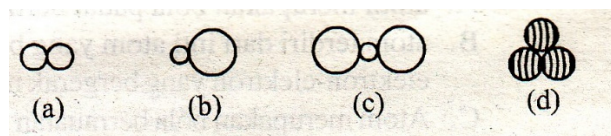
Kerjakanlah soal secara mandiri dan teliti dengan cara memilih salah satu jawaban yang tepat.

1. Berikut ini adalah teori yang disusun oleh John Dalton, *kecuali* ...
 - A. Tiap unsur disusun atas partikel-partikel kecil yang tidak dapat dipecah lagi
 - B. Suatu jenis unsur terdiri atas atom-atom yang memiliki massa dan sifat-sifat tertentu yang sama
 - C. Atom-atom yang berlainan jenis dapat bergabung membentuk senyawa
 - D. Reaksi kimia mengubah suatu jenis atom menjadi jenis yang lainnya.
2. Gambar berikut merupakan model atom yang dikemukakan oleh



- A. John Dalton
 - B. Niels Bohr
 - C. Thomson
 - D. Rutherford
3. Perhatikan beberapa pernyataan berikut.
 - I. Atom selalu bemuatan netral
 - II. Atom tidak memiliki bagian-bagian lain di dalamnya
 - III. Elektron adalah partikel yang mengelilingi inti atom pada orbitnya
 - IV. Proton mengelilingi inti atom bersama dengan elektron.Pernyataan yang benar adalah
 - A. I dan II
 - B. I dan III
 - C. II dan III
 - D. II dan IV

4. Suatu jenis atom akan berubah menjadi ion apabila
- A. Elektron berpindah ke orbit yang yang lebih luar
 - B. Dua atom berikatan satu sama lain
 - C. Atom bereaksi dengan dengan atom lainnya
 - D. Atom melepas atau menerima elektron
5. Atom magnesium memiliki 12 elektron. Susunan elektronnya, magnesium mudah melepaskan elektron. Dengan demikian magnesium akan menjadi ion yang bermuatan
- A. -4
 - B. -2
 - C. +2
 - D. +4
6. Air mempunyai rumus kimia H_2O yang merupakan molekul senyawa. Pernyataan yang sesuai dengan hal tersebut adalah
- A. Benar karena molekul air terdiri lebih dari dua atom
 - B. Benar karena atom penyusun air tidak sejenis
 - C. Salah karena jumlah atom unsurnya dua
 - D. Benar karena jumlah atom unsur hidrogen dan oksigen sama
7. Perhatikan gambar berikut.

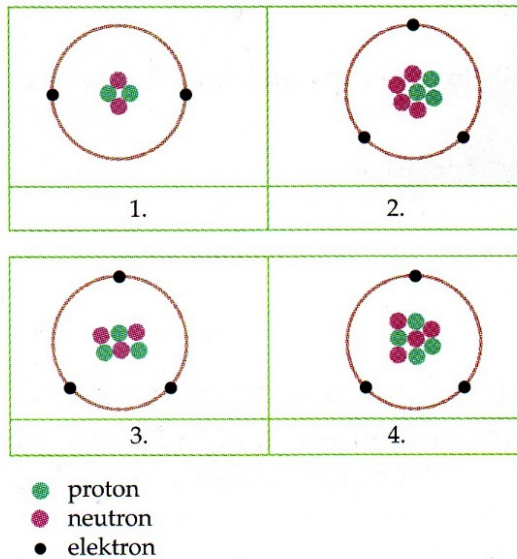


Berdasarkan gambar di atas yang termasuk molekul unsur adalah

- A. (a) dan (b)
- B. (a) dan (c)
- C. (a) dan (d)
- D. (b) dan (c)

Kegiatan Pembelajaran 3

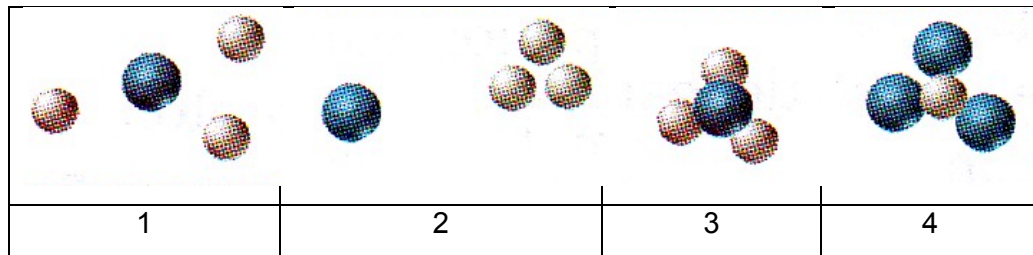
8. Perhatikan gambar berikut :





Gambar yang menyatakan suatu ion adalah

- A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
9. Ditentukan dua jenis atom, yaitu atom ${}^{14}_6X$ dan atom ${}^{15}_7Y$. Manakah di antara pernyataan berikut yang benar tentang kedua jenis atom tersebut?
- A. Keduanya merupakan atom unsur yang sama.
 - B. Keduanya mempunyai jumlah neutron yang sama.
 - C. Keduanya mempunyai jumlah elektron yang sama.
 - D. Keduanya mempunyai jumlah proton yang sama.

10. Perhatikan gambar berikut.



 : atom nitrogen

 : atom hidrogen

Amonia mempunyai rumus NH_3 . Manakah diantara gambar di atas yang menggambarkan molekul amonia?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4



Kegiatan Pembelajaran 3

Latihan Soal Uraian

1. Jelaskan pengertian atom, molekul, dan ion?
2. Elektron pertama kali ditemukan oleh J.J. Thomson. Bagaimana susunan elektron di dalam atom menurut Thomson?
3. Selain dalam bentuk atom, zat juga dapat berada di alam dalam bentuk ion.
 - a. Bagaimana proses terbentuknya ion?
 - b. Berikan contoh setiap jenis ion masing-masing 3 buah
4. Sebutkan masing-masing satu contoh senyawa yang merupakan molekul diatomik, triatomik, dan poliatomik
5. Lengkapilah tabel berikut.

Lambang atom	Jumlah proton	Jumlah elektron	Jumlah neutron
${}^{56}_{26}\text{Fe}$	...	...	...
$\cdots\text{Cu}$	29	...	34
\cdots \cdots	47	...	60

6. Lengkapilah tabel berikut.

Lambang atom	Jumlah proton	Jumlah elektron
Fe^{3+}	26	...
...	17	18



F. Rangkuman

Partikel materi terdiri dari atom, molekul, dan ion. Atom merupakan partikel terkecil penyusun materi yang masih memiliki sifat yang sama dengan sifat materi tersebut. Molekul adalah bagian terkecil dan tidak terpecah dari suatu senyawa kimia murni yang masih mempertahankan sifat kimia dan fisika yang unik. Atom dapat melepaskan dan menerima elektron. Atom yang melepaskan elektron ini dikatakan bermuatan positif dan yang menerima elektron bermuatan negatif. Atom yang bermuatan inilah yang dinamakan ion. Ion positif dinamakan **kation** dan ion negatif dinamakan **anion**. Berdasarkan jenis atom yang menyusun molekul, molekul terbagi menjadi dua jenis, yaitu molekul unsur dan molekul senyawa.

Penggunaan konsep atom, ion, dan molekul dalam kehidupan sehari-hari, contohnya pada minuman isotonic yang mengandung berbagai mineral yang diperlukan tubuh yang berbentuk ion-ion misalnya Cl^- , Na^+ dalam bentuk molekul natrium klorida. Pada saat memasak, kita bisa menambahkan garam dapur (NaCl) atau gula pasir yang tersusun dari molekul-molekul sukrosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) agar masakan tidak hambar. Soda kue banyak digunakan dalam pembuatan roti karena dengan penambahan soda kue, roti dapat mengembang. Soda kue mempunyai nama kimia natrium bikarbonat dengan rumus kimianya NaHCO_3 . Selain itu banyak barang yang kita gunakan merupakan produk industri yang salah satu bahan bakunya berupa zat kimia, misalnya plastik, peralatan elektronik, dan ban kendaraan bermotor. Plastik merupakan salah satu produk kimia yang dihasilkan dari molekul-molekul yang berukuran besar (makromolekul). Molekul-molekul penyusun plastik tersusun secara berulang yang disebut dengan polimer. Molekul pembentuk polimer disebut monomer. Terdapat tiga jenis polimer pembentuk plastik yang paling banyak digunakan, yaitu polietilena (polietena), polistirena, dan polivinilklorida. Polietilena mempunyai monomer etena dengan rumus kimia C_2H_4 . Karet merupakan senyawa polimer yang tersusun dari molekul isoprena (C_5H_8) dan polistirena, $(\text{C}_8\text{H}_8)_n$. Setiap molekul isoprena tersusun dari lima atom karbon dan delapan atom hidrogen. Benda-benda yang terbuat dari karet, misalnya ban mobil, karet gelang, sandal jepit, karet rambut, dan penghapus.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan ini, anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika anda memperkirakan bahwa pencapaian anda sudah melebihi 75%, silahkan anda terus mempelajari kegiatan pembelajaran berikutnya, namun jika anda menganggap pencapaian anda masih kurang dari 75%, sebaiknya anda ulangi kembali kegiatan belajar ini dengan kerja keras, kreatif, disiplin dan kerja sama.

H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus

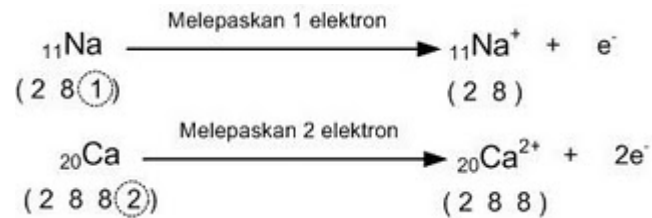
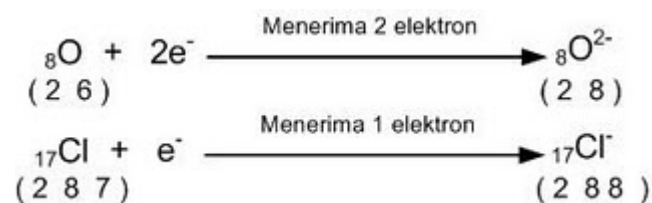
SOAL PILIHAN GANDA

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

SOAL URAIAN

1. Atom adalah suatu satuan dasar materi, yang terdiri atas inti atom serta awan elektron bermuatan negatif yang mengelilinginya. Inti atom terdiri atas proton yang bermuatan positif, dan neutron yang bermuatan netral.
Ion adalah atom atau sekumpulan atom yang bermuatan listrik.

Molekul adalah kumpulan dua atom atau bahkan lebih yang ada didalam suatu susunan tertentu yang terikat oleh gaya kimia atau ikatan kimia.
2. Teori atom J.J. Thomson:
 - Atom merupakan bola masif pejal yang bermuatan positif.
 - Pada tempat-tempat tertentu terdapat elektron-elektron yang bermuatan negatif.
3. Atom dapat menerima dan melepaskan elektron disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain pemanasan, adanya medan magnet dan medan listrik.

Pembentukan ion positif**Pembentukan ion negatif**

4. Molekul diatomik, triatomik, dan tetraatomik :

- Molekul unsur :
 - ✓ Molekul diatomik, contohnya molekul gas
 - ✓ Molekul triatomik, contohnya molekul ozon
 - ✓ Molekul poliatomik, contohnya molekul fosfor dan molekul belerang
- Molekul Senyawa.
 - ✓ Molekul diatomic, contohnya molekul gas karbon monoksida dan molekul hydrogen klorida
 - ✓ Molekul triatomik, contohnya molekul air dan molekul karbon dioksida
 - ✓ Molekul Poliatomik, contohnya molekul alcohol, molekul gula dan molekul asam sulfat.



Kegiatan Pembelajaran 3

5. Jawaban :

Lambang atom	Jumlah proton	Jumlah elektron	Jumlah neutron
${}_{26}^{56}\text{Fe}$	26	26	30
${}_{29}^{63}\text{Cu}$	29	29	34
${}_{47}^{107}\dots$	47	47	60

6. Jawaban :

Lambang atom	Jumlah proton	Jumlah elektron
Fe^{3+}	26	23
Cl^{-}	17	18

Penutup

Demikian telah kami susun Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Kelompok Kompetensi G (Profesional) untuk guru IPA SMP. Modul ini diharapkan dapat membantu Anda meningkatkan pemahaman terhadap materi Sistem Reproduksi pada Hewan dan Tumbuhan, Pewarisan Sifat, serta Atom, Ion dan Molekul. Selanjutnya pemahaman ini dapat Anda implementasikan dalam pembelajaran di sekolah masing-masing demi tercapainya pembelajaran yang berkualitas.

Materi yang disajikan dalam modul ini tidak terlalu sulit untuk dipelajari sehingga mudah dipahami. Modul ini berisikan konsep-konsep inti dan petunjuk-petunjuk praktis dalam mempelajari materi Sistem Reproduksi pada Hewan dan Tumbuhan, Pewarisan Sifat, serta Atom, Ion, dan Molekul dengan bahasa yang mudah dipahami. Anda dapat mempelajari materi dan berlatih melalui berbagai aktivitas, tugas, latihan, dan soal-soal yang telah disajikan. Selanjutnya, Anda perlu terus memiliki semangat membaca bahan-bahan yang lain untuk memperluas wawasan tentang Sistem Reproduksi pada Hewan dan Tumbuhan, Pewarisan Sifat, serta Atom, Ion, dan Molekul.

Bagi Anda yang menggunakan modul ini dalam pelaksanaan moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*), Anda masih perlu menyelesaikan beberapa kegiatan pembelajaran secara mandiri ataupun kolaboratif bersama rekan guru di sekolah masing-masing (*on the job learning*). Adapun pembelajaran mandiri yang perlu Anda lakukan adalah **LK.G1.02 Pertumbuhan Serbuk sari pada proses Penyerbukan; LK.G1.03 Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Sistem Reproduksi pada Hewan dan Tumbuhan; LK.G2.02 Persilangan Monohybrid dan Dihibrid; LK.G2.03 Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Pewarisan Sifat; LK.G3.02 Analogi Sifat Atom, LK.G3.03 Susunan Atom, LK.G3.04 Molekul Unsur dan Molekul Senyawa, LK.G3.05 Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Atom, Ion, dan Molekul;** dan latihan soal pilihan ganda. Produk pembelajaran yang telah Anda hasilkan



Penutup

selama *on the job learning* akan menjadi tagihan yang akan dipresentasikan dan dikonfirmasi pada kegiatan tatap muka kedua (*in-2*).

Akhirnya, tak ada gading yang tak retak, begitu pula dengan modul ini yang masih perlu terus kami perbaiki untuk mencapai taraf kualitas yang lebih baik lagi. Oleh karena itu, kami menunggu dan mengharapkan saran-saran yang konstruktif dan membangun untuk perbaikan modul ini lebih lanjut. Sekian dan terima kasih, semoga semua pengguna modul meraih kesuksesan, dan selalu mendapat ridho-Nya.



Evaluasi

A. Silahkan kerjakan soal-soal berikut. Pilihlah Satu Jawaban yang menurut anda paling tepat !

1. Endosperma sebagai tempat cadangan makanan, pada tumbuhan Angiospermae terbentuk dari hasil pembuahan.....
 - A. inti generatif 1 dengan sel telur
 - B. inti generatif 2 dengan sel telur.
 - C. inti generatif 1 dengan inti kandung lembaga sekunder
 - D. inti generatif 2 dengan inti kandung lembaga sekunder

2. Data ciri bunga sebagai berikut:
 - a) serbuk sari ringan dan banyak
 - b) kepala sari menggantung
 - c) kepala putik berperekat
 - d) mahkota bunga berwarna putih

Penyerbukan yang terjadi pada bunga dengan ciri tersebut adalah

- A. antropogami
- B. anemogami
- C. centomogami
- D. hidrogami

3. Perbedaan pembuahan tunggal dan pembuahan ganda adalah.....

No.	Pembuahan tunggal	Pembuahan ganda
A.	sperma dilengkapi bulu getar	Sperma tidak dilengkapi bulu getar
B.	ovum tidak dilengkapi bulu getar	Ovum dilengkapi dengan bulu getar
C.	fertilisasi melalui tahapan-tahapan	Fertilisasi tidak melalui tahapan-tahapan
D.	terjadi pada angiospermae	Terjadi pada gymnospermae



Evaluasi

4. Organisme yang dapat menghasilkan keturunan haploid tanpa melalui fertilisasi adalah...
 - A. Cacing Planaria
 - B. Ameba
 - C. Bunglon
 - D. Kecoa

5. Spirogyra berkembang biak secara generative dengan cara...
 - A. Konjugasi
 - B. Fertilisasi
 - C. Persilangan
 - D. Spora

6. Peristiwa di mana sel telur tanpa dibuahi dapat berkembang menjadi individu baru disebut
 - A. metagenesis
 - B. metamorfosis
 - C. partenogenesis
 - D. padogenesis

7. Sifat turunan yang bisa diamati dengan mata adalah sifat
 - A. Dominan
 - B. Resesif
 - C. Genotipe
 - D. Fenotipe

8. Bagian sel yang mempengaruhi penurunan sifat adalah
 - A. inti sel dan ribosom
 - B. kromosom dan gen
 - C. nukleus dan nukleolus
 - D. kromosom dan genetik

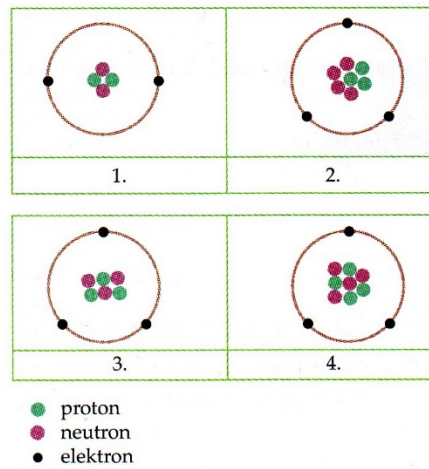
9. Sifat keriting ditentukan oleh gen K dan bersifat dominan terhadap rambut lurus yang ditentukan oleh gen k. Persentase munculnya individu keriting bila terjadi perkawinan antara $Kk \times kk$ adalah
- A. 25%
 - B. 75%
 - C. 50%
 - D. 100%
10. Perhatikan diagram persilangan dibawah ini:
- P: $MM \times mm$
- F1: $Mm \times Mm$
- F2:
- Dari diagram persilangan di atas, jika M = merah dan m = putih, dan M dominan terhadap m, perbandingan fenotipe pada F2 adalah
- A. 1 merah : 2 merah muda : 1 putih
 - B. 3 merah : 1 putih
 - C. 1 merah : 2 putih : 1 merah muda
 - D. 1 merah : 3 putih
11. Jumlah gamet yang dihasilkan dari individu $MmPP$ dan $AaBb$ adalah ...
- A. 2 dan 2
 - B. 2 dan 4
 - C. 4 dan 2
 - D. 4 dan 4



Evaluasi

12. Pada kelinci, rambut hitam (HH) dominan terhadap rambut putih (hh). Rambut kasar (RR) dominan terhadap rambut halus (rr). Seekor kelinci berambut hitam kasar disilangkan dengan kelinci berambut putih halus. Semua keturunan pertamanya (F1) berambut hitam kasar. Jika keturunan pertama disilangkan sesamanya. Perbandingan fenotipe kelinci hitam kasar : hitam halus : putih kasar : putih halus, yang dihasilkan pada F2 adalah
- A. 9 : 3 : 3 : 1
 - B. 9 : 6 : 1
 - C. 12 : 3 : 1
 - D. 15 : 1
13. Bunga warna merah (MM) disilangkan dengan bunga warna putih (mm) bersifat intermediet. Warna turunan yang akan dihasilkan adalah
- A. merah muda 100%
 - B. putih 100%
 - C. merah muda 50%
 - D. putih 50%
14. Elektron bergerak mengelilingi inti atom pada lintasan tertentu yang tetap. Pendapat ini dikemukakan oleh ...
- A. John Dalton
 - B. Niels Bohr
 - C. Thomson
 - D. Rutherford

15. Perhatikan gambar berikut :



Gambar yang menyatakan atom dengan nomor massa 4 adalah

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

16. Gambar berikut menyatakan.



- A. 2 molekul unsur
- B. Campuran dua jenis atom
- C. 6 molekul atom
- D. 2 molekul senyawa

17. Atom fluor yang mendapat tambahan sebuah elektron akan membentuk anion ...

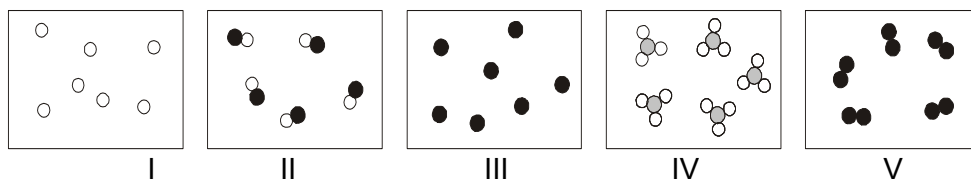
- A. Fl^-
- B. F^+
- C. F^-
- D. Fl^+

Evaluasi

18. Molekul di bawah ini yang termasuk molekul senyawa dan juga poliatomik adalah

- A. H_2O
- B. H_2SO_4
- C. O_3
- D. HCl

19. Perhatikan gambar berikut ini:



Di antara gambar di atas yang menunjukkan gambar molekul unsur adalah

- A. II
- B. III
- C. IV
- D. V

20. Pernyataan yang *tidak* benar tentang asam askorbat atau vitamin C yang memiliki rumus kimia $C_6H_8O_6$ adalah

- A. pada tiap molekulnya terdapat tiga macam atom unsur
- B. pada tiap molekulnya terdapat 20 buah atom unsur
- C. partikel terkecilnya berupa atom
- D. partikel terkecilnya berupa molekul

Daftar Pustaka

- Biggs, Alton., etc. (2008). *Biology*. New York : Mc Graw Hill
- Campbell, N.A, etc. (2009). *Biologi*. 8th edition. Pearson Benjamin Cumming: San Fransisco.
- Chang, Raymond. 2006. *General Chemistry, Fourth Edition*. New York: The McGraw–Hill Companies.
- Diah Aryulina dkk (2004), *Biologi SMA, untuk kelas XI* Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Hart, Richard. 1989. *Beginning Science Chemistry*. New York: Oxford University Press.
- Ibrahim, M., dkk. 2004. *Sains. Materi Pelatihan Terintegrasi*. Jakarta : Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Joko wilarso.,(2000), *Biologi Untuk SLTP kelas 3*, PT Pabelan: Surakarta.
- Kee, L.H. (2002). *The Living Science*. Singapore: Pearson Education Asia Pte.
- Lewis, Michael and Guy Waller. 1997. *Thinking Chemistry*. London: Great Britain Oxford University Press.
- Mc. Duell, Bob. 1986. *Chemistry 2, Foundation Skills for 11 – 14 years old*. London: Charles Letts & Co Ltd.
- Michael Purba., 2006., *IPA KIMIA 2 untuk SMP Kelas VIII.*, Jakarta: Erlangga.
- Nur Azhar, T. 2008. *Dasar-dasar Biologi Molekuler*. Bandung : Penerbit Widya Padjadjaran.
- Petrucci, Ralph H., Hardwood William S., Herring F. Geoffrey., Madura Jeffry D., 2007. *General Chemistry, Principles and Modern Application*. Ninth Third Edition. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Poppy K. Devi, dkk., 2014, *Kimia 1 Peminatan Matematika dan Ilmu-ilmu Alam Kelas x SMA dan MA*, Bandung: Rosda.
- Poppy, K.Devi, dkk. 2006. *Ilmu Pengetahuan Alam SMP 1A*. Bandung: Rosda.



Daftar Pustaka

- Ridley, M. 2005. Genom : Kisah Spesies Manusia dalam 23 Bab. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Ryan, Lawrie. 2001. Chemistry For You. London: Nelson Thornes.
- Silberberg. 2003. Chemistry The Molecular Nature of Matter and Change. New York: Mc Graw Hill Companies. Inc.
- Shohib, M. (2005). Pewarisan Sifat. Bandung : PPPG IPA.
- Suhardi, D. (2005). Genetika. Bandung : PPPG IPA.
- Susilowarno, G. dkk., 2007. Biologi SMA/MA Kelas XII. Jakarta : PT. Grasindo.
- T.n. 1999. New Stage Chemistry. Tokyo.
- Whitten, Kenneth W., Davis Raymond E., Peck M. Larry, Stanley George G. 2010. Chemistry, Ninth Edition. Belmont: Brooks/Cole, Cengage Learning.
- <http://fisikazone.com/hubungan-atom-ion-dan-molekul-dengan-produk-kimia/>, Hubungan Atom, Ion, Dan Molekul Dengan Produk Kimia, 15 Januari 2016
- <http://taufik-ardiyanto.blogspot.co.id/2011/10/reproduksi.html>
- <http://www.plengdut.com/2014/06/perkembangbiakan-tumbuhan-secara.html>
- http://www.slideshare.net/fpa_faiz/bab-10-sistem-reproduksi
- <https://belajar.kemdikbud.go.id/SumberBelajar/tampilajar.php?ver=12&idmateri=96&lv1=4&lv2=1&lv3=0&kl=10>
- <https://biologiklaten.wordpress.com/bab-21-sist-reproduksi-xi/>
- <https://smayani.wordpress.com/2009/05/14/insecta/>
- <http://www.sridianti.com/sistem-reproduksi-vegetatif-alami.html>
- <http://documentslide.com/documents/models-of-the-atom-daltons-model-1803-thomsons-plum-pudding-model-1897.html>, diakses tanggal 07 Maret 2017

Glosarium

Alel	pasangan gen pada kromosom yang homolog (pada lokus yang sama)
Atom	Suatu dasar materi, yang terdiri atas inti atom serta awan elektron bermuatan negatif yang mengelilinginya
Breeding	mengawinkan/menyilangkan hewan atau tumbuhan.
Dihibrida	persilangan dengan dua sifat beda.
Dominan	sifat/fenotip yang muncul pada F_1 , sifat yang resesif.
Elektrolisis	Penguraian suatu larutan elektrolit oleh arus listrik. Pada sel elektrolisis, reaksi kimia akan terjadi jika arus listrik dialirkan melalui larutan elektrolit, yaitu energi listrik (arus listrik diubah menjadi energi kimia).
Elektron	Partikel subatom yang bermuatan negatif dan umumnya ditulis sebagai e^-
Embrio	calon individu baru; perkembangan dari zigot
Epistasis	sifat/fenotip yang menutupi sifat yang lain.
Fenotip	penampakan sifat sebagai hasil interaksi antara genotip dan lingkungannya.
Fertil	subur
Genotip	sifat yang ditentukan oleh gen, disebut pula sifat bawaan.
hemipenis	alat kelamin jantan pada kadal
Hermaprodit	mempunyai alat kelamin ganda (betina dan jantan)
Heterozigot	genotip yang tersusun dari gen dan alel yang tidak sama, satu dominan dan yang lain resesif.
Hipostasis	sifat/fenotip yang ditutupi oleh sifat yang lain.
Homozigot	genotip yang tersusun atas gen dan alel yang sama- sama dominan atau sama-sama resesif.
Indusium	selaput yang menyelubungi sorus
Karier	pembawa, orang yang bergenotip heterozigot suatu penyakit.
kloaka	tempat, saluran pencernaan, dan saluran reproduksi bermuaranya saluran kencing
Kriptomeri	faktor tersembunyi yang fenotipnya akan tampak setelah dilakukan persilangan antara genotip dominan dan genotip



Glosarium

	dominan. Jika kedua genotip dominan bertemu, maka akan memunculkan fenotip baru.
Letal	gen penyebab kematian.
Modifikasi	perubahan fenotip akibat perbedaan lingkungan.
Molekul	Sekelompok atom (paling sedikit dua) yang saling berikatan dengan sangat kuat (kovalen) dalam susunan tertentu dan bermuatan netral serta cukup stabil
Neutron	Partikel subatomik yang tidak bermuatan (netral) dan memiliki massa $940 \text{ MeV}/c^2$ ($1,6749 \times 10^{-27} \text{ kg}$, sedikit lebih berat dari proton.
Ovarium	indung telur (kelenjar kelamin betina)
Oviduk	saluran telur
Polip	berbentuk seperti tabung hidup yang bermahkota tentakel → hewan Hydra
Proton	Partikel subatomik dengan muatan positif sebesar $1,6 \times 10^{-19} \text{ coulomb}$ dan massa 938 MeV ($1,6726231 \times 10^{-27} \text{ kg}$, atau sekitar 1.836 kali massa sebuah elektron
Sorus	bintik-bintik hitam /coklat/kuning pada permukaan bawah daun fertil pada tumbuhan paku
Sporofit	daun penghasil spora
sporogonium	badan penghasil spora
Steril	mandul
Testis	kelenjar kelamin jantan
Topofil	daun tumbuhan paku yang berfungsi untuk fotosintesis
Urogenital	lubang pengeluaran tempat bermuaranya saluran reproduksi dan saluran kencing
Zoospora	spora yang bisa bergerak bebas karena dilengkapi dengan flagel atau silia (alat gerak)



Lampiran

Tabel Kisi-kisi Ujian Nasional Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah Tahun Pelajaran 2016/2017

1. Biologi

Level Kognitif	Lingkup Materi	
	Makhluk hidup dan lingkungannya	Struktur dan fungsi makhluk hidup
Pengetahuan dan Pemahaman <ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi • Mendeskripsikan • Mengklasifikasi • Menunjukkan • Menjelaskan • Menentukan 	Siswa dapat memahami dan menguasai konsep: <ul style="list-style-type: none"> - gejala alam biotik dan abiotik - ciri-ciri/karakteristik makhluk hidup - keragaman pada sistem organisasi kehidupan - interaksi antara makhluk hidup dan lingkungan 	Siswa dapat memahami dan menguasai konsep: <ul style="list-style-type: none"> - sistem gerak manusia - sistem pencernaan manusia - sistem peredaran darah manusia - sistem pernapasan manusia - sistem ekskresi manusia - sistem reproduksi manusia - jaringan tumbuhan - kelangsungan hidup organisme melalui kemampuan bereproduksi - pewarisan sifat - bioteknologi
Aplikasi <ul style="list-style-type: none"> • Memberi contoh • Menyimpulkan • Menerapkan • Menghubungkan • Memprediksi • Membandingkan 	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> - fenomena interaksi antara makhluk hidup dan lingkungan tertentu - kepadatan populasi manusia - pencemaran lingkungan - prosedur pengklasifikasian makhluk hidup 	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> - faktor-faktor yang berpengaruh pada kesehatan sistem gerak manusia - mekanisme sistem pencernaan manusia dan uji makanan - mekanisme peredaran darah manusia - mekanisme pernapasan manusia - menjaga kesehatan sistem ekskresi manusia - kelainan dan penyakit pada

Level Kognitif	Lingkup Materi	
	Makhluk hidup dan lingkungannya	Struktur dan fungsi makhluk hidup
		sistem reproduksi manusia - percobaan fotosintesis - kelangsungan hidup organisme melalui kemampuan bereproduksi - pewarisan sifat untuk pemuliaan makhluk hidup - penerapan bioteknologi pangan bagi kehidupan manusia
Penalaran <ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis • Mensintesis • Mengevaluasi • Menilai • Mempertimbangkan • Menyelesaikan masalah • Memberi argumen 	Siswa dapat menggunakan nalar dalam mengkaji: <ul style="list-style-type: none"> - pengelolaan lingkungan untuk mengatasi pencemaran dan kerusakan lingkungan - dampak interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya - pengaruh kepadatan populasi manusia pada makhluk hidup dan lingkungannya 	Siswa dapat menggunakan nalar dalam mengkaji: <ul style="list-style-type: none"> - keterkaitan antara sistem organ pada manusia - percobaan fotosintesis - pewarisan sifat makhluk hidup untuk meningkatkan kesejahteraan manusia

2. Fisika/Kimia

Level Kognitif	Lingkup Materi		
	Pengukuran, zat dan sifatnya	Mekanika dan Tata Surya	Gelombang, Listrik dan Magnet
Pengetahuan dan Pemahaman <ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi • Menyebutkan • Menunjukkan • Membedakan • Mengelompokkan • Menjelaskan 	Siswa dapat memahami tentang: <ul style="list-style-type: none"> - pengukuran - besaran dan satuan - konsep zat dan wujudnya - zat dan perubahannya - zat aditif, zat adiktif, dan psikotropika - partikel zat 	Siswa dapat memahami tentang: <ul style="list-style-type: none"> - gerak lurus - hukum newton - usaha dan energi - pesawat sederhana - suhu dan kalor - tekanan - tata surya 	Siswa dapat memahami tentang: <ul style="list-style-type: none"> - getaran dan gelombang - bunyi - optik - listrik dan magnet

Level Kognitif	Lingkup Materi		
	Pengukuran, zat dan sifatnya	Mekanika dan Tata Surya	Gelombang, Listrik dan Magnet
	<ul style="list-style-type: none"> - campuran - larutan 		
Aplikasi <ul style="list-style-type: none"> • Mengklasifikasi • Menginterpretasi • Menghitung • Mendeskripsikan • Memprediksi • Mengurutkan • Membandingkan • Menerapkan • Memodifikasi 	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan tentang: <ul style="list-style-type: none"> - pengukuran - konsep zat dan wujudnya - zat dan perubahannya - zat aditif, zat adiktif, dan psikotropika - partikel zat - campuran - larutan 	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan tentang: <ul style="list-style-type: none"> - gerak lurus - hukum newton - usaha dan energi - pesawat sederhana - suhu dan kalor - tekanan - tata surya 	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan tentang: <ul style="list-style-type: none"> - getaran dan gelombang - bunyi - optik - listrik dan magnet
Penalaran <ul style="list-style-type: none"> • Menemukan • Menyimpulkan • Menggabungkan • Menganalisis • Menyelesaikan masalah • Merumuskan 	Siswa dapat bernalar tentang: <ul style="list-style-type: none"> - pengukuran - konsep zat dan wujudnya - zat dan perubahannya - zat aditif, zat adiktif, dan psikotropika - partikel zat - campuran - larutan 	Siswa dapat bernalar tentang: <ul style="list-style-type: none"> - gerak lurus - hukum newton - usaha dan energi - pesawat sederhana - tekanan - suhu dan kalor 	Siswa dapat bernalar tentang: <ul style="list-style-type: none"> - getaran dan gelombang - bunyi - optik - listrik dan magnet

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN



Kelompok
Kompetensi

**MATA PELAJARAN
ILMU PENGETAHUAN
ALAM (IPA)**

Sekolah Menengah Pertama (SMP)

TERINTEGRASI PENGUATAN
PENDIDIKAN KARAKTER
DAN PENGEMBANGAN SOAL



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017**

Jalan Jendral Sudirman, Gedung D Lantai 15, Senayan, Jakarta 10270
Telepon/Fax: (021) 5797 4130

www.gtk.kemdikbud.go.id