

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN IPA
SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)

KELOMPOK KOMPETENSI G

**PEDAGOGI:
PENGEMBANGAN INSTRUMEN
PENILAIAN PEMBELAJARAN**

Penulis:

Asep Agus Sulaeman, S.Si., M.T.

**PROFESIONAL:
MATERI GENETIK**

Penulis:

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



Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

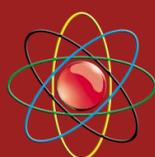
**MATA PELAJARAN IPA
SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)**

KELOMPOK KOMPETENSI G

PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN PEMBELAJARAN

Penulis:

Asep Agus Sulaeman, S.Si., M.T.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN IPA

SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)

KELOMPOK KOMPETENSI G

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN
PENILAIAN PEMBELAJARAN**

Penulis:

Asep Agus Sulaeman, S.Si., M.T.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN IPA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)

KELOMPOK KOMPETENSI G

PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN PEMBELAJARAN

Penanggung Jawab

Dr. Sediono Abdullah

Penyusun

Asep Agus Sulaeman (022-4231191, agus_p3q@yahoo.com)

Penyunting

Dian Indriany, M.Si.

Penyelia

Dr. Andi Suhandi, M.Si

Desainer Grafis/Penata Letak

M. Asep Ferry Ginanjar

Copyright ©2016

*Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu
Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)*

*Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

*Dilarang menggandakan 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. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogi dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, dalam jaringan atau daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan dan 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 untuk program Guru Pembelajar tatap muka dan Guru Pembelajar online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Guru Pembelajar memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program Guru Pembelajar ini untuk mewujudkan “Guru Mulia Karena Karya.”

Jakarta, Februari 2016
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 Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*learning material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru paska UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogi dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar, dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.



Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau ke: p4tkipa@yahoo.com.

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara, Staf PPPPTK IPA, Dosen, Guru, dan Kepala Sekolah serta Pengawas Sekolah yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan kompetensi guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2016
Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.
NIP. 195909021983031002





DAFTAR ISI

	Hal
KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	2
E. Cara Penggunaan Modul	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN	
I. KEGIATAN PEMBELAJARAN: PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN	5
A. Tujuan	5
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	5
C. Uraian Materi	6
D. Aktivitas Pembelajaran	38
E. Latihan/Kasus/Tugas	38
F. Rangkuman	42
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	43
KUNCI JAWABAN	45
EVALUASI	47
PENUTUP	53
DAFTAR PUSTAKA	55
GLOSARIUM	57



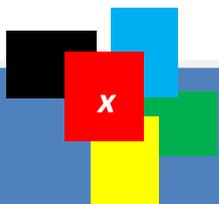
DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1	Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi	2
Tabel 1.1	Contoh penyebaran butir soal untuk penilaian akhir semester ganjil	10
Tabel 1.2	Kisi-kisi penulisan soal	10
Tabel 1.3	Kartu soal	16
Tabel 1.4	Contoh Skala Thurstone: Minat terhadap pelajaran IPA	26
Tabel 1.5	Contoh skala Likert: Sikap terhadap pelajaran IPA	27
Tabel 1.6	Kategorisasi sikap atau minat peserta didik untuk 10 butir pernyataan, dengan rentang skor 10 – 40.	31
Tabel 1.7	Kategorisasi sikap atau minat kelas	32



DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1	Alur penggunaan Modul	3



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. Teknik yang digunakan untuk menilai kompetensi sikap adalah melalui observasi, penilaian diri, penilaian teman sebaya, dan penilaian jurnal, untuk menilai kompetensi pengetahuan adalah melalui tes tertulis observasi terhadap diskusi, tanya jawab dan percakapan sedangkan penilaian kompetensi keterampilan melalui unjuk kerja/kinerja/praktik, proyek, produk dan portofolio dan tertulis. Seorang guru memerlukan keterampilan mengembangkan instrumen untuk melakukan penilaian tersebut. Selanjutnya setelah instrumen digunakan, tentunya harus dianalisis dan hasilnya digunakan untuk menentukan program tindak lanjut penilaian dimana dalam pembelajaran selalu dijumpai adanya peserta didik yang mengalami kesulitan dalam mencapai kompetensi dasar dan ada pula peserta didik yang telah mencapai kompetensi lebih cepat dari peserta didik lain. 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”. Pada Modul Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi G ini disajikan materi tentang pengembangan



instrumen penilaian kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan. Di dalam modul, sajian materi diawali dengan uraian pendahuluan, kegiatan pembelajaran dan diakhiri dengan evaluasi agar peserta melakukan *self assesment* sebagai tolak ukur untuk mengetahui keberhasilan diri sendiri.

B. Tujuan

Setelah Anda belajar dengan modul ini diharapkan terampil mengembangkan instrumen penilaian sikap, pengetahuan dan keterampilan serta hasil belajar.

C. Peta Kompetensi

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

Tabel 1 Kompetensi guru mapel dan indikator pencapaian kompetensi

Kompetensi Guru Mapel	Indikator Esensial/ Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
8.4 Mengembangkan instrumen penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar.	8.4.1 Menyusun butir soal ranah pengetahuan mata pelajaran IPA
	8.4.2 Melakukan validasi butir soal ranah pengetahuan mata pelajaran IPA
	8.4.3 Menyusun instrumen penilaian ranah sikap
	8.4.4 Melakukan validasi instrumen penilaian ranah sikap
	8.4.5 Menyusun instrumen penilaian ranah keterampilan
	8.4.6 Melakukan validasi instrumen penilaian ranah keterampilan
	8.4.7 Melakukan evaluasi proses dan hasil belajar IPA

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian



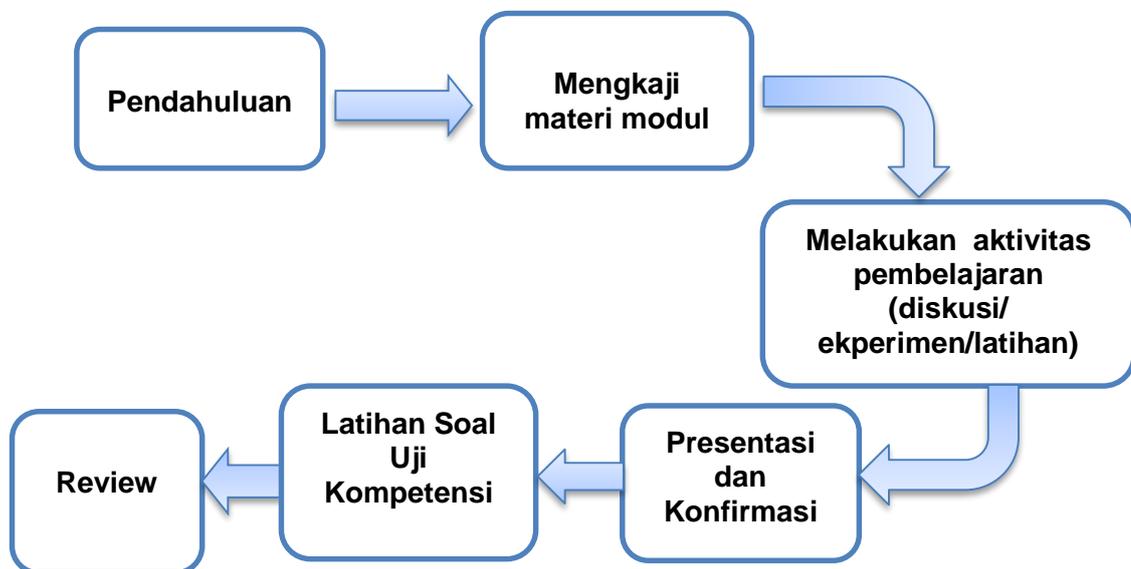
pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi G, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas 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. Pengembangan Instrumen Penilaian Ranah Pengetahuan
2. Pengembangan Instrumen Penilaian Ranah Sikap
3. Pengembangan Instrumen Penilaian Ranah Keterampilan

E. Cara Penggunaan Modul

Cara penggunaan modul pada setiap Kegiatan Pembelajaran secara umum sesuai dengan skenario setiap penyajian materi. Langkah-langkah belajar secara umum adalah sbb.



Gambar 1. Alur Penggunaan Modul



Deskripsi Kegiatan

1. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta untuk mempelajari :

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

2. Mengkaji materi

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

3. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/intruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, melakukan eksperimen, latihan dsb.

Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan data dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan.

4. Presentasi dan Konfirmasi

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

5. Latihan Soal

Pada kegiatan ini guru berlatih menganalisis dan menjawab soal yang kualitas dan kesulitannya setara UKG.

6. Review Kegiatan

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji mereview materi

KEGIATAN PEMBELAJARAN I

PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN

PEMBELAJARAN

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. 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, dan pelaku evaluasi serta sekaligus sebagai pelaksananya. Oleh karena itu guru harus menguasai banyak kompetensi yang berkaitan dengan penilaian.

A. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini, peserta dapat mengembangkan instrumen penilaian proses dan hasil belajar.

B. Indikator Ketercapaian 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

Agar soal yang dikembangkan oleh setiap guru menghasilkan bahan ulangan/ujian yang sahih dan handal, maka harus dilakukan langkah-langkah berikut, yaitu: (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.

Dalam mengembangkan kisi-kisi ada beberapa hal yang perlu dikuasai guru diantaranya:

a. Mengenal jenis perilaku yang dapat diukur

Ketika merumuskan indikator soal dalam mengembangkan kisi-kisi butir soal, kita perlu menentukan 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.

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 (*integreting 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.

Domain afektif yang dikembangkan *David Krathwohl* adalah:

- (1) menerima,
- (2) menjawab,
- (3) menilai.



Domain psikomotor yang dikembangkan *Norman E. Gronlund* dan *R.W. de Maclay* adalah:

- (1) persepsi,
- (2) kesiapan,
- (3) respon terpimpin,
- (4) mekanisme;
- (5) respon yang kompleks,
- (6) organisasi,
- (7) karakterisasi dari nilai.

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 ...
- (12) Evaluasi
 - Apakah kelebihan dan kelemahan
 - Berdasarkan kriteria ..., tuliskanlah evaluasi tentang...

b. Penentuan Perilaku yang Akan Diukur

Semakin tinggi kemampuan/perilaku yang diukur sesuai dengan target kompetensi, maka semakin sulit soal dan semakin sulit pula 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 penilaian akhir semester berikut ini.



Tabel 1.1 Contoh penyebaran butir soal untuk penilaian akhir semester ganjil

No	Kompetensi Dasar	Materi	Jumlah soal tes tulis		Jumlah soal Praktik
			PG	Uraian	
1	1.1 .....	.....	6	--	--
2	1.2 .....	.....	3	1	--
3	1.3 .....	.....	4	--	1
4	2.1 .....	.....	5	1	--
5	2.2 .....	.....	8	1	--
6	3.1 .....	.....	6	--	1
7	3.2 .....	.....	--	2	--
8	3.3 .....	.....	8	--	--
Jumlah soal			40	5	2

d. Penyusunan Kisi-kisi

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 1.2 Kisi-kisi penulisan soal

No.	Kompetensi Inti	Kompetensi Dasar	Kls/smt	Materi pokok	Indikator soal	Nomor soal
1	2	3	4	5	6	7



Keterangan:

Isi pada kolom 2, 3, 4, dan 5 adalah harus sesuai dengan pernyataan yang ada di dalam silabus/kurikulum. Penulis kisi-kisi tidak diperkenankan mengarang sendiri, kecuali pada kolom 6.

Kisi-kisi yang baik harus memenuhi persyaratan berikut ini.

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:

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).



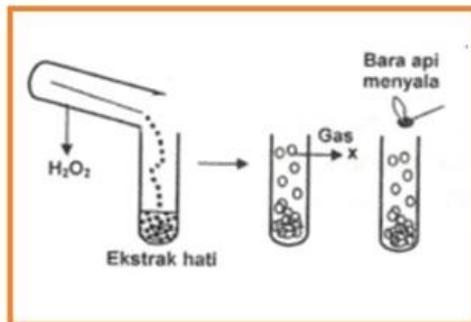
(1) Contoh model pertama untuk topik "Metabolisme".

Topik : Cara Kerja Enzim

Indikator : Diberikan gambar percobaan enzim katalase, peserta didik dapat menentukan gas yang dihasilkan.

Soal:

Perhatikan gambar percobaan enzim katalase berikut



Berdasarkan percobaan tersebut, gas yang dihasilkan (berlabel X) pada proses tersebut yaitu

- a. gas uap air, hasil penguapan H_2O_2 , dan ekstrak hati
- b. gas O_2 , hasil penguraian H_2O_2 oleh enzim katalase
- c. gas CO_2 , hasil penguraian ekstrak hati dan larutan H_2O_2
- d. gas O_2 , hasil respirasi sel-sel hati dengan enzim katalase
- e. gas CO_2 , hasil respirasi sel-sel hati dengan enzim katalase

Kunci: b

(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

- a. keanekaragaman makhluk hidup di suatu ekosistem tinggi, populasi setiap jenis juga tinggi
- b. keanekaragamansuatu ekosistem rendah, populasi setiap jenis juga rendah
- c. keanekaragaman suatu ekosistem tinggi, populasi setiap jenis rendah
- d. keanekaragaman suatu ekosistem rendah, populasi setiap jenis tidak stabil



e. keanekaragaman suatu spesies tidak berhubungan dengan besarnya populasi

Kunci: e

f. Penyusunan Butir Soal Tes Tertulis

Penulisan butir soal tes tertulis merupakan suatu kegiatan yang sangat penting dalam penyiapan bahan ulangan/ujian. 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. Ada kompetensi yang lebih tepat diukur/ditanyakan dengan menggunakan tes tertulis dengan bentuk soal uraian, ada pula 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, sedangkan untuk soal uraian adalah dapat mengukur kemampuan mengorganisasikan gagasan dan menyatakan jawabannya menurut kata-kata atau kalimat sendiri. Kelemahan soal bentuk pilihan ganda di antaranya adalah sulit menyusun pengecohnya, sedangkan untuk soal uraian di antaranya 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 objektif dan uraian non-objektif. Bentuk uraian objektif 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 kesubjektivitas 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.

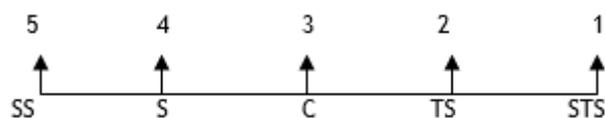
Untuk tingkat SMP, misalnya dapat disusun skala seperti berikut.



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

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/stimulus bila ada/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.

Tabel 1.3 Kartu soal

KARTU SOAL	
Jenis Sekolah : Mata Pelajaran : Bahan Kls/Smt : Bentuk Soal : Ajaran : Aspek yang diukur :	Penyusun : 1. 2. Tahun Ajaran :
KOMPETENSI	BUKU SUMBER:



DASAR	RUMUSAN BUTIR SOAL											
MATERI	NO SOAL:											
INDIKATOR SOAL												
KETERANGAN SOAL												
NO	DIGUNAKAN UNTUK	TANGGAL	JUMLAH SISWA	TK	DP	PROPORSI PEMILIH ASPEK						KET.
						A	B	C	D	E	OMT	

FORMAT PEDOMAN PENSKORAN

NO SOAL	KUNCI/KRITERIA JAWABAN	SKOR

3. Bahasa

- Rumusan kalimat soal harus komunikatif.
- Menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar (baku).
- Tidak menimbulkan penafsiran ganda.
- Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat/tabu.
- 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	

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....

Pokok Soal / tem

- 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.
- 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:

1. menentukan spesifikasi instrumen
2. menulis instrumen
3. menentukan skala instrumen



4. menentukan pedoman penskoran
5. menelaah instrumen
6. merakit instrumen
7. melakukan ujicoba
8. menganalisis hasil ujicoba
9. memperbaiki instrumen
10. melaksanakan pengukuran
11. menafsirkan hasil pengukuran

1. Spesifikasi instrumen

Ditinjau dari tujuannya ada lima macam instrumen pengukuran ranah afektif, yaitu instrumen: (a) sikap, (b) minat, (c) konsep diri, (d) nilai, dan (e) moral.

a. 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. Hasil pengukuran sikap berguna untuk menentukan strategi pembelajaran yang tepat.

b. 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.

c. 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.

d. 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.

e. 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.

2. Penulisan instrumen

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

a. 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 bisa 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.

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

b. 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.

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 IPAsaya lengkap • Catatan pelajaran IPAsaya 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



c. 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.

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.

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

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.

e. Instrumen Moral

Instrumen ini bertujuan untuk mengetahui moral peserta didik.

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



Contoh indikator Moral	Contoh pernyataan untuk instrumen moral
	<p>harus menepatinya.</p> <ul style="list-style-type: none">• 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.

Contoh indikator moral sesuai dengan definisi tersebut adalah:

Contoh pernyataan untuk

3. Skala Instrumen Penilaian Afektif

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

Tabel 1.4 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.							



Tabel 6. 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:

Pelajaran IPA

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

4. 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.

5. Telaah instrumen

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.

Telaah dilakukan oleh pakar dalam bidang yang diukur dan akan lebih baik bila ada pakar penilaian. Telaah bisa juga dilakukan oleh teman sejawat bila yang diinginkan adalah masukan tentang bahasa dan format instrumen. Bahasa yang digunakan adalah yang sesuai dengan tingkat pendidikan responden. Hasil telaah selanjutnya digunakan untuk memperbaiki instrumen. Panjang instrumen berhubungan dengan masalah kebosanan, yaitu tingkat kejemuhan dalam mengisi instrumen. Lama pengisian instrumen sebaiknya tidak lebih dari 30 menit. 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
- Hindari pertanyaan yang bias.
- Hindari pertanyaan hipotetikal atau pengandaian.

Hasil telaah instrumen digunakan untuk memperbaiki instrumen. Perbaikan dilakukan terhadap konstruksi instrumen, yaitu kalimat yang digunakan, waktu yang diperlukan untuk mengisi instrumen, cara pengisian atau cara menjawab instrumen, dan pengetikan.

6. 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.

7. 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. Selain itu sebaiknya responden juga diberi minuman agar tidak 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, maka sebaiknya instrumen dirancang sedemikian rupa sehingga waktu yang diperlukan



mengisi instrumen tidak terlalu lama. Berdasarkan pengalaman, waktu yang diperlukan agar tidak jenuh adalah 30 menit atau kurang.

8. 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. Bila daya beda butir instrumen lebih dari 0,30, butir instrumen tergolong baik.

Indikator lain yang diperhatikan adalah indeks keandalan yang dikenal dengan indeks reliabilitas. Batas indeks reliabilitas minimal 0,70. Bila indeks ini lebih kecil dari 0,70, kesalahan pengukuran akan melebihi batas. Oleh karena itu diusahakan agar indeks keandalan instrumen minimal 0,70.

9. Perbaikan instrumen

Perbaikan dilakukan terhadap butir-butir pertanyaan/ Pernyataan yang tidak baik, berdasarkan analisis hasil ujicoba. Bisa saja hasil telaah instrumen baik, namun hasil ujicoba empirik tidak baik. Untuk itu butir pertanyaan/ Pernyataan instrumen harus diperbaiki. Perbaikan termasuk mengakomodasi saran-saran dari responden ujicoba. Instrumen sebaiknya dilengkapi dengan pertanyaan terbuka.

10. 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 pada responden yang lain agar jawaban kuesioner tidak sama atau homogen. Pengisian instrumen dimulai dengan penjelasan tentang tujuan pengisian, manfaat bagi responden, dan pedoman pengisian instrumen.



11. Penafsiran hasil pengukuran

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

Tabel 1.6 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.	20 sampai 27	Rendah/Kurang
4.	Kurang dari 20	Sangat rendah/Sangat kurang

Keterangan Tabel 6 :

1. Skor batas bawah kategori sangat tinggi atau sangat baik adalah: $0,80 \times 40 = 32$, 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 1.7 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 7 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 8 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.



C. Observasi

Penilaian ranah afektif peserta didik selain menggunakan kuesioner juga bisa dilakukan melalui observasi atau pengamatan. Prosedurnya sama, 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

Menurut Ebel (1972), ada kaitan erat antara tujuan yang akan dicapai, metode pembelajaran, dan evaluasi yang akan dilaksanakan. Oleh karena ada perbedaan titik berat tujuan pembelajaran psikomotor dan kognitif maka strategi pembelajarannya juga berbeda. Menurut Mills (1977), pembelajaran keterampilan akan efektif bila dilakukan dengan menggunakan prinsip belajar sambil mengerjakan (*learning by doing*). Leighbody (1968) menjelaskan bahwa keterampilan yang dilatih melalui praktik secara berulang-ulang akan menjadi kebiasaan atau otomatis dilakukan. Sementara itu Goetz (1981) dalam penelitiannya melaporkan bahwa latihan yang dilakukan berulang-ulang akan memberikan pengaruh yang sangat besar pada penguasaan keterampilan. Lebih lanjut dalam penelitian itu dilaporkan bahwa pengulangan saja tidak cukup menghasilkan prestasi belajar yang tinggi, namun diperlukan umpan balik yang relevan yang berfungsi untuk memantapkan kebiasaan. Sekali berkembang maka kebiasaan itu tidak pernah mati atau hilang.

Sementara itu, Gagne (1977) berpendapat bahwa kondisi yang dapat mengoptimalkan hasil belajar keterampilan ada dua macam, yaitu kondisi internal dan eksternal. Untuk kondisi internal dapat dilakukan dengan cara (a) mengingatkan kembali bagian dari keterampilan yang sudah dipelajari, dan (b) mengingatkan prosedur atau langkah-langkah gerakan yang telah dikuasai. Sementara itu untuk kondisi eksternal dapat dilakukan dengan (a) instruksi verbal, (b) gambar, (c) demonstrasi, (d) praktik, dan (e) umpan balik.



Dalam melatih kemampuan psikomotor atau keterampilan gerak ada beberapa langkah yang harus dilakukan agar pembelajaran mampu membuahkan hasil yang optimal. Mills (1977) menjelaskan bahwa langkah-langkah dalam mengajar praktik adalah (a) menentukan tujuan dalam bentuk perbuatan, (b) menganalisis keterampilan secara rinci dan berutan, (c) mendemonstrasikan keterampilan disertai dengan penjelasan singkat dengan memberikan perhatian pada butir-butir kunci termasuk kompetensi kunci yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dan bagian-bagian yang sukar, (d) memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mencoba melakukan praktik dengan pengawasan dan bimbingan, (e) memberikan penilaian terhadap usaha peserta didik.

Edwardes (1981) menjelaskan bahwa proses pembelajaran praktik mencakup tiga tahap, yaitu (a) penyajian dari pendidik, (b) kegiatan praktik peserta didik, dan (c) penilaian hasil kerja peserta didik. Guru harus menjelaskan kepada peserta didik kompetensi kunci yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas tertentu. Kompetensi kunci adalah kemampuan utama yang harus dimiliki seseorang agar tugas atau pekerjaan dapat diselesaikan dengan cara benar dan hasilnya optimal. Sebagai contoh, dalam memukul bola, kompetensi kuncinya adalah kemampuan peserta didik menempatkan bola pada titik ayun. Dengan cara ini, tenaga yang dikeluarkan hanya sedikit namun hasilnya optimal. Contoh lain, dalam mengendorkan mur dari bautnya, kompetensi kuncinya adalah kemampuan peserta didik memegang kunci pas secara tepat yakni di ujung kunci. Dengan cara ini tenaga yang dikeluarkan untuk mengendorkan mur jauh lebih sedikit bila dibandingkan dengan pengendorkan mur dengan cara memegang kunci pas yang tidak tepat.

Dalam proses pembelajaran keterampilan, keselamatan kerja tidak boleh dikesampingkan, baik bagi peserta didik, bahan, maupun alat. *Leighbody* (1968) menjelaskan bahwa keselamatan kerja tidak dapat dipisahkan dari proses pembelajaran psikomotor. Guru harus menjelaskan keselamatan kerja kepada peserta didik dengan sejelas-jelasnya. Oleh karena kompetensi kunci dan keselamatan kerja merupakan dua hal penting dalam pembelajaran keterampilan, maka dalam penilaian kedua hal itu harus mendapatkan porsi yang tinggi.



Beberapa ahli yang menjelaskan cara menilai hasil belajar psikomotor. Ryan (1980) menjelaskan bahwa hasil belajar keterampilan dapat diukur melalui (1) pengamatan langsung dan penilaian tingkah laku peserta didik selama proses pembelajaran praktik berlangsung, (2) sesudah mengikuti pembelajaran, yaitu dengan jalan memberikan tes kepada peserta didik untuk mengukur pengetahuan, keterampilan, dan sikap, (3) beberapa waktu sesudah pembelajaran selesai dan kelak dalam lingkungan kerjanya. Sementara itu Leighbody (1968) berpendapat bahwa penilaian hasil belajar psikomotor 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 psikomotor atau 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.

Tes untuk mengukur ranah psikomotorik adalah tes untuk mengukur penampilan atau kinerja (*performance*) yang telah dikuasai oleh peserta didik. Tes tersebut dapat berupa tes *paper and pencil*, tes identifikasi, tes simulasi, dan tes unjuk kerja.

1. Tes simulasi

Kegiatan psikomotorik yang dilakukan melalui tes ini, jika tidak ada alat yang sesungguhnya yang dapat dipakai untuk memperagakan penampilan peserta didik, sehingga peserta didik dapat dinilai tentang penguasaan keterampilan dengan bantuan peralatan tiruan atau berperaga seolah-olah menggunakan suatu alat yang sebenarnya.

2. Tes unjuk kerja (*work sample*)

Kegiatan psikomotorik yang dilakukan melalui tes ini, dilakukan dengan sesungguhnya dan tujuannya untuk mengetahui apakah peserta didik sudah menguasai/terampil menggunakan alat tersebut. Misalnya dalam melakukan praktik pengaturan lalu lintas lalu lintas di lapangan yang sebenarnya



Tes simulasi dan tes unjuk kerja, semuanya dapat diperoleh dengan observasi langsung ketika peserta didik melakukan kegiatan pembelajaran. Lembar observasi dapat menggunakan daftar cek (*check-list*) ataupun skala penilaian (*rating scale*). Psikomotorik yang diukur dapat menggunakan alat ukur berupa skala penilaian terentang dari sangat baik, baik, kurang, kurang, dan tidak baik.

Secara teknis penilaian ranah psikomotor dapat dilakukan dengan pengamatan (perlu lembar pengamatan) dan tes perbuatan.

1. Dalam ranah psikomotorik yang diukur meliputi:
2. Gerak refleks,
3. Gerak dasar fundamen,
4. Keterampilan perseptual; diskriminasi kinestetik, diskriminasi visual, diskriminasi auditoris, diskriminasi taktis, keterampilan perseptual yang terkoordinasi,
5. Keterampilan fisik,
6. Gerakan terampil,
7. Komunikasi non diskusi (tanpa bahasa-melalui gerakan) meliputi: gerakan ekspresif, gerakan interpretatif.

Contoh Penilaian Psikomotor

Contoh Tes Praktik

- Topik : Cara kerja Enzim
- Kompetensi Inti : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan
- KD : 4.2. Melaksanakan percobaan dan menyusun laporan hasil percobaan tentang cara kerja enzim, fotosintesis, respirasi anaerob secara tertulis dengan berbagai media.
- Indikator : Merangkai alat percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi cara kerja enzim dan melakukan percobaan kerja enzim katalase



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
		10	Ada 2 aspek yang tersedia
2	Pelaksanaan Percobaan	30	<ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan cetrifuge dengan tepat - Membuat ekstrak hati sehingga menjadi supernatan yang diperlukan dengan tepat - Menuangkan H₂O₂ ke dalam tabung reaksi dengan konsentrasi yang tepat - 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 larutan atau 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 yang disarankan dalam mempelajari modul ini adalah melalui diskusi kelompok dan latihan individu. beberapa panduan diskusi kelompok dan latihan individu, disajikan pada bagian E.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Latihan mengembangkan instrumen penilaian pengetahuan, sikap, dan keterampilan



Perancangan 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

1. Instrumen Penilaian Kompetensi Sikap

a. Penilaian Kompetensi Sikap Melalui Observasi

Penilaian Sikap Kegiatan Praktikum/Diskusi

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

Instrumen:	_____
------------	-------

b. Penilaian Sikap melalui Penilaian Diri

Mata Pelajaran	:	_____
Kelas/Semester	:	_____



Kompetensi Dasar	:	_____
Topik/Subtopik	:	_____
Indikator Pencapaian Kompetensi	:	_____

Instrumen:

c. Penilaian Antar Peserta Didik

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

Instrumen:

d. Penilaian Sikap melalui Jurnal

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

Instrumen:

2. Instrumen Penilaian Kompetensi Pengetahuan

a. Tes Tulis

1) Soal Pilihan Ganda

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



Topik/Subtopik	:	_____
Indikator Pencapaian Kompetensi	:	_____

Instrumen

2) Soal Uraian

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

Instrumen

b. Observasi Terhadap Diskusi/ Tanya Jawab

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

Instrumen

c. Penugasan

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



Kompetensi

Instrumen

3. Instrumen Penilaian Kompetensi Keterampilan

a. Penilaian Praktik

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

Instrumen

b. Penilaian Proyek

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

Instrumen

c. Penilaian Produk

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



Instrumen:

d. Penilaian Portofolio

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

Instrumen

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) 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 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.



KUNCI JAWABAN

Setelah Anda mencoba untuk mengerjakan soal latihan, silahkan Anda periksa apakah jawaban sudah sesuai dengan rubrik berikut.

Rubrik Perancangan Penilaian dalam Pembelajaran IPA

Rubrik penilaian ini digunakan fasilitator untuk menilai hasil rancangan instrumen penilaian kompetensi sikap, kompetensi pengetahuan dan kompetensi keterampilan. Pada penilaian kompetensi sikap peserta ditugaskan dalam kelompoknya membuat instrumen observasi, penilaian sikap melalui penilaian diri, penilaian antar peserta didik dan penilaian sikap melalui jurnal. Pada penilaian pengetahuan peserta ditugaskan membuat instrumen tes tertulis (Pilihan Ganda dan Uraian), observasi diskusi, tanya jawab dan percakapan dan penugasan, sedangkan pada penilaian kompetensi keterampilan peserta ditugaskan membuat instrumen penilaian praktik, proyek dan produk dan portofolio.

Langkah-langkah penilaian

1. Cermati tugas yang diberikan kepada peserta pelatihan!
2. Berikan nilai pada hasil kerja peserta pelatihan sesuai dengan penilaian Anda terhadap produk tersebut menggunakan kriteria penilaian nilai sebagai berikut

Penilaian Kompetensi Sikap

PERINGKAT	NILAI	KRITERIA
Amat Baik (AB)	$90 < AB \leq 100$	<ol style="list-style-type: none">1. Terdapat identitas instrumen : KD, topik, sub topik dengan lengkap2. Terdapat indikator yang dirumuskan dengan benar3. Terdapat empat bentuk instrumen penilaian kompetensi sikap4. Seluruh instrumen penilaian dibuat sesuai kriteria pengembangannya



PERINGKAT	NILAI	KRITERIA
Baik (B)	$80 < B \leq 90$	Ada 3 aspek sesuai dengan kriteria, 1 aspek kurang sesuai
Cukup (C)	$70 < C \leq 80$	Ada 2 aspek sesuai dengan kriteria, 2 aspek kurang sesuai
Kurang (K)	≤ 70	Ada 1 aspek sesuai dengan kriteria, 3 aspek kurang sesuai

Penilaian Kompetensi Pengetahuan

PERINGKAT	NILAI	KRITERIA
Amat Baik (AB)	$90 < AB \leq 100$	<ol style="list-style-type: none">1. Terdapat identitas instrumen : KD, topik, sub topik dengan lengkap2. Terdapat indikator yang dirumuskan dengan benar3. Terdapat tiga bentuk instrumen penilaian kompetensi pengetahuan4. Seluruh instrumen penilaian dibuat sesuai kriteria pengembangannya
Baik (B)	$80 < B \leq 90$	Ada 3 aspek sesuai dengan kriteria, 1 aspek kurang sesuai
Cukup (C)	$70 < C \leq 80$	Ada 2 aspek sesuai dengan kriteria, 2 aspek kurang sesuai
Kurang (K)	≤ 70	Ada 1 aspek sesuai dengan kriteria, 3 aspek kurang sesuai

Penilaian Kompetensi Keterampilan

PERINGKAT	NILAI	KRITERIA
Amat Baik (AB)	$90 < AB \leq 100$	<ol style="list-style-type: none">1. Terdapat identitas instrumen : KD, topik, sub topik dengan lengkap2. Terdapat indikator yang dirumuskan dengan benar3. Terdapat empat bentuk instrumen penilaian kompetensi keterampilan4. Seluruh instrumen penilaian dibuat sesuai kriteria pengembangannya
Baik (B)	$80 < B \leq 90$	Ada 3 aspek sesuai dengan kriteria, 1 aspek kurang sesuai
Cukup (C)	$70 < C \leq 80$	Ada 2 aspek sesuai dengan kriteria, 2 aspek kurang sesuai
Kurang (K)	≤ 70	Ada 1 aspek sesuai dengan kriteria, 3 aspek kurang sesuai

EVALUASI

A. Silahkan kerjakan soal-soal berikut. Pilihlah 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

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
6. Berikut ini contoh instrumen pilihan ganda yang salah.

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

- a. tenaga air
- b. tenaga uap panas
- c. tenaga gas bumi
- d. tenaga solar

Kesalahan pada instrumen tersebut adalah

- A. subjek pertanyaan tidak jelas
 - B. bahasa Indonesia yang digunakan tidak baku
 - C. pertanyaan mengarah ke jawaban benar
 - D. pilihan Jawaban tidak homogeny
7. Berikut ini beberapa indikator sikap.
- 1. Melibatkan diri secara aktif dalam praktikum di kelompoknya
 - 2. Melakukan tugas sesuai kesepakatan kelompok
 - 3. Menerima kekurangan teman kelompoknya pada saat praktik
 - 4. Membantu teman kelompoknya tanpa diminta
 - 5. Mendorong temannya untuk mencapai tujuan kelompok
 - 6. Menerima koreksi dari teman kelompok

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

- A. 1, 2, 3, 4
- B. 1, 2, 4, 5
- C. 2, 3, 4, 5
- D. 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
- A. menggunakan bahan praktik dengan tepat ; memilah sampah pada saat membuangnya ; menggunakan air dengan bijaksana ; membuang limbah cairan ke bak cuci
 - B. menggunakan bahan praktik seperlunya; memilah sampah pada saat membuangnya ; menyimpan bahan pada tempat yang tepat ; menuangkan larutan dengan tepat
 - C. menggunakan bahan praktik dengan cermat ; menggunakan air dengan bijaksana ; menuangkan larutan dengan cermat; membuang limbah cairan ke bak cuci
 - D. 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 kepedulian lingkungan untuk siswa SMP.

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban			
		SS	S	KS	S
1.	.....			
2.	Saya selalu membersihkan alat dan bahan praktik yang telah saya gunakan				
3.					
4.					

Contoh tersebut merupakan pernyataan yang kurang baik karena

- A. bahasa tidak disesuaikan dengan kemampuan responden
 - B. kalimat yang disampaikan memiliki respons ganda
 - C. pernyataan menggiring ke arah respons yang diinginkan
 - D. pernyataan tidak berkaitan dengan tujuan penilaian
10. Pak Zaenal akan membuat instrument test untuk mengetahui pencapaian indikator berikut ini.

“Mengelompokkan tumbuhan yang terdapat di lingkungan tempat tinggal”

Pertanyaan untuk tes isian singkat 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.



PENUTUP

Demikian telah kami susun Modul Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi G 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 pembelajaran di sekolah masing-masing demi tercapainya pembelajaran yang berkualitas.

Materi 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.

Akhirnya, tak ada gading yang tak retak, begitu pula dengan modul ini yang masih terus dikembangkan untuk mencapai taraf kualitas sempurna. Oleh karena itu, saran-saran yang konstruktif dan membangun sangat kami harapkan untuk perbaikan lebih lanjut. Sekian dan terima kasih, semoga sukses, dan mendapat ridho-Nya.



DAFTAR PUSTAKA

- Arend, R. 1989. *Learning to Teach*. New York: McGraw-Hill
- Arifin, M., dkk. 2003. *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Bandung: JICA-UPI
- Costa, Arthur L. (Editor). 1985. *Developing of Minds, a Resource Book for Teaching Thinking*, Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development
- Creager, Joan G., et al. 1985. *Biology*. New York : Macmillan Publishing Company.
- Dahar, R.W. 1989. *Teori-teori Belajar*. Jakarta: Erlangga
- Diah Aryulina., dkk. 2004: *Biologi SMA untuk kelas XI*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Friedl, Alfred E., 1986, *Teaching Science to Children: An Integrated Approach*, New York: Random House
- Joyce and Weil, 1986, *Models of Teaching*, Second Edition, New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Katu, Nggandi, 1999, *Belajar sebagai kegiatan aktif Setiap Individu dalam mengkontruksi Pengetahuan*, makalah disajikan dalam Seminar//Lokakarya Pengembangan Cara Pembelajaran IPA di PPPG IPA Bandung, Tanggal 17-18 Juni 1999.
- Killen, Roy, 1998, *Effective Teaching Strategies, Lesson from Research and Practice*, 2nd Edition, Australia: Social Science Press.
- Kimball, J.W. 1988. *Biologi*. Edisi Kelima. Jakarta: Erlangga.
- Lawson, Anton E, 1995, *Science Teaching and The Development of Thinking*. Belmont-California: wadsworth Publishing Company.
- Mardapi, Dj. dan Ghofur, A, 2004. *Pedoman Umum Pengembangan Penilaian; Kurikulum Berbasis Kompetensi SMA*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Umum.
- Mehrens, W.A, and Lehmann, I.J, 1991. *Measurement and Evaluation in Education and Psychology*. Fort Woth: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Nur, Mohamad dan Kardi, Soeparman. 2000. *Pengajaran Langsung*. Surabaya: Pusat Sains dan Matematika Sekolah Program Pascasarjana Unesa, University Press.
- Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 25 tahun 2006 tentang *Rincian Tugas Unit Kerja di Lingkungan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.



- Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2007 tentang *Standar Penilaian Pendidikan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2006 tentang *Standar Isi*, Jakarta, 2006.
- Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2006 tentang *Standar Kompetensi Lulusan*, Jakarta, 2006.
- Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2006 tentang *Pelaksanaan Standar Isi dan Standar Kompetensi Lulusan* sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2007. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Poedjiadi, A. 2005. *Sains Teknologi Masyarakat*. Bandung: PT. Remaja Ros-dakarya
- Popham, W.J., (1999). *Classroom Assessment: What teachers need to know*. Mass: Allyn-Bacon.
- Slavin, Robert E., 2003, *Educational Psychology: Theory and Practice*, 7th Edition, Boston: John Hopkins University
- Syaiful Sagala, 2005, *Konsep dan Makna Pembelajaran*, Bandung: Penerbit Alfabeta.

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.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

**MATA PELAJARAN IPA
SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)**

KELOMPOK KOMPETENSI G

MATERI GENETIK

Penulis:

Sumarni Setiasih, S.Si., M.Si., dkk.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN IPA

SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)

KELOMPOK KOMPETENSI G

MATERI GENETIK

Penulis:

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



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN IPA

SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)

KELOMPOK KOMPETENSI G

MATERI GENETIK

Penanggung Jawab

Dr. Sediono Abdullah

Penyusun

Drs. Moch Syarif, M.Si. (022-4231191, syarifp4tk@gmail.com)

Any Suhaeny, M.Si. (022-4231191, anysuhaeny@yahoo.com)

Sumarni Setiasih, S.Si., M.PKim. (022-4231191, enni_p3gipa@yahoo.co.id)

Penyunting

Dian Indriany, M.Si.

Penelaah

Dr. Andi Suhandi, M.Si

Desainer Grafis/Penata Letak

M. Asep Ferry Ginanjar

Copyright ©2016

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu

Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)

Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang menggandakan 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. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogi dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, dalam jaringan atau daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan dan 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 untuk program Guru Pembelajar tatap muka dan Guru Pembelajar online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Guru Pembelajar memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program Guru Pembelajar ini untuk mewujudkan “Guru Mulia Karena Karya.”

Jakarta, Februari 2016

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 Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*learning material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru paska UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogi dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar, dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.



Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau ke: p4tkipa@yahoo.com.

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara, Staf PPPPTK IPA, Dosen, Guru, dan Kepala Sekolah serta Pengawas Sekolah yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan kompetensi guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2016
Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.
NIP. 195909021983031002





DAFTAR ISI

		Hal
KATA SAMBUTAN		iii
KATA PENGANTAR		v
DAFTAR ISI		vii
DAFTAR TABEL		ix
DAFTAR GAMBAR		x
PENDAHULUAN		
	A. Latar Belakang	1
	B. Tujuan	1
	C. Peta Kompetensi	2
	D. Ruang Lingkup	2
	E. Cara Penggunaan Modul	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN		
I.	KEGIATAN PEMBELAJARAN 1: SISTEM REPRODUKSI HEWAN DAN TUMBUHAN	5
	A. Tujuan	5
	B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	5
	C. Uraian Materi	6
	D. Aktivitas Pembelajaran	32
	E. Latihan/Kasus/Tugas	34
	F. Rangkuman	36
	G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	37
II.	KEGIATAN PEMBELAJARAN 2: PEWARISAN SIFAT	39
	A. Tujuan	40
	B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	41
	C. Uraian Materi	41
	D. Aktivitas Pembelajaran	57
	E. Latihan/Kasus/Tugas	63



	F. Rangkuman	65
	G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	65
	III. KEGIATAN PEMBELAJARAN 3: ATOM, ION DAN MOLEKUL	67
	A. Tujuan	68
	B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	68
	C. Uraian Materi	69
	D. Aktivitas Pembelajaran	82
	E. Latihan/Kasus/Tugas	89
	F. Rangkuman	92
	G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	93
	KUNCI JAWABAN	95
	EVALUASI	99
	PENUTUP	107
	DAFTAR PUSTAKA	109
	GLOSARIUM	111



DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1	Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi	2
Tabel 2.1	Hasil penyilangan yang dilakukan oleh Mendel	43
Tabel 2.2	Hubungan antara jumlah sifat beda dengan jumlah kombinasi gen pada gamet yang dihasilkan F_1 , genotip dan fenotip F_2	49
Tabel 3.1	Nama molekul dan jumlah unsur penyusunnya	78
Tabel 3.2	Rumus molekul unsur diatomik dan poliatomik	79
Tabel 3.3	Nama senyawa dan rumus molekul senyawa	79
Tabel 3.4	Lambang dan nama kation-anion	81



DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1	Alur Penggunaan Modul	3
Gambar 1.1	Kotak spora pecah dan melepaskan spora pada tumbuhan paku	7
Gambar 1.2	Pembentukan tunas pada bambu dan pisang	8
Gambar 1.3	Bawang merah dengan bagian-bagiannya	9
Gambar 1.4	Rimpang pada kunyit	9
Gambar 1.5	Stolon pada tanaman stroberi	10
Gambar 1.6	Cara mencangkok tanaman	10
Gambar 1.7	Teknik berbanyakan tanaman dengan cara menempel	11
Gambar 1.8	Cara menyambung pada tanaman	11
Gambar 1.9	Teknik vegetatif dengan cara merunduk	12
Gambar 1.10	Langkah teknik kultur jaringan pada tanaman wortel	13
Gambar 1.11	Bagian-bagian bunga	14
Gambar 1.12	proses penyerbukan pada tumbuhan biji	15
Gambar 1.13	Alat perkembangbiakan pada Cycas rumpii	18
Gambar 1.14	Pembuahan tunggal pada pinus.	19
Gambar 1.15	Pembentukan tabung (buluh) serbuk sari	20
Gambar 1.16	Proses pembuahan ganda	20
Gambar 1.17	Siklus hidup lumut daun	22
Gambar 1.18	Pergiliran keturunan pada tanaman paku	22
Gambar 1.19	Proses pergiliran keturunan pada tumbuhan berbiji	23



Gambar 1.20	Pembelahan Biner pada Euglena	26
Gambar 1.21	Pembentukan tunas pada Hidra	26
Gambar 1.22	Planaria bereproduksi secara fragmentasi dengan berbagai pembelahan	27
Gambar 1.23	Partenogenesis pada Laron	27
Gambar 1.24	Organ reproduksi pada ikan (a) betina, dan (b) jantan	28
Gambar 1.25	Alat Reproduksi katak (a) betina dan (b) jantan	29
Gambar 1.26	Alat Reproduksi reptil (a) betina dan (b) jantan	30
Gambar 1.27	Alat Reproduksi burung (a) betina dan (b) jantan	30
Gambar 1.28	Alat Reproduksi mamalia (a) betina dan (b) jantan	32
Gambar 2.1	Gregor Mendel	41
Gambar 2.2	Proses Penyilangan	42
Gambar 2.3	Alel pada warna bunga. Alel untuk warna bunga berada pada lokus gen yang sama pada pasangan kromosom homolog.	45
Gambar 2.4	Persilangan Monohibrid	46
Gambar 2.5	Rasio Genotip dan Fenotip pada Persilangan Monohibrid	47
Gambar 2.6	Persilangan Dihibrid	48
Gambar 2.7	Kriptomeri	53
Gambar 3.1	Label produk kimia dalam kehidupan sehari-hari	67
Gambar 3.2	Label kemasan minuman isotonic 1	67
Gambar 3.3	Elektrolisis air	69
Gambar 3.4	John Dalton	69
Gambar 3.5	Model-model Atom	72
Gambar 3.6	Tabung sinar Katoda	73



Gambar 3.7	(a) Sinar katode bergerak lurus dari katode ke anode dan (b) Sinar katode dibelokkan oleh medan magnet	73
Gambar 3.8	Eksperimen Rutherford, penembakan lapisan tipis emas oleh sinar α .	74
Gambar 3.9	Struktur molekul unsur H_2 , Cl_2 , O_2 , dan P_4	77
Gambar 3.10	Molekul senyawa air	77
Gambar 3.11	Struktur molekul senyawa NH_4 , H_2O , CCl_4 , dan N_2O	78
Gambar 3.12	Pembentukan ion Na^+ dan Cl^-	81
Gambar 3.13	Label kemasan minuman isotonik 2	81

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Guru mempunyai kewajiban untuk selalu memperbaharui dan meningkatkan kompetensinya melalui kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai esensi pembelajar seumur hidup. Untuk bahan belajar (*learning material*) guru, dikembangkan modul yang menuntut guru belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar yang berjudul “Materi Genetik” yang berisi materi Sistem Reproduksi pada Hewan dan Tumbuhan, Pewarisan Sifat, serta Atom, Ion, dan Molekul, merupakan modul untuk kompetensi profesional guru pada kelompok kompetensi 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/tugas, rangkuman, umpan balik dan tindak lanjut.

Di dalam modul kelompok kompetensi G ini, pada bagian pendahuluan diinformasikan tujuan secara umum yang harus dicapai oleh guru pembelajar. Peta kompetensi yang harus dikuasai guru pada kelompok kompetensi G, ruang lingkup, dan saran penggunaan modul. Setelah guru mempelajari modul ini diakhiri dengan evaluasi untuk pengujian diri.

B. Tujuan

Setelah guru mempelajari modul ini diharapkan: 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 yang diampu. Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui belajar dengan modul ini adalah:

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	20.1.116 Mengidentifikasi struktur dan fungsi sistem reproduksi tumbuhan,
	20.1.117 Mengidentifikasi struktur dan fungsi sistem reproduksi hewan
	20.1.118 Menjelaskan keterkaitan antara reproduksi makhluk hidup dengan kelangsungan makhluk hidup
20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori IPA serta penerapannya secara fleksibel.	20.1.119 Menjelaskan Molekul yang mendasari Pewarisan Sifat
	20.1.120 Mendeskripsikan hukum pewarisan sifat
	20.1.121 Menjelaskan pewarisan sifat-sifat pada manusia
	20.1.122 Mendeskripsikan kelainan sifat pada manusia yang diturunkan
20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori IPA serta penerapannya secara fleksibel.	20.1.123 Menerapkan pewarisan sifat dalam pemuliaan makhluk hidup
	20.1.124 Menjelaskan sejarah perkembangan atom
	20.1.125 Membedakan atom, ion, dan molekul.
	20.1.126 Memahami konfigurasi elektron
20.1.127 Menjelaskan partikel penyusun atom (proton, netron, dan elektron)	

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



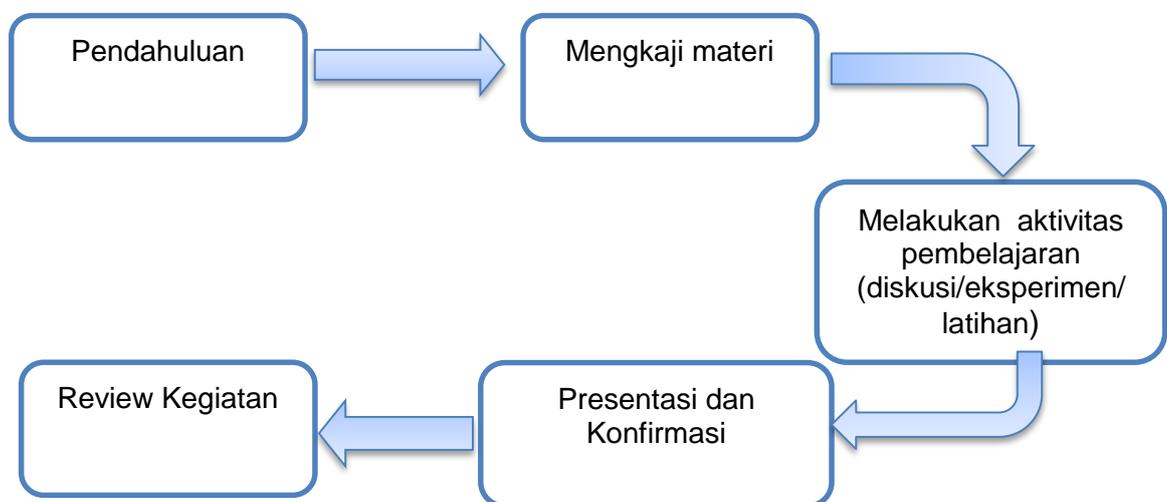
pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut Bagian akhir terdiri dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut:

1. 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 Kegiatan Pembelajaran disesuaikan dengan skenario setiap penyajian materi. Langkah-langkah belajar secara umum adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Alur Penggunaan Modul

Deskripsi Kegiatan

1. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada Guru Pembelajar 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
2. Mengkaji materi
Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada peserta untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Peserta dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.
 3. Melakukan aktivitas pembelajaran
Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/intruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, melakukan eksperimen, dan latihan.
Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan data dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan
 4. Presentasi dan Konfirmasi
Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi dibahas bersama.
 5. Review Kegiatan
Pada kegiatan ini peserta dan penyaji mereview materi.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

SISTEM REPRODUKSI HEWAN DAN TUMBUHAN

Materi ini disusun sebagai salah satu alternatif sumber bahan ajar bagi guru untuk memahami topik sistem reproduksi pada manusia dan kesehatannya. Melalui pembahasan materi sistem reproduksi pada manusia dan kesehatannya, 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 keterkaitan antara reproduksi makhluk hidup dengan kelangsungan makhluk hidup. 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.

A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan guru pembelajar dapat memahami struktur dan fungsi sistem reproduksi tumbuhan, sistem reproduksi hewan serta keterkaitan antara reproduksi makhluk hidup dengan kelangsungan makhluk hidup

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

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. Menjelaskan pembuahan tunggal pada tumbuhan biji terbuka



7. Menjelaskan pembuahan ganda pada tumbuhan biji tertutup
8. Mengidentifikasi jenis-jenis penyerbukan berdasarkan sampainya serbuk sari di kepala putik
9. Mengidentifikasi perkembangbiakan vegetatif (aseksual) pada hewan tingkat rendah
10. Mengidentifikasi perkembangbiakan generatif (seksual) pada hewan tingkat tinggi

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 keberadaannya di muka bumi.

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 perkembangbiakan disebut perkembangbiakan vegetatif atau perkembangbiakan secara tidak kawin (Aseksual). Perkembangbiakan yang melibatkan alat perkawinan disebut perkembangbiakan 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.

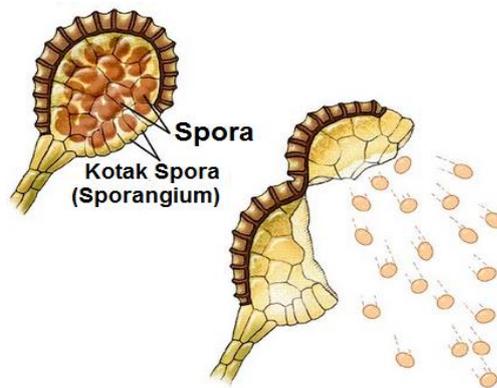


a) Membelah Diri

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

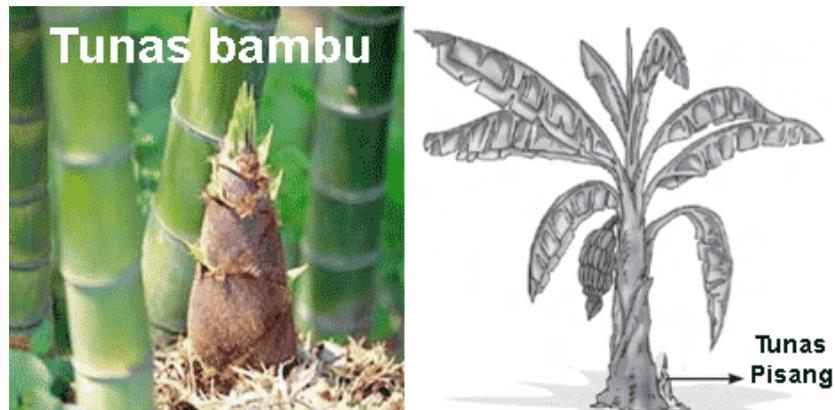
Spora dihasilkan dari pembelahan sel tertentu pada sporangium (kotak spora). Sporangium terletak pada tumbuhan penghasil spora (sporofit). Spora yang dihasilkan sporangium, bila jatuh ditempat yang lembab akan tumbuh menjadi tumbuhan baru. Perkembangbiakan dengan pebentukan spora dapat ditemukan pada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



Gambar 1.1 Kotak spora pecah dan melepaskan spora pada Tumbuhan Paku
Sumber: <http://www.plengdut.com/2014/06/perkembangbiakan-tumbuhan-secara.html>

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 1.2 Pembentukan tunas pada bambu dan pisang
Sumber: [http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-
alami.html](http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-alami.html)

d) Umbi batang

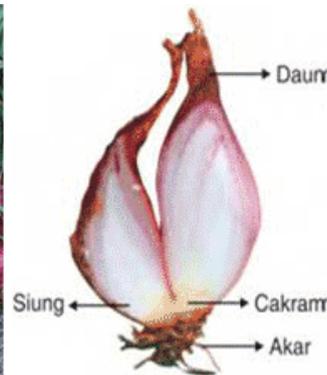
Umbi batang adalah bagian batang yang tumbuh membesar (menggembung) di dalam tanah dan berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan, terutama berupa zat tepung. Pada kulit umbi terdapat mata tunas dan jika lingkungan sesuai akan tumbuh menjadi tunas baru. Contohnya, Kentang, talas, ketela dan umbi rambat.

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

g) Rhizoma/akar tinggal/Rimpang

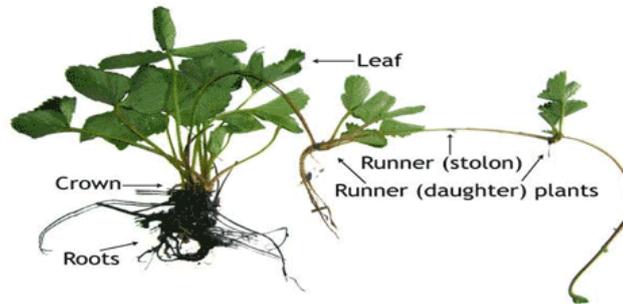
Rhizoma atau akar rimpang merupakan batang yang tumbuh di bawah permukaan tanah. Tiap-tiap nodus pada bagian rhizoma dapat tumbuh membentuk individu baru. Contoh pada jahe, lengkuas, kunyit



Gambar 1.4 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. Contoh tumbuhan yang menggunakan stolon antara lain stroberi, sukun.



Gambar 1.5 Stolon pada tanaman stroberi

Sumber: <http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-alami.html>

i) Tunas adventif

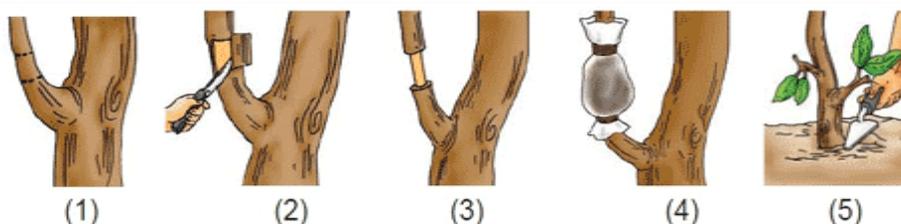
Daun memiliki daya reproduksi yang tinggi, mampu membentuk individu baru melalui pembelahan mitosis dari pertunasaan yang muncul dari tiap ruas (nodus) daun, sehingga tumbuhan ini disebut juga dengan istilah "*mother of thousands*". Contoh tumbuhan *Kalanchoe* sp. (cocor bebek).

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



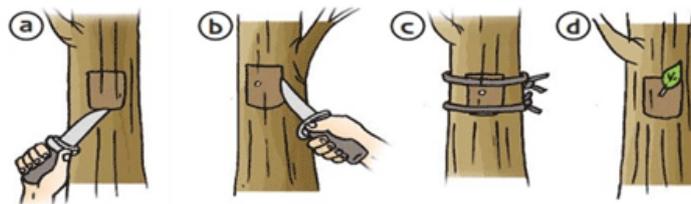
Gambar 1.6 Cara mencangkok tanaman

Sumber: <http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-buatan.html>



b) Menempel (Okulasi)

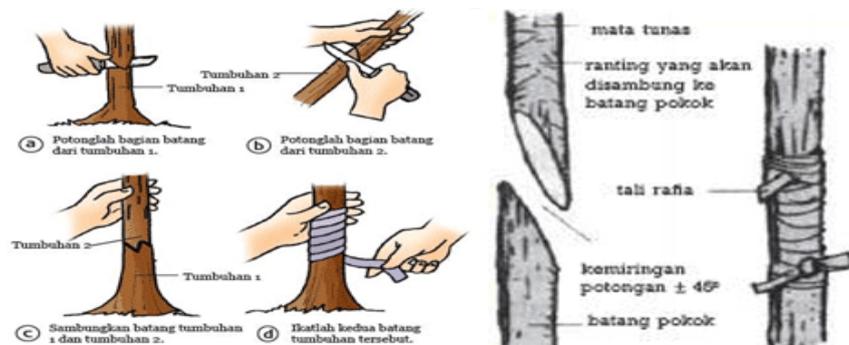
Okulasi dilakukan dengan cara mengambil mata tunas dari tanaman yang spesiesnya sama dengan sifat yang lebih baik, kemudian menempelkan tunas tersebut pada tunas tanaman lain dengan spesies sama dengan tujuan memperbaiki sifat suatu individu tanaman. Contoh: jeruk bali dengan jeruk limau



Gambar 1.7 Teknik perbanyak tanaman dengan cara menempel
Sumber: <http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-buatan.html>

c) Menyambung (Entem)

Menyambung (mengenten) adalah menggabungkan batang bawah dan batang atas dua tanaman yang sejenis dengan tujuan menggabungkan sifat-sifat unggul dari dua tanaman sehingga diperoleh satu tanaman yang memiliki sifat-sifat unggul. Misalnya, ada dua tanaman mangga. Tanaman mangga pertama berakar kuat tetapi buahnya asam, sedangkan tanaman mangga kedua berakar lemah tetapi buahnya sangat manis. Untuk memperoleh pohon mangga yang berakar kuat dan berbuah manis, maka batang bawah dari tanaman mangga berakar kuat disambungkan dengan batang atas tanaman mangga yang berbuah manis.

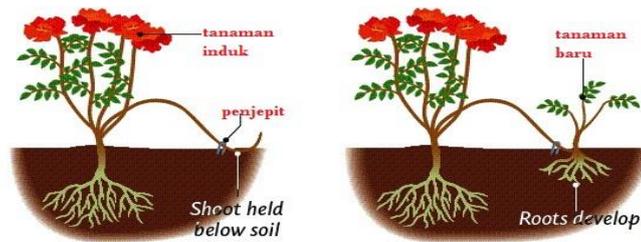


Gambar 1.8 Cara menyambung pada tanaman
Sumber: <http://maslatip.com/perkembangbiakan-tumbuhan-secara-vegetatif-buatan.html>



d) Merunduk

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



Gambar 1.9 Teknik vegetatif dengan cara merunduk

Sumber: <http://www.sridianti.com/sistem-reproduksi-vegetatif-alami.html>

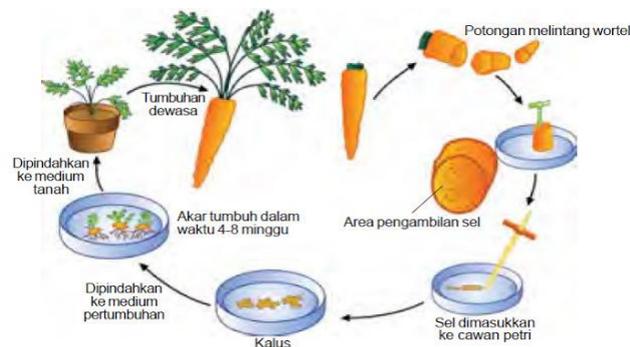
e) Stek

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.

f) Kultur Jaringan

merupakan usaha tanaman dengan memanfaatkan sifat totipotensi tanaman. Totipotensi adalah kemampuan suatu sel untuk membelah dan menghasilkan individu baru. Sel yang biasa digunakan ialah sel meristem atau sel yang belum mengalami differensiasi. Melalui kultur jaringan dapat diperoleh bibit tanaman dengan jumlah yang banyak dalam waktu yang singkat dan bersamaan serta memiliki sifat yang identik dengan induk.

Jaringan yang akan dikultur dapat berupa irisan yang sangat tipis dari ujung akar, tunas, dan daun muda tanaman. Kemudian irisan tipis tersebut ditumbuhkan pada suatu medium dengan cukup nutrisi. Untuk memacu proses pembelahan sel, para peneliti biasanya memberikan hormon pertumbuhan (misalnya auksin). Sel-sel harus dapat membelah dan tumbuh dalam media tumbuh membentuk embrio dan tunas hingga menjadi individu baru yang sama dengan induknya. Contoh tanaman yang telah dikembangkan melalui kultur jaringan antara lain anggrek dan wortel.



Gambar 1.10 Langkah teknik kultur jaringan pada tanaman wortel
Sumber <http://www.kehidupankita.com/2015/08/langkah-teknik-kultur-jaringan.html>

b. Perkembangbiakan Generatif (Seksual)

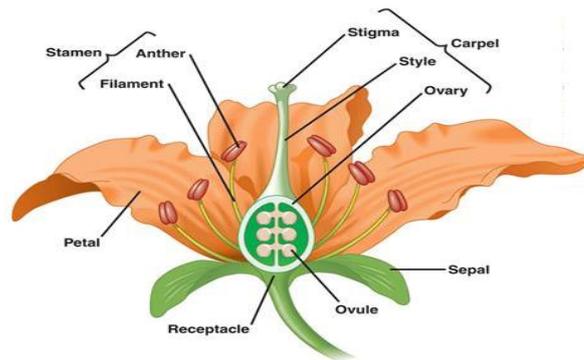
Reproduksi generatif/seksual merupakan cara reproduksi yang melibatkan proses peleburan gamet jantan dan gamet betina. Proses peleburan dua gamet induk ini biasa disebut pembuahan. Reproduksi generatif terjadi pada tumbuhan berbiji, baik gimnospermae (berbiji terbuka) maupun angiospermae (berbiji tertutup).

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. Akan tetapi ada beberapa bagian bunga yang dimiliki oleh semua 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

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 1.11 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 pada bunga tersebut dan biasanya warnanya digunakan untuk mengidentifikasi jenis bunga tersebut. Misalnya bunga mawar yang warna petalnya merah disebut dengan Red Roses atau Mawar Merah.

Dasar Bunga (*receptacle*). Dasar bunga merupakan bagian ujung tangkai bunga yang membesar dan menjadi tempat melekatnya mahkota bunga.

Tangkai Bunga. Tangkai bunga merupakan bagian yang menghubungkan bunga dengan batangnya.

Benang Sari (*stamen*). 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.

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 (tangkai dan dasar bunganya tidak diperhitungkan), maka bunga dapat dibedakan dalam:

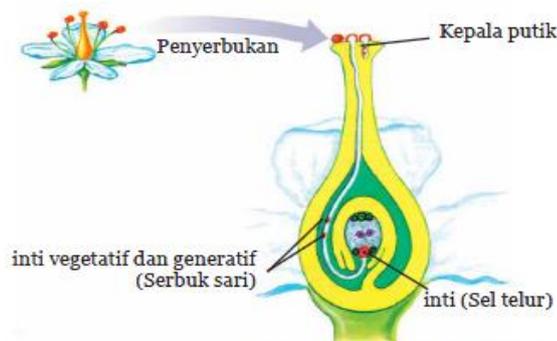
- Bunga Lengkap atau Bunga Sempurna (*flos completus*), yang dapat terdiri atas: satu lingkaran daun-daun kelopak, satu lingkaran daun-daun mahkota, satu atau dua lingkaran benang-benang sari dan satu lingkaran daun-daun buah. Bunga yang bagian-bagiannya tersusun dalam empat lingkaran dikatakan bersifat *tetrasiklik*, dan jika bagian-bagiannya tersusun dalam lima lingkaran dikatakan bersifat *pentasiklik*.



- Bunga Tidak Lengkap atau Bunga Tidak Sempurna (*flos incompletus*), jika salah satu bagian hiasan bunganya atau salah satu alat kelaminnya tidak ada. Jika bunga tidak mempunyai hiasan bunga, maka bunga itu disebut telanjang (*nudus*), jika hanya mempunyai salah satu dari kedua macam alat kelaminnya maka disebut berkelamin tunggal (*unisexualis*). Bunga yang mempunyai tenda bunga (*perigonium*), jadi jika kelopak dan mahkotanya sama bentuk maupun rupanya, seringkali dianggap sebagai bunga tidak lengkap pula.

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.



Sumber: *Biology Exploring Life*, 1999

Gambar 1.12 Proses penyerbukan pada tumbuhan biji

Sumber :<http://mastugino.blogspot.co.id/2012/07/perkembangbiakan-generatif.html>

Berdasarkan asal serbuk sarinya, penyerbukan dapat dibedakan menjadi:

- 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 seledri, *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*)**, adalah 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*)**, adalah 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, berbentuk spiral sehingga membentuk permukaan yang lebih besar untuk memudahkan menangkap serbuk sari. Bunga tidak berwarna cerah dan biasanya hijau. Contohnya *Gramineae* (rumput), *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 tertempel 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).



Gambar 1.13 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 1.14 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.

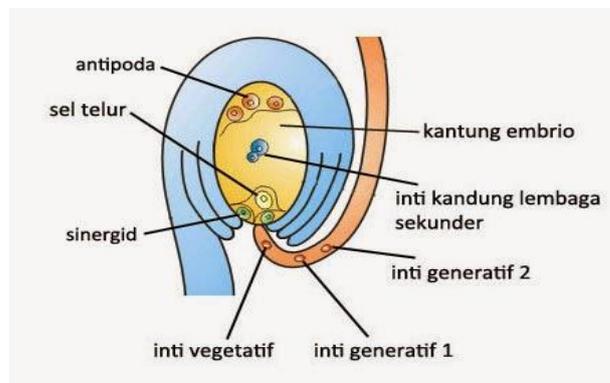


Gambar 1.15 Pembentukan tabung (buluh) serbuk sari

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 1.16 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.

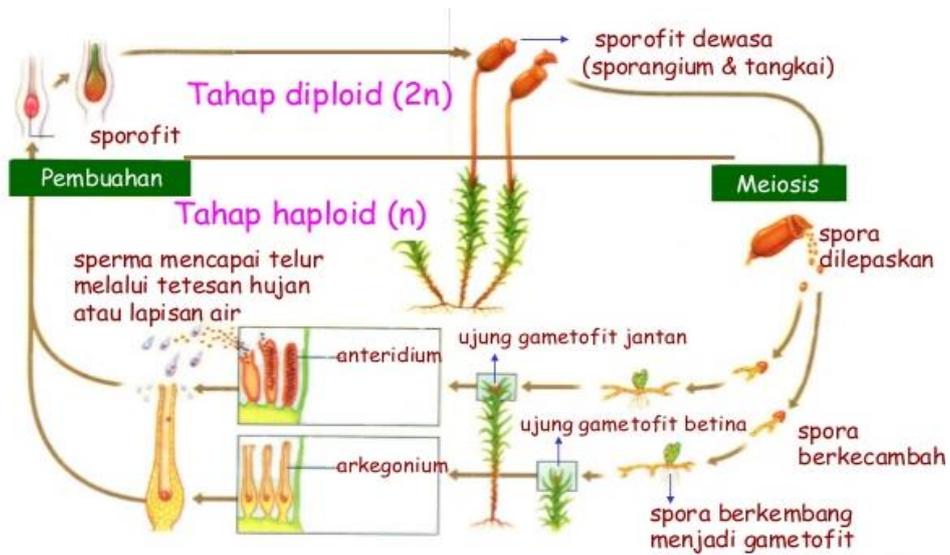
Embrio pada tumbuhan berbiji dapat terbentuk oleh beberapa sebab:

- 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.



Gambar 1.17 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.

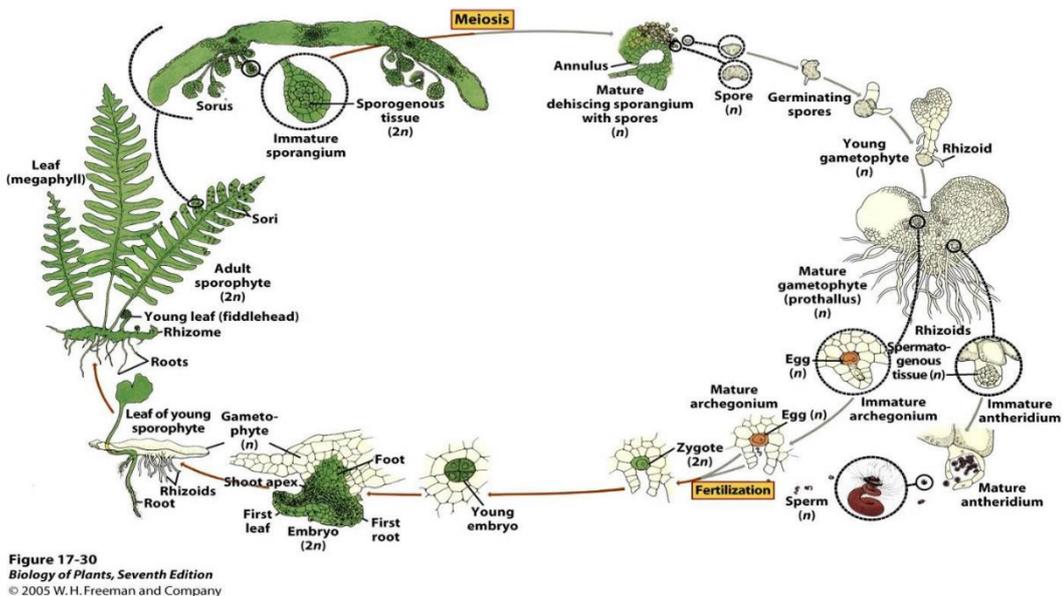


Figure 17-30
Biology of Plants, Seventh Edition
© 2005 W.H. Freeman and Company

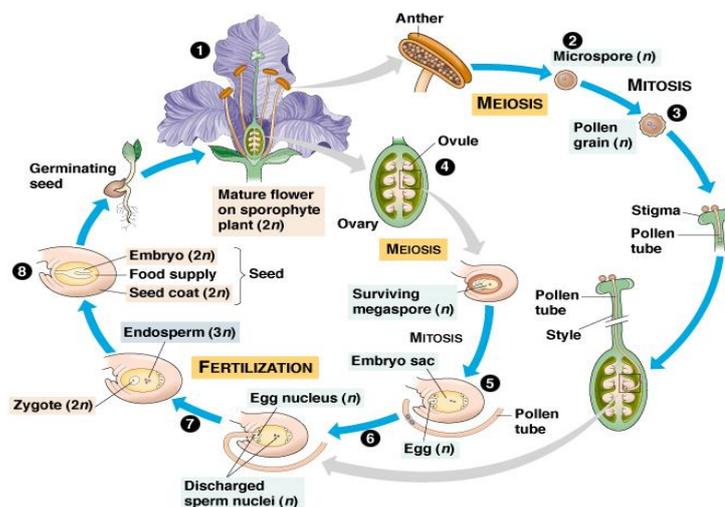
Gambar 1.18 Pergiliran keturunan pada tanaman paku
Sumber: <http://www.psychologymania.net/2013/05/reproduksi-tumbuhan-paku-homospora.html>



c. Metagenesis Tumbuhan Berbiji

Tumbuhan berbiji adalah generasi sporofit. Generasi gametofit betina berkembang di dalam bakal biji yang masih berhubungan dengan tumbuhan induknya. Gametofit jantan dimulai saat terbentuknya mikrospora, setelah itu dilanjutkan pada saat setelah penyerbukan. Generasi gametofit tumbuhan biji waktunya singkat, perkembangannya terlindung, dan hidupnya tergantung tumbuhan induknya. Mikrospora yang keluar dari kotak spora berkembang menjadi serbuk sari. Setelah penyerbukan, serbuk sari berkembang menjadi buluh serbuk sari. Buluh serbuk sari membentuk sel sperma.

Buluh serbuk sari disebut sebagai generasi mikrogametofit. Sedangkan generasi megagametofitnya (makrogametofit) adalah kantung lembaga (kantung embrio). Setelah terjadi peleburan sel sperma dan ovum, maka terbentuklah zigot. Zigot berkembang menjadi embrio (lembaga) di dalam biji. Biji tumbuh menjadi kecambah, dan akhirnya menjadi tumbuhan dewasa. Tumbuhan dewasa menghasilkan bunga dan seterusnya.



Gambar 1.19 Proses pergiliran keturunan pada tumbuhan berbiji

Sumber: <http://reproductionsystemlina.blogspot.co.id/2015/08/reproduksi-generatif-pada-tumbuhan.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

a) Anemokori

- Pemencaran tumbuhan dengan bantuan angin.
- Beberapa ciri tumbuhan anemokori adalah: (1) Biji kecil dan ringan, contoh tanaman anggrek. (2) Buah dan biji bersayap. Sayap merupakan perluasan dari kulit buah atau kulit biji. Contoh: biji mahoni, biji pinus, biji kelor dan buah acer. (3) Buah dan biji berbulu. Bulu pada buah dan biji merupakan perluasan dari kulit buah atau biji.

a) Hidrokori

- 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: (1) Lapisan Eksokarp, yaitu lapisan terluar yang tipis, namun kuat dan mengkilat (2) Lapisan Mesokarp, yaitu lapisan tengah yang paling tebal. (3) Lapisan endokarp, yaitu lapisan paling dalam yang kuat dan keras

a) 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:
 - Entomokori, pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan serangga, contoh: tumbuhan tembakau.
 - Ornitokori, pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan burung, contoh: tumbuhan beringin dan benalu.



- Kiroptrokori, pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan kelelawar, contoh: tumbuhan jambu biji.
 - Mamokori, pemencaran alat perkembangbiakan dengan bantuan mamalia, contoh: tumbuhan kopi, trembesi, aren.
- a) 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. Perkembang biakan 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.

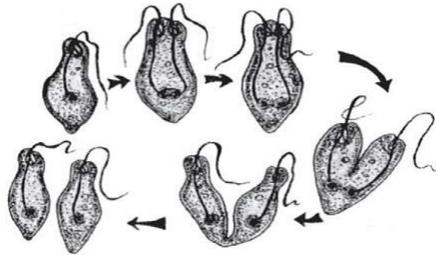
a) Perkembangbiakan Aseksual pada Hewan

Perkembangbiakan aseksual pada hewan 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



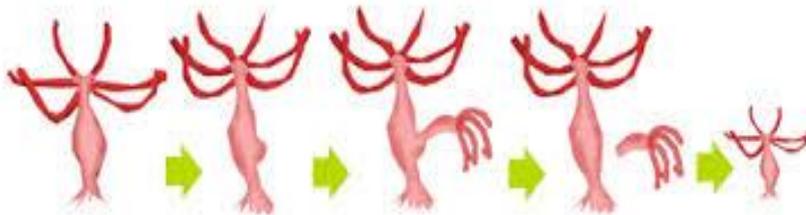
secara melintang terjadi pada Paramecium. Pembelahan dengan tipe membujur contohnya pada Euglena. Tipe pembelahan miring terjadi pada Dinoflagellata. Sedangkan pembelahan biner tipe strobilasi menghasilkan individu baru dari bagian tubuh induk yang lepas, contohnya pada cacing pita (Taenia sp).



Gambar 1.20 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.



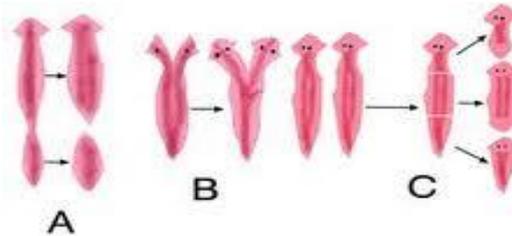
Gambar 1.21 Pembentukan tunas pada Hydra

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.

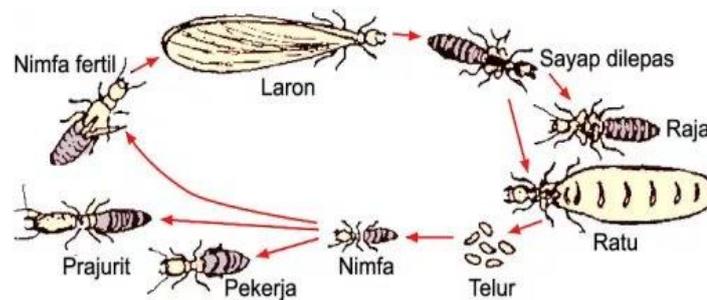


Gambar 1.22 Planaria bereproduksi secara fragmentasi dengan berbagai pembelahan

Sumber:

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

- 5) **Partenogenesis**, individu baru terbentuk dari telur yang tidak dibuahi. Hewan yang mengalami partenogenesis adalah serangga, misalnya lebah madu, laron.



Gambar 1.23 Partenogenesis pada Laron

Sumber: <https://smayani.wordpress.com/2009/05/14/insecta/>

b) Perkembangbiakan Seksual pada Hewan Tingkat Tinggi

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. Pembuahan eksternal dapat dibedakan menjadi dua tipe, yaitu

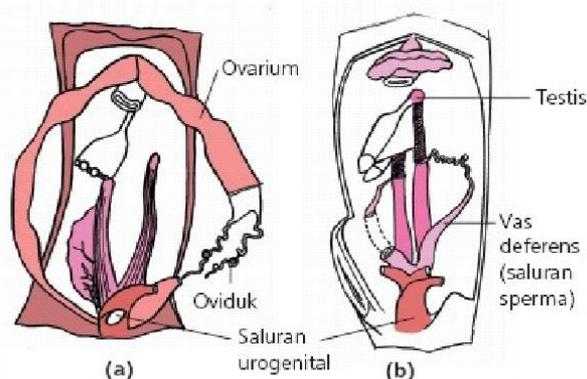


tipe acak dan tipe sarang. Pada tipe acak, proses pelepasan sel telur dan sperma di lakukan di sembarang tempat. Sedangkan pada tipe sarang, ada tempat tertentu untuk melepaskan sperma dan sel telur, sehingga peluang terjadinya pembuahan lebih besar. Pada fertilisasi internal, pembuahan yang terjadi 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.

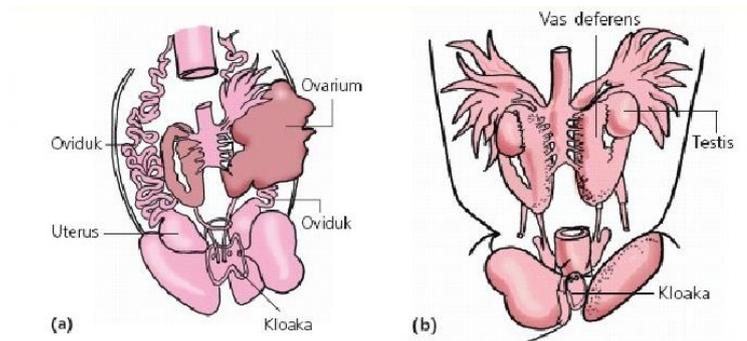


Gambar 1.24 Organ reproduksi pada ikan (a) betina, dan (b) jantan
Sumber http://www.slideshare.net/fpa_faiz/bab-10-sistem-reproduksi

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.



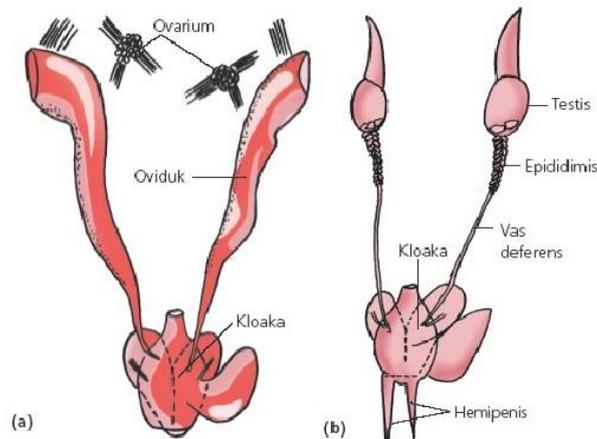
Gambar 1.25 Alat Reproduksi katak (a) betina dan (b) jantan
http://www.slideshare.net/fpa_faiz/bab-10-sistem-reproduksi

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

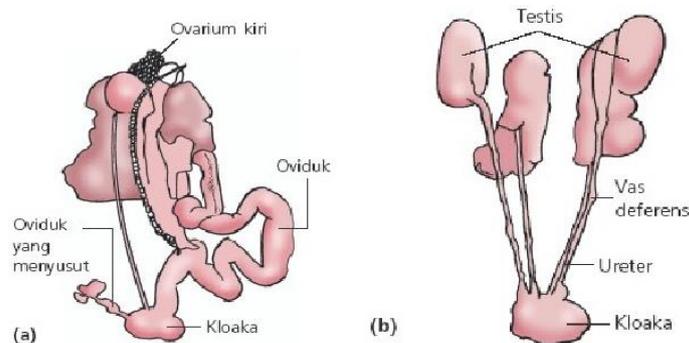
Umumnya reptilia bersifat ovipar, walaupun ada sebagian yang ovovivipar. Pada reptilia jantan, alat kelaminnya terdiri dari sepasang testis, epididimis dan vas deferens. Memiliki alat kelamin khusus yang disebut hemipenis dan dikeluarkan melalui kloaka saat kawin. Sedangkan reptilia betina memiliki alat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



Gambar 1.26 Alat Reproduksi reptil (a) betina dan (b) jantan
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 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 1.27 Alat Reproduksi burung (a) betina dan (b) jantan
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.



- a. 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.
- b. Albumen (putih telur), berupa cairan kental berwarna putih bening yang berfungsi sebagai cadangan makanan dan melindungi embrio dari guncangan.
- c. 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.

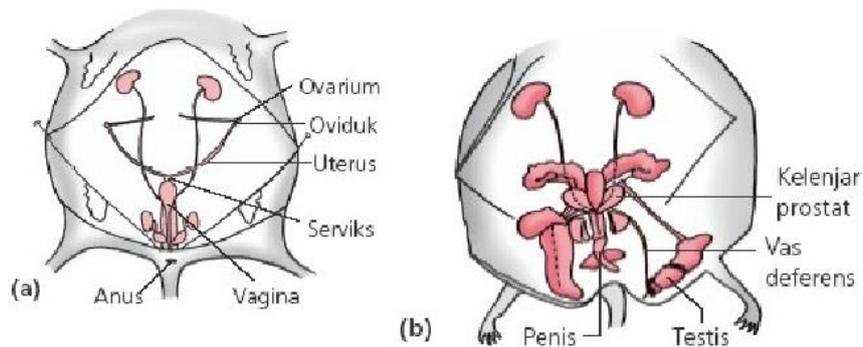
Pada saat telur dierami, embrio mulai tumbuh. Kuning telur dan putih telur diserap melalui pembuluh darah yang terbentuk mengelilingi kuning telur. Bagian-bagian yang berperan dalam mendukung pertumbuhan embrio adalah sebagai berikut.

- a. Amnion, merupakan cairan ketuban yang terdapat pada suatu kantung tempat tumbuhnya embrio.
- b. Alantois, merupakan tempat penyimpanan hasil ekskresi, mengangkut O_2 ke dalam embrio dan CO_2 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 pembuahnya 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 1.28 Alat Reproduksi mamalia (a) betina dan (b) jantan
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 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.

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mengkaji materi tentang konsep sistem reproduksi dan kesehatannya. Anda dapat mempelajari kegiatan eksperimen dan non eksperimen yang dalam modul ini disajikan petunjuknya dalam lembar kegiatan. Untuk kegiatan eksperimen, Anda dapat mencobanya mulai dari persiapan alat bahan, melakukan percobaan dan membuat laporannya. Sebaiknya Anda mencatat hal-hal penting untuk keberhasilan percobaan, ini sangat berguna bagi Anda sebagai catatan untuk mengimplementasikan di sekolah.



Kegiatan : Pertumbuhan Serbuk Sari pada Proses Penyerbukan

Tujuan : Mengetahui pertumbuhan serbuk sari pada proses penyerbukan

Alat

1. Cawan petri (berbeda)
2. Tabung reaksi
3. Pinset
4. Plastik ukuran 2 cm 2
5. Mikroskop

Bahan

1. Serbuk sari dari 4 bunga
2. Larutan gula 5%, 10%, dan 15%
3. Kertas saring
4. 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 c 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!
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?

E. Latihan/Kasus/Tugas

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 berpelekat
 - iv. mahkota bunga berwarna putihPenyerbukan yang terjadi pada bunga dengan ciri tersebut adalah
 - A. antropogam



- 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 mammalian
5. 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

6. Ubur – ubur dan Obelia berkembangbiak secara vegetatif dengan...
- A. Pertenogenesis
B. Fragmentasi
C. Tunas
D. Membelah diri
7. Organisme yang dapat menghasilkan keturunan haploid tanpa melalui fertilisasi adalah...
- A. Cacing Planaria
B. Ameba
C. Bunglon
D. Kecoa



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

9. 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

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

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 perantara 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 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Belajar pada Modul berikutnya yaitu Kegiatan Belajar 07, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali Kegiatan Belajar 06 ini.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

PEWARISAN SIFAT



Pernahkah ada orang yang mengatakan bahwa mata Anda mirip dengan ayah atau ibu? Atau pernahkan Anda memperhatikan penampakan beberapa anggota keluarga Anda seperti misalnya warna kulit, tipe rambut, bentuk alis, tinggi badan, dan lain-lainnya yang mencirikan penampakan fisik? Adakah persamaan atau perbedaannya? Secara harfiah, orang tua tidak memberikan secara langsung warna mata, kulit, bahkan bentuk alisnya. Jadi apa sebenarnya yang diwariskan orang tua kepada anak atau keturunannya?

Pada zaman dahulu, banyak orang percaya bahwa hanya lingkungan di luar tubuהלך yang membantu membentuk ciri-ciri calon bayi. Banyak yang mengira bahwa ciri-ciri keturunan adalah hasil dari pencampuran sederhana cairan yang berasal dari ibu dan ayah. Ada juga yang berpendapat bahwa beberapa makhluk hidup berasal dari benda atau makhluk mati seperti belatung berasal dari daging yang membusuk atau katak yang berasal dari lumpur.

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.

Pewarisan Sifat pada Kurikulum 2013 disajikan di kelas IX semester 1 SMP, dengan Kompetensi Dasar (KD) sebagai berikut.

KD dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) Aspek Pengetahuan: 3.5 Memahami pola-pola Hukum Mendel, 3.6 Memahami pola-pola hereditas pautan dan pindah silang, dan 3.7 Menganalisis hereditas pada manusia.

KD dari KI 4 aspek Keterampilan: 4.5 Mengaitkan pola-pola Hukum Mendel dengan peristiwa yang ditemukan sehari-hari, 4.6 Mengevaluasi pola-pola hereditas pautan dan pindah silang dan 4.7 Menyajikan data hereditas pada manusia.

Modul Kelompok Kompetensi G ini adalah “Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori biologi serta penerapannya secara fleksibel” dengan sub kompetensi “Memahami proses pewarisan sifat berdasarkan kajian berbagai media pembelajaran.”

A. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan Anda dapat:

1. Memahami konsep Pewarisan Sifat.
2. Memahami proses pewarisan sifat dalam kehidupan makhluk hidup.
3. Menjelaskan berbagai praktek laboratorium/percobaan untuk menerapkan konsep pewarisan sifat.
4. Menyelesaikan soal-soal yang berkaitan dengan permasalahan konsep materi pewarisan sifat.
5. Terampil melakukan kegiatan non eksperimen konsep pewarisan sifat dengan teliti.



B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan dicapai melalui materi ini adalah:

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

Hukum Mendel



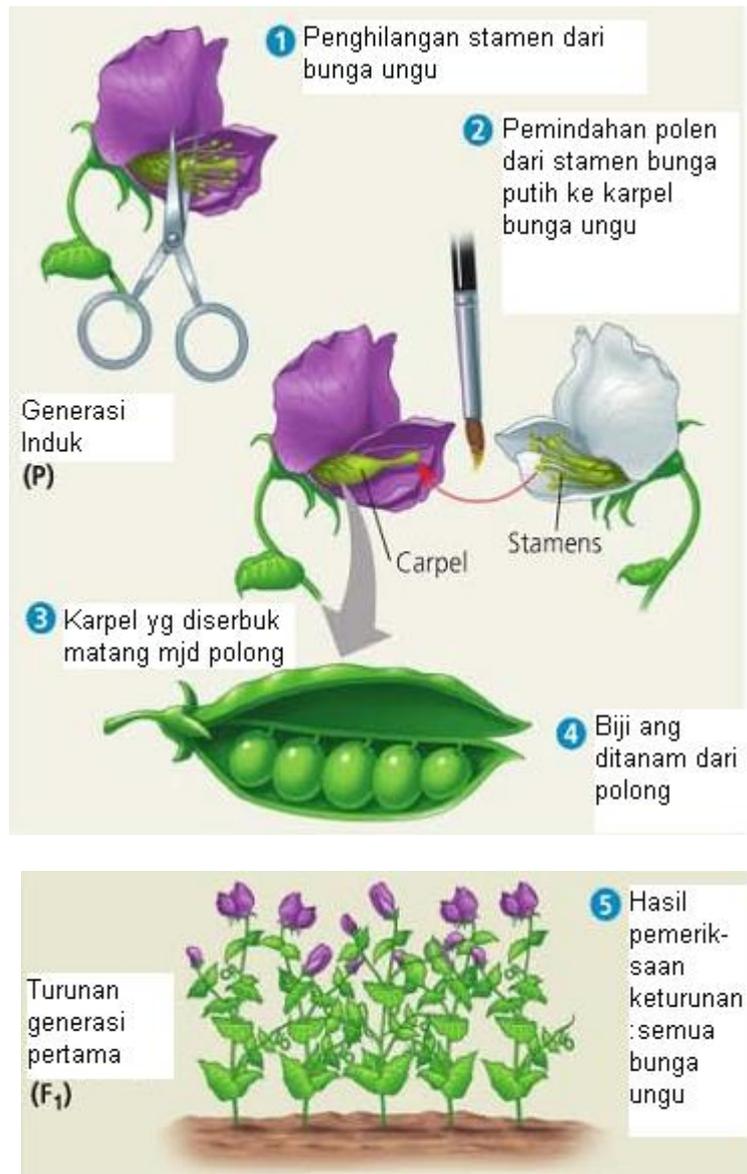
Gambar 2.1 Gregor Mendel

Johann Mendel lahir tanggal 22 Juli 1822 di kota kecil Heinzendorf di Silesia, Austria. (Sekarang kota itu bernama Hranice wilayah Republik Ceko.) Johann Gregor Mendel adalah orang yang sampai kini dianggap sebagai peletak dasar ilmu keturunan 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

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.



Gambar 2.2 Proses Penyilangan

Sumber : Campbell, et al. 2009

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 2.2, Mendell melakukan penyilangan terhadap kacang polong. Dari berbagai hasil penelitiannya, Mendell mengidentifikasi tujuh ciri



berbeda yang kemudian dia teliti seperti yang ditunjukkan dalam tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Hasil penyilangan yang dilakukan oleh Mendel

Character	Dominant Trait	x	Recessive Trait	F ₂ Generation Dominant:Recessive	Ratio
Flower color	Purple 	x	White 	705:224	3.15:1
Flower position	Axial 	x	Terminal 	651:207	3.14:1
Seed color	Yellow 	x	Green 	6,022:2,001	3.01:1
Seed shape	Round 	x	Wrinkled 	5,474:1,850	2.96:1
Pod shape	Inflated 	x	Constricted 	882:299	2.95:1
Pod color	Green 	x	Yellow 	428:152	2.82:1
Stem length	Tall 	x	Dwarf 	787:277	2.84:1

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

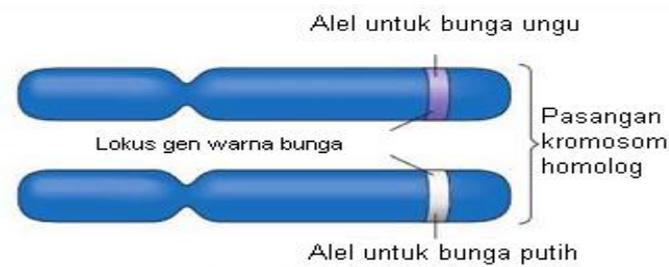
1. Hukum pemisahan (*segregation*) dari Mendel, juga dikenal sebagai **Hukum Pertama Mendel**,
2. Hukum berpasangan secara bebas (*independent assortment*) dari Mendel, juga dikenal sebagai **Hukum Kedua Mendel**.

Hukum Mendel Pertama

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 Pertama 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.

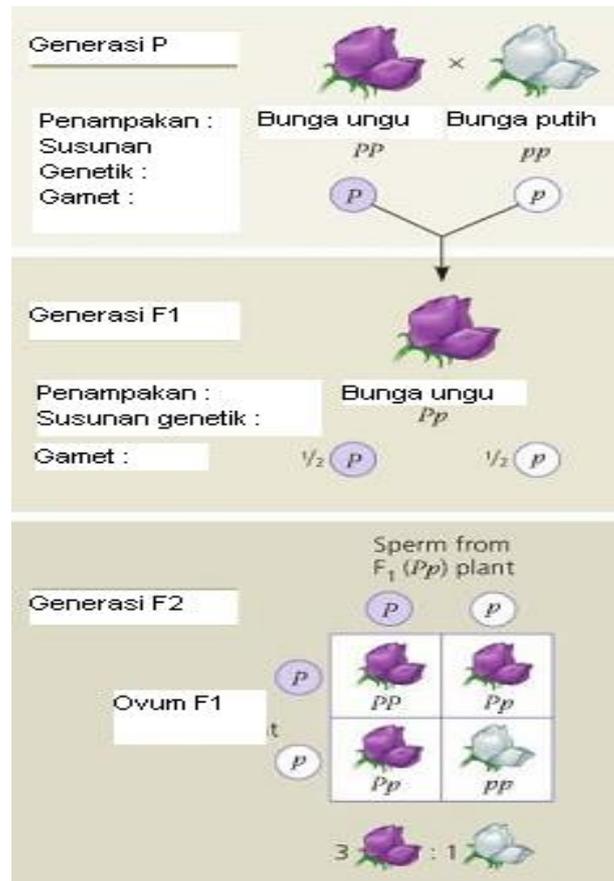


Gambar 2.3 Alel pada warna bunga.

Alel untuk warna bunga berada pada lokus 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.

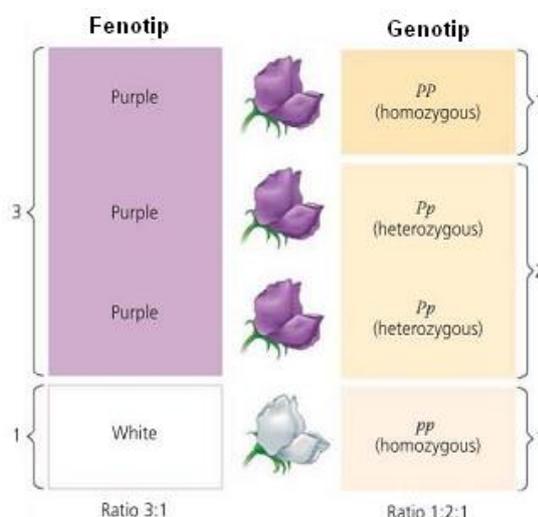
Percobaan Mendel yang dipaparkan di atas adalah satu contoh persilangan monohibrid (gambar 2.6). Hasil dari percobaan ini menunjukkan sifat warna ungu dominan terhadap sifat warna putih. Oleh karena itu, simbol sifat ini dilambangkan dengan P (huruf pertama dari purple) untuk yang dominan dan p untuk yang resesif. Dalam percobaan ini, Mendel menggunakan individu dari 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.



Gambar 2.4 Persilangan Monohibrid

Sumber : Campbell, et al. 2009

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). 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 2.5 berikut ini.



Gambar 2.5 Rasio Genotip dan Fenotip pada Persilangan Monohybrid

Hukum Mendel Kedua

Kemudian Mendel meneliti dua ciri sekaligus, yakni bentuk biji (bulat atau keriput) dan warna biji (kuning atau hijau). Dia menyilang tumbuhan yang selalu menunjukkan ciri-ciri dominan (bentuk bulat dan warna kuning) dengan tumbuhan berciri terpendam (bentuk keriput dan warna hijau). Sekali lagi, ciri terpendam tidak muncul dalam keturunan generasi pertama. Jadi, semua tumbuhan generasi pertama mempunyai benih kuning bulat. Gambar 2.6 menunjukkan bahwa ada 16 kombinasi gen pada keturunan ke dua (F_2). 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 pembastaran dihibrid jika dua sifat tanda beda dalam keadaan dominan penuh.

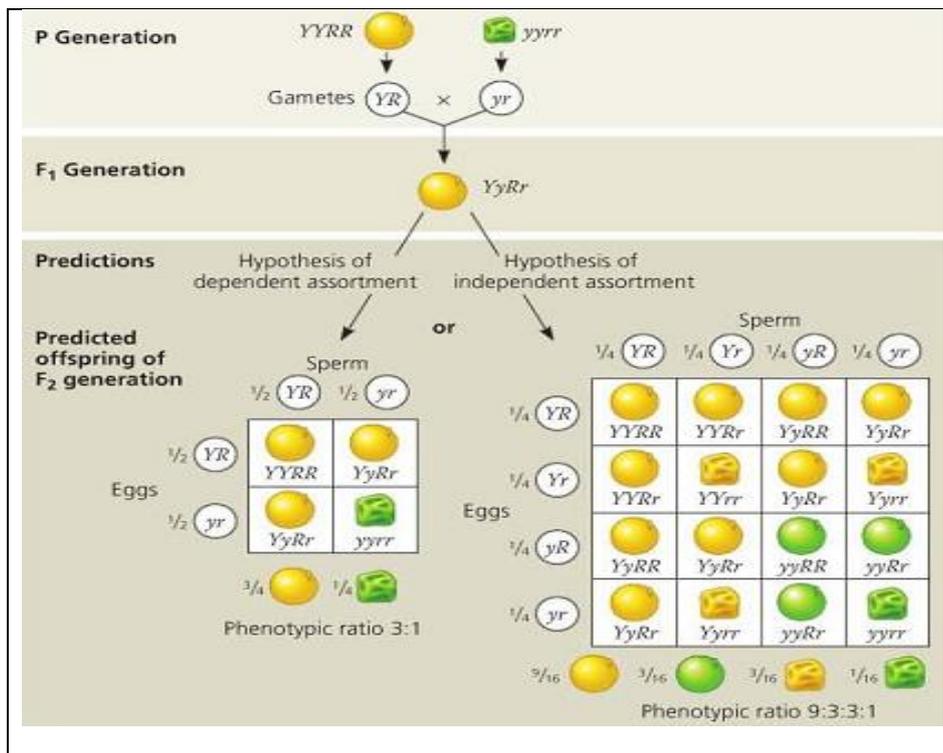
Kacang polong yang semuanya bulat dan kuning pada turunan pertama menunjukkan bahwa sifat bulat dominan terhadap kisut dan kuning dominan terhadap hijau. Jadi kacang polong yang berbiji bulat kuning dapat dilambangkan dengan $YYRR$ dan yang kisut hijau dengan $yyrr$.

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



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

Hukum kedua Mendel 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 2.6) 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 2.6 Persilangan Dihibrid

Sumber : Campbell, et al. 2009



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 2 di bawah ini menunjukkan kemungkinan kombinasi gen yang terjadi pada gamet-gamet yang dihasilkan F1 dan kombinasi gen (genotip) serta fenotip pada F2'

Tabel 2.2 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	$81 : 27 : 27 : 27 : 27 : 9 : 9 :$ $9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 3 : 3 : 1$
N	2^n	3^n	2^n	

Untuk memudahkan pemisahan fenotip, berikut ini diberikan contoh persilangan pentahibrid dengan menggunakan segi tiga pascal dalam menentukan perbandingan fenotip F_2 .

Segi tiga pascal

				1					
			1	2	1				
		1	3	3	1				
	1	4	6	4	1				
1	5	10	10	5	1				

Pentahibrid

Kemungkinan perbandingan fenotip F_2 adalah:

$$\frac{3^n}{1} : \frac{3^{n-1}}{5} : \frac{3^{n-2}}{10} : \frac{3^{n-3}}{10} : \frac{3^{n-4}}{5} : \frac{3^{n-5}}{1}$$

Jumlah sifat beda = $n = 5$

Jadi kemungkinan perbandingan fenotip F_2 adalah:

$$\frac{3^5}{1} : \frac{3^{5-1}}{5} : \frac{3^{5-2}}{10} : \frac{3^{5-3}}{10} : \frac{3^{5-4}}{5} : \frac{3^{5-5}}{1} =$$

$$\frac{3^5}{1} : \frac{3^4}{5} : \frac{3^3}{10} : \frac{3^2}{10} : \frac{3^1}{5} : \frac{3^0}{1} =$$

$$\frac{243}{1} : \frac{81}{5} : \frac{27}{10} : \frac{9}{10} : \frac{3}{5} : \frac{1}{1} =$$

Jadi pemisahan fenotip F_2 adalah:

$$243 : 81 ; 81 : 81 ; 81 : 81 : 27 : 27 : 27 : 27 : 27 : 27 : 27 : 27 : 27 : 9 : 9 : 9 : 9 : 9 : 9 : 9 : 9 : 9 : 9 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 3 : 3 : 1$$



INTERAKSI GEN

Pada tahun 1906, W. Bateson dan R.C Punnet menemukan bahwa pada persilangan F₂ dapat menghasilkan rasio fenotipe 14 : 1 : 1 : 3. Mereka menyilangkan kacang kapri berbunga ungu yang serbuk sarinya lonjong dengan bunga merah yang serbuk sarinya bulat. Rasio fenotipe 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 II Mendel. 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.

Interaksi antargen akan menimbulkan perbandingan fenotipe yang keturunannya menyimpang dari hukum Mendel, keadaan ini disebut penyimpangan semu hukum Mendel. Jika pada persilangan dihibrid, menurut Mendel perbandingan fenotipe F₂ adalah 9 : 3 : 3 : 1, pada penyimpangan semu perbandingan tersebut dapat menjadi (9 : 3 : 4), (9 : 7), atau (12 : 3 : 1).

Perbandingan tersebut merupakan modifikasi dari 9 : 3 : 3 : 1. Interaksi gen yang menyebabkan terjadinya penyimpangan hukum Mendel terdapat 4 bentuk, yaitu polimeri, kriptomeri, epistasis, hipostasis, dan komplementer.

1) Polimeri

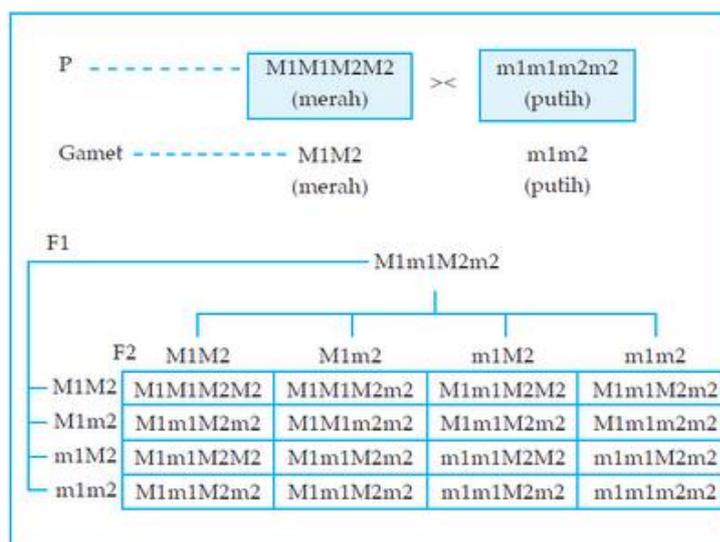
Sifat yang muncul pada pembastaran heterozigot dengan sifat beda yang berdiri sendiri-sendiri tetapi mempengaruhi karakter dan bagian organ tubuh yang sama dari suatu organisme disebut polimeri.

Pada salah satu percobaannya, Nelson Ehle, menyilangkan gandum berbiji merah dengan gandum berbiji putih, fenotipe 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 fenotipe 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



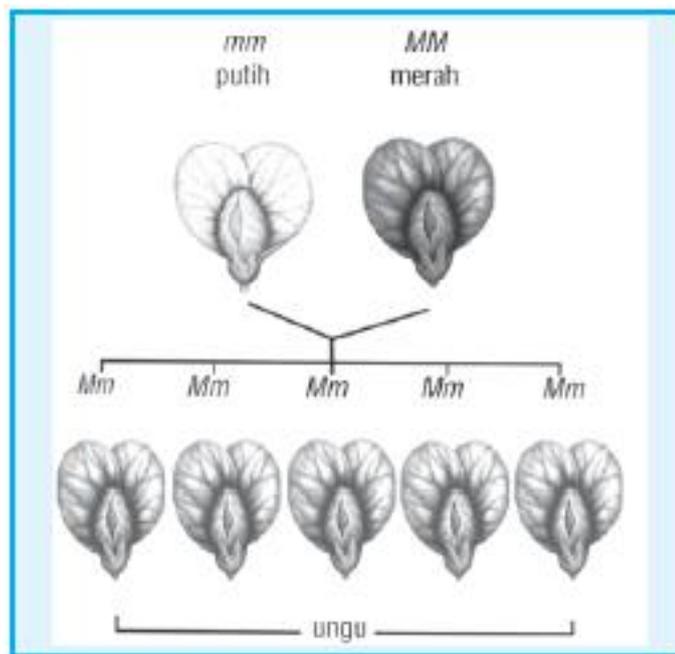
Keterangan:

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	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



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 2.7. Kriptomeri

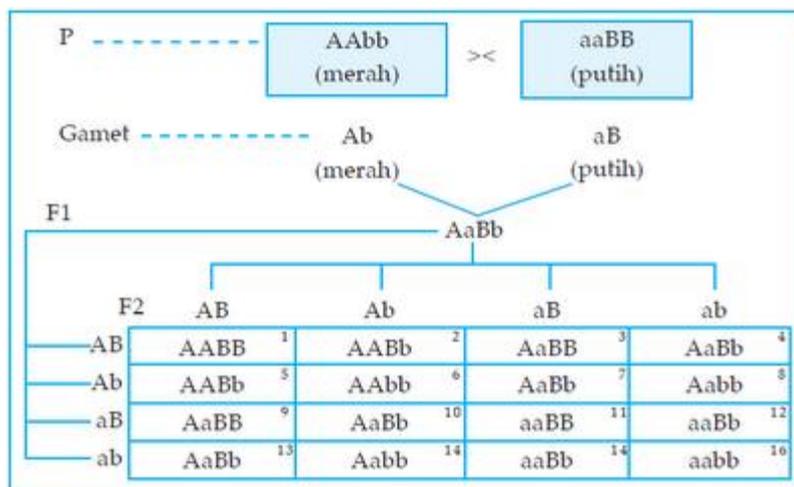
Berdasarkan penyelidikan terhadap plasma sel bunga *Linaria*, ternyata warna merah disebabkan oleh adanya pigmen antosianin dalam lingkungan plasma sel yang bersifat asam, sedangkan dalam lingkungan basa akan memberikan warna ungu. Tetapi apabila dalam plasma sel tidak terdapat antosianin, dalam lingkungan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



Individu genotipe F2 mempunyai:

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

2) Epistasis dan Hipostasis

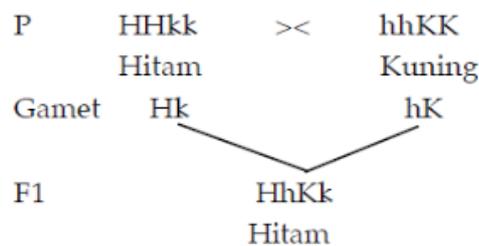
Epistasis dan hipostasis adalah salah satu bentuk interaksi antara gen dominan menutupi gen lainnya yang bukan sealel. Gen yang menutup gen lainnya disebut epistasis dan gen yang tertutup itu disebut hipostasis.

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 fenotipe 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 fenotipenya 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, fenotipenya 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.

3) Komplementer

Salah satu tipe interaksi gen-gen pada organisme adalah saling mendukung munculnya suatu fenotipe 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 fenotipe 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

Perbandingan fenotip F₂ : normal : bisu tuli = 9 : 7

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mengkaji materi tentang konsep pewarisan sifat anda dapat mempelajari kegiatan eksperimen dan non eksperimen yang dalam modul ini disajikan petunjuknya dalam lembar kegiatan. Untuk kegiatan ekaperimen, anda dapat mencobanya mulai dari persiapan alat bahan, melakukan percobaan dan membuat laporannya. Sebaiknya anda mencatat hal-hal penting untuk



keberhasilan percobaan, ini sangat berguna bagi anda sebagai catatan untuk mengimplementasikan di sekolah.

Lembaga Kegiatan. 1

PERSILANGAN MONOHIBRID DAN DIHIBRID

Pendahuluan

Beberapa kali eksperimen penyilangan 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 ketrampilan, 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

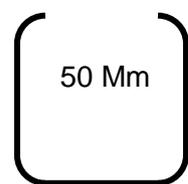
1. Kancing genetika (model gen) warna merah, 100 butir.
2. Kancing genetika (model gen) warna putih, 100 butir.
3. Kancing genetika (model gen) warna hitam, 100 butir.
4. Kancing genetika (model gen) warna kuning, 100 butir.
5. Wadah 2 buah
6. Balok genetika



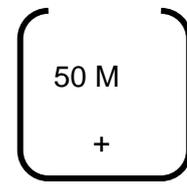
Cara kerja

A. Monohibrid

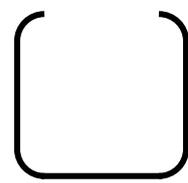
1. Sediakan model gen warna merah dan putih masing-masing 100 butir. Model gen warna merah diberi kode M, dan model gen warna putih diberi kode m. Selanjutnya model gen warna merah (M) dipasangkan dengan model gen warna putih (m), sehingga diperoleh model individu bergenotip Mm sebanyak 100 buah.
2. Tanda i wadah A sebagai induk jantan (♂) dan wadah B sebagai induk betina (♀).
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.



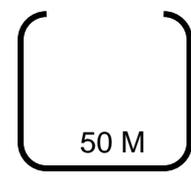
Wadah A ♂



Wadah A ♂



Wadah B ♀



Wadah B ♀



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 sampai 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 monohibrid dari hasil kegiatan Anda?
2. Bagaimanakah perbandingan fenotip pada persilangan monohibrid, jika sifat merah (M) dominan terhadap sifat putih (m) dari hasil kegiatan Anda?
3. Bagaimanakah perbandingan fenotip pada persilangan monohibrid tersebut, jika terjadi peristiwa intemedier?
4. Buatlah diagram persilangan pada monohibrid 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?

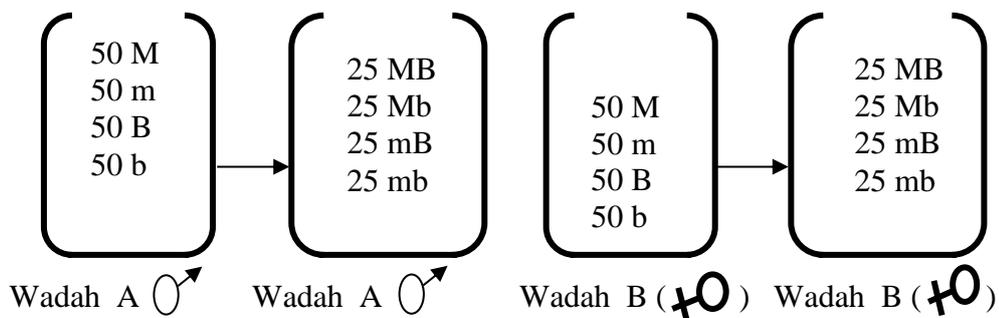


5. Apa yang dapat disimpulkan dari persilangan monohybrid tersebut di atas? Jelaskan!

B. PERSILANGAN DIHIBRID

Pakai kancing genetika

1. 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.
2. Tandai wadah A sebagai induk jantan, dan wadah B sebagai induk betina.
3. 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.



4. Kocoklah wadah A dan B itu hingga isinya tercampur aduk benar.
5. Dengan mata tertutup, ambillah secara serentak model gamet dari wadah A dan wadah B masing-masing sebuah berulang kali sampai habis.



6. 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				
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?
4. Apa yang dapat disimpulkan dari persilangan dihibrid tersebut di atas? Jelaskan!

E. Latihan/Kasus/Tugas

Soal Pilihan Ganda.

1. Perhatikan pernyataan di bawah 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 fenotipe buah bulat merah, bulat kuning, lonjong merah, lonjong kuning dengan ratio fenotipe 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 85%, silahkan anda terus mempelajari kegiatan pembelajaran berikutnya, namun jika anda menganggap pencapaian anda masih kurang dari 85%, sebaiknya anda ulangi kembali mempelajari kegiatan pembelajaran ini.



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 3.1 contoh label produk kimia.



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



Sumber : deterjensuper45.blogspot.com



Sumber : puang.com

Gambar 3.1 Label produk kimia dalam kehidupan sehari-hari

Perhatikan salah satu label minuman isotonik pada gambar 3.2. Pada label tersebut tertulis kandungan-kandungan zat kimia pada minuman isotonik tersebut ada yang berupa atom, molekul maupun ion.



Sumber : www.delcampe.net

Gambar 3.2 Label minuman isotonik 1



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

Materi Atom, Ion, dan Molekul merupakan materi kimia SMP, pada Kurikulum 2013 disajikan di kelas IX semester 1 dengan Kompetensi Dasar (KD) dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) Aspek Pengetahuan: 3.4 Mendeskripsikan atom dan partikel penyusun-nya, ion dan molekul, serta hubungannya dengan karakteristik material yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan dapat:

1. Memahami teori perkembangan atom.
2. Mendefinisikan pengertian atom, ion, dan molekul
3. Memahami terbentuknya ion.
4. Menjelaskan dengan gambar perbedaan antara molekul unsur dan molekul senyawa.
5. Memahami hubungan proton, neutron, dalam atom dengan nomor atom dan nomor massa.

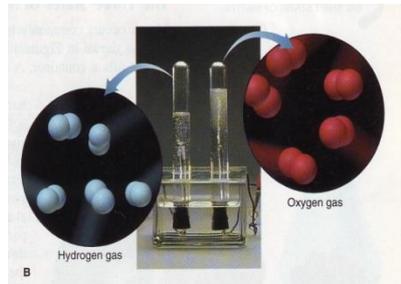
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

1. Menjelaskan sejarah perkembangan atom
2. Membedakan atom, ion, dan molekul.
3. Memahami konfigurasi elektron
4. Menjelaskan partikel penyusun atom (proton, netron, dan elektron)



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 3.3 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 3.4 John Dalton

Sumber : *Brown, Chemistry The Central Science, 2009*



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:

- 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.
- Besarnya muatan positif berbeda antar satu atom dengan atom lainnya.
- Banyaknya elektron di sekitar inti atom sama dengan banyaknya muatan positif pada inti atom. Atom itu sendiri secara keseluruhan bersifat netral ($p = e$)

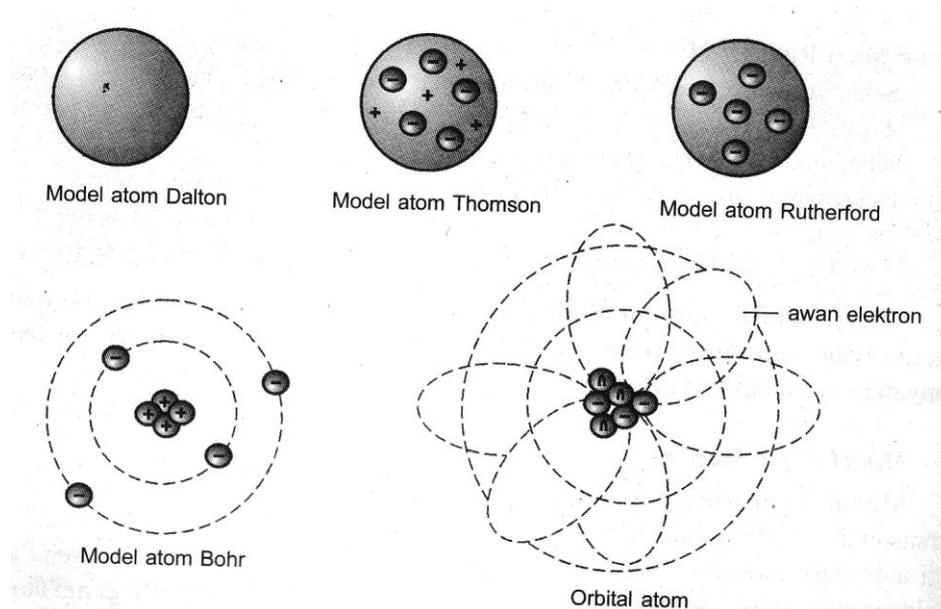
Kelemahan dari teori ini adalah jika elektron bergerak mengelilingi inti maka energi akan berkurang sehingga elektron akan jatuh ke inti atom. Tetapi pada kenyataannya atom bersifat stabil.

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

Teori atom Bohr:

Berikut model-model atom berdasarkan pendapat para ilmuwan, dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Model-model Atom

Sumber : Sukardjo, *Sains Kimia SMA/MA 1 kelas X*, 2006

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

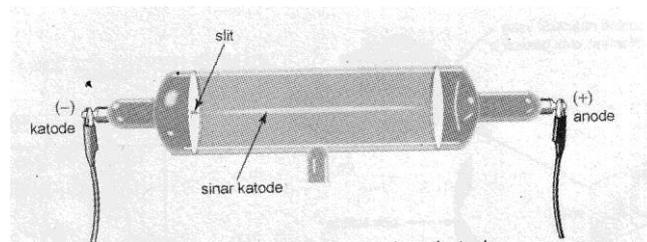
2. Partikel Dasar Penyusun Atom

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**.

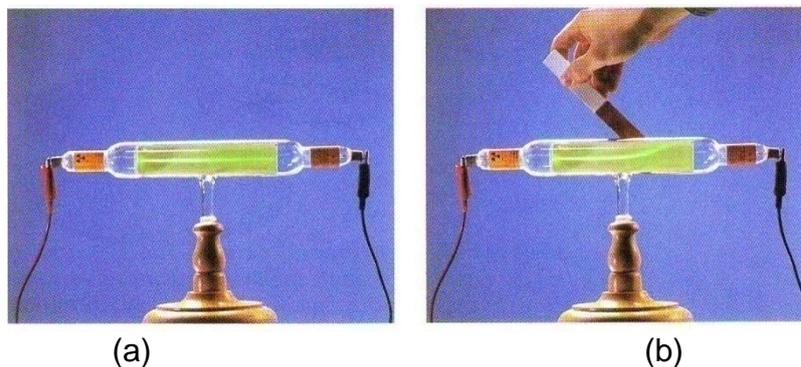
Sekitar dua abad yang lalu, **Michael Faraday** (1791 – 1867) menemukan tabung sinar katode. Tabung katode dibuat dari gelas yang mempunyai dua lempengan logam, seperti tampak pada Gambar 3.6.



Sumber : Sukardjo, Sains Kimia SMA/MA 1 kelas X, 2006

Gambar 3.6 Tabung sinar Katoda

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 keberadaannya 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 3.7



Gambar 3.7 (a) Sinar katode bergerak lurus dari katode ke anode dan (b) Sinar katode dibelokkan oleh medan magnet

Sumber : Brown, Chemistry The Central Science, 2009

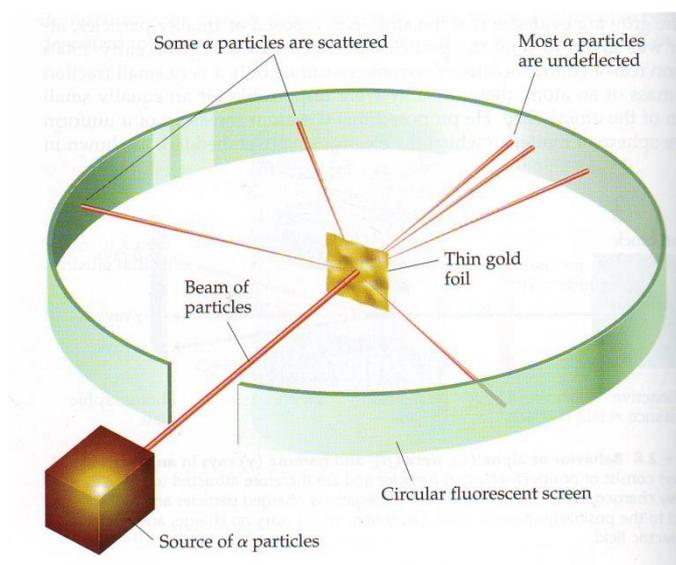
Pada tahun 1897 dengan menggunakan metode yang sama, J.J. Thomson menentukan rasio massa (m) terhadap muatan listrik (e) untuk sinar katode. Berdasarkan rasio m/e , Thomson menyimpulkan bahwa *sinar katode* merupakan partikel dasar bermuatan negatif penyusun suatu atom. Sinar katode kemudian dikenal 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 3.8.



Gambar 3.8 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 elektron yang 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 besar dari 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 :

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

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



P = 19

e = 19

n = 39 – 19 = 20

2. Atom bermuatan positif (melepaskan elektron)



P = 20

e = 20 – 2 = 18

n = 40 – 20 = 20

3. Atom bermuatan negatif (menerima elektron)



P = 9

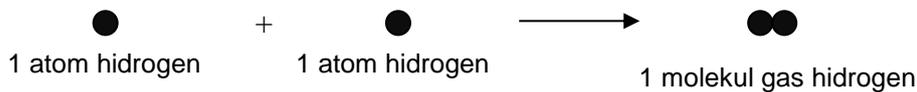
e = 9 + 1 = 10

n = 18 – 9 = 9

4. Molekul

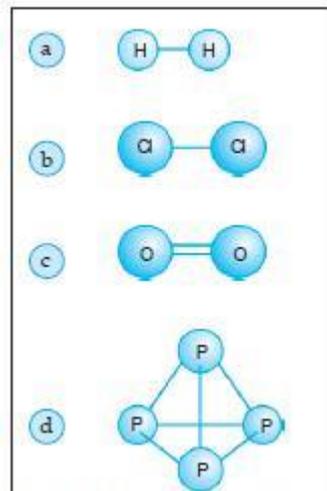
Bila atom-atom bergabung dan saling mengikat, maka akan membentuk *molekul*. Molekul adalah bagian terkecil dan tidak terpecah dari suatu senyawa kimia murni yang masih mempertahankan sifat kimia dan fisika yang unik. Berdasarkan jenis atom yang menyusun molekul, molekul terbagi menjadi dua jenis, yaitu 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 O_2 . 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 Cl_2 , I_2 , Br_2 , dan P_4 .



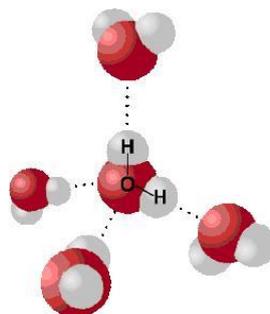
Gambar 3.9 Struktur molekul unsur H_2 , Cl_2 , O_2 , dan P_4
Sumber: http://www.crayonpedia.org/mw/Berkas:Mempunyai_17_elektron.jpg.

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.

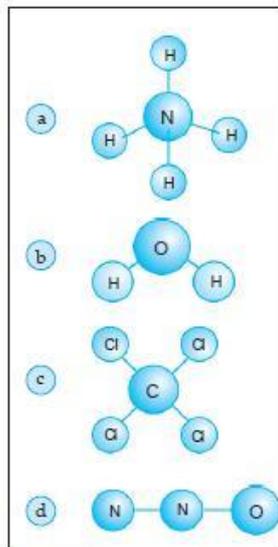


Gambar 3.10 Molekul senyawa air
Sumber: http://www.crayonpedia.org/mw/Berkas:Mempunyai_17_elektron.jpg.

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 3.11 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 3.1.

Tabel 3.1 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

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 3.2 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 3.3 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

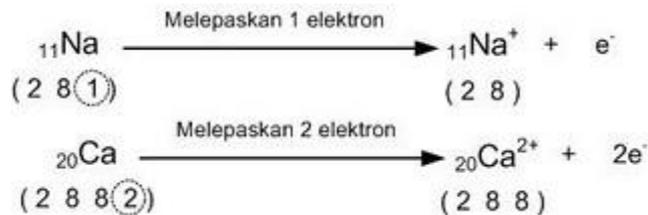
5. Ion

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

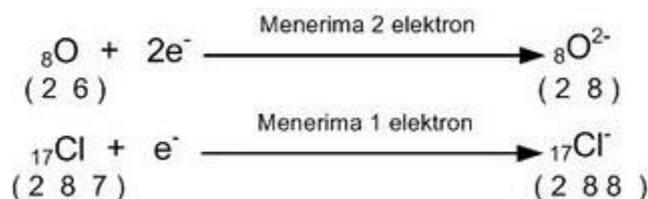


dibandingkan dengan jumlah elektronnya. Atom yang melepaskan elektron ini dikatakan bermuatan positif. Atom yang bermuatan inilah yang dinamakan ion. Ion positif dinamakan **kation** dan ion negatif dinamakan **anion**.

Pembentukan ion positif

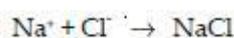


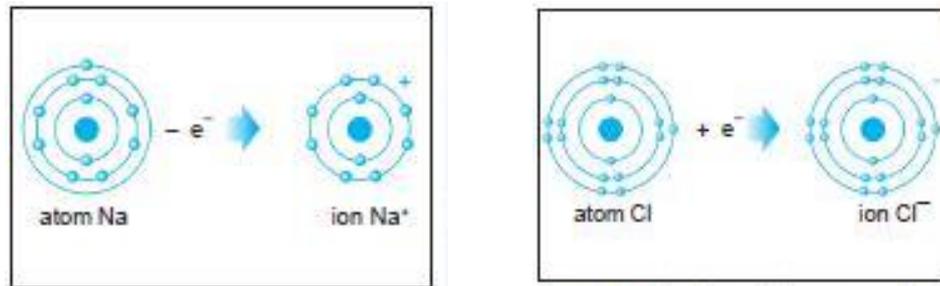
Pembentukan ion negatif



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





Sumber: [http://www.crayonpedia.org/mw/Berkas:Mempunyai 17 elektron.jpg](http://www.crayonpedia.org/mw/Berkas:Mempunyai_17_elektron.jpg).

- (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 3.12 Pembentukan ion Na^+ dan Cl^-

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 3.13 Label kemasan minuman isotonik 2

Contoh kation dan anion tertera pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 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



D. Aktivitas Pembelajaran

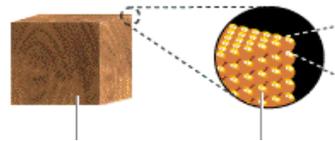
Setelah mengkaji materi tentang konsep Atom, Ion dan Molekul, Anda dapat mempelajari kegiatan eksperimen yang dalam modul ini disajikan petunjuknya dalam lembar kegiatan. Untuk kegiatan eksperimen, Anda dapat mencobanya mulai dari persiapan alat bahan, melakukan percobaan dan membuat laporannya. Sebaiknya Anda mencatat hal-hal penting untuk keberhasilan percobaan, Ini sangat berguna bagi Anda sebagai catatan untuk mengimplementasikan di sekolah.



Lembar Kegiatan 1

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!

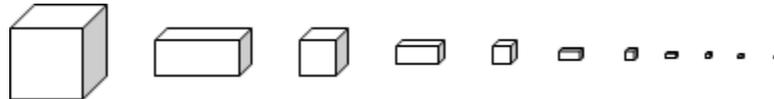
Percobaan ini akan menganalogikan sifat atom sebagai partikel- partikel materi dengan menggunakan buah-buahan

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 melambangkan 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				
Mentimun				



Pertanyaan :

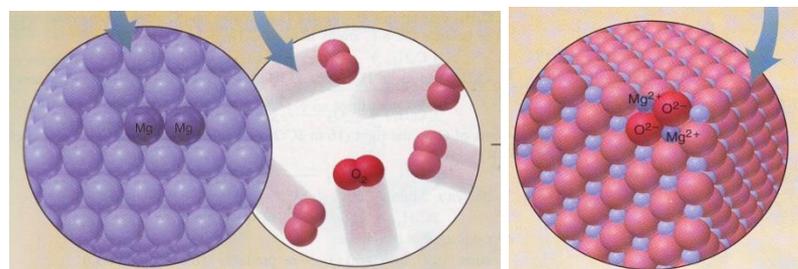
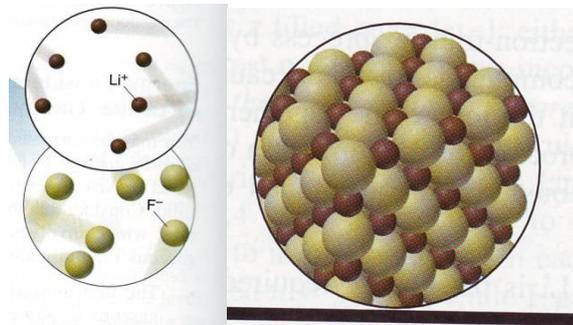
1. Bagaimana warna, wujud dan rasa masing-masing buah sebelum dan sesudah dipotong-potong?
2. Apakah semua potongan buah memiliki warna dan wujud yang sama?
3. Seandainya buah itu suatu unsur dan potongan terkecil itu suatu atom, apa yang dimaksud dengan atom?
4. Bagaimana sifat dari atom dari suatu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



Lembar Kegiatan 2

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 dengan kawanmu dalam kelompok kemudian jawablah pertanyaan-pertanyaannya. Amati gambar-gambar partikel penyusun senyawa dan gambar senyawanya.



Pertanyaan:

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



Lembar Kegiatan 3

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!

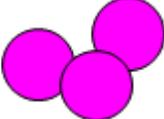
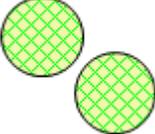
Tabel Pengamatan

Keterangan:

 = hidrogen	 = klor	 = karbon
 = oksigen	 = nitrogen	



A. MOLEKUL UNSUR

No	Gambar Molekul	Nama	Lambang Atom Penyusun	Jumlah Atom
1		Ozon	O	3 atom
2				
3				
4				



B. MOLEKUL SENYAWA

No	Gambar Molekul	Nama	Lambang Atom Penyusun	Jumlah Atom
1		Ozon	O	3 atom
2				
3				
4				

Pertanyaan

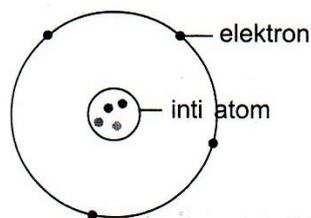
1. Terdiri dari atom unsur yang bagaimana komponen penyusun molekul unsur?
.....
.....
.....
2. Terdiri dari atom unsur yang bagaimana komponen penyusun molekul senyawa?
.....
.....
.....
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan molekul unsur dan molekul senyawa!
.....
.....



E. Latihan/Kasus/Tugas

Soal Pilihan Ganda

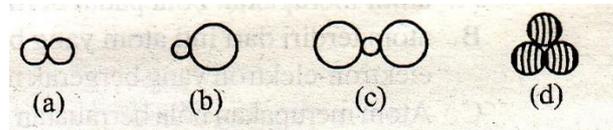
- Berikut ini adalah teori yang disusun oleh John Dalton, *kecuali* ...
 - Tiap unsur disusun atas partikel-partikel kecil yang tidak dapat dipecah lagi
 - Suatu jenis unsur terdiri atas atom-atom yang memiliki massa dan sifat-sifat tertentu yang sama
 - Atom-atom yang berlainan jenis dapat bergabung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



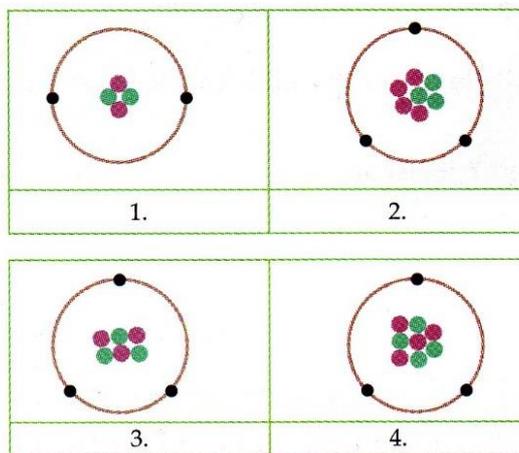
- John Dalton
 - Niels Bohr
 - Thomson
 - Rutherford
- Perhatikan beberapa pernyataan berikut.
 - Atom selalu bermuatan netral
 - Atom tidak memiliki bagian-bagian lain di dalamnya
 - Elektron adalah partikel yang mengelilingi inti atom pada orbitnya
 - Proton mengelilingi inti atom bersama dengan elektron.
 Pernyataan yang benar adalah
 - I dan II
 - I dan III
 - II dan III
 - II dan IV
 - Suatu jenis atom akan berubah menjadi ion apabila
 - Elektron berpindah ke orbit yang lebih luar
 - Dua atom berikatan satu sama lain
 - Atom bereaksi dengan atom lainnya
 - Atom melepas atau menerima elektron
 - 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)
8. Perhatikan gambar berikut :

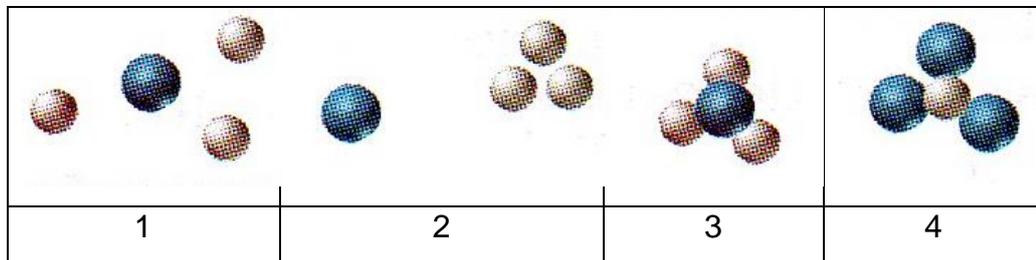


- proton
● neutron
● elektron

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
- Soal Uraian**
- Jelaskan pengertian atom, molekul, dan ion?
 - Elektron pertama kali ditemukan oleh J.J. Thomson. Bagaimana susunan elektron di dalam atom menurut Thomson?
 - Selain dalam bentuk atom, zat juga dapat berada di alam dalam bentuk ion.
 - Bagaimana proses terbentuknya ion?
 - 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
${}_{26}^{56}\text{Fe}$	...	...	...
$\dots\text{Cu}$	29	...	34
$\dots\dots$	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. Berdasarkan jenis atom yang menyusun molekul, molekul terbagi menjadi dua jenis, yaitu molekul unsur dan molekul senyawa. Atom dapat melepaskan dan menerima elektron. Atom yang melepaskan elektron ini dikatakan bermuatan positif dan yang melepaskan electron bermuatan negatif. Atom yang bermuatan inilah yang dinamakan ion. Ion positif dinamakan **kation** dan ion negatif dinamakan **anion**.



G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan tes formatif 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 masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan belajar ini.



KUNCI JAWABAN

A. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 1

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

B. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 2

No.	1	2	3	4	5
Kunci	C	A	D	A	A

C. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 3

Soal Pilihan Ganda

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

Soal Uraian

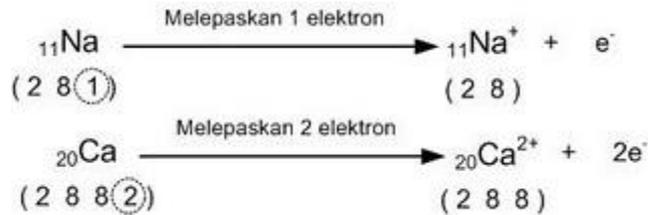
1. Atom adalah suatu satuan dasar materi, yang terdiri atas inti atom serta awan elektron bermuatan negatif yang mengelilinginya. Inti atom terdiri atas proton yang bermuatan positif, dan neutron yang bermuatan netral.
Ion adalah atom atau sekumpulan atom yang bermuatan listrik.

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.

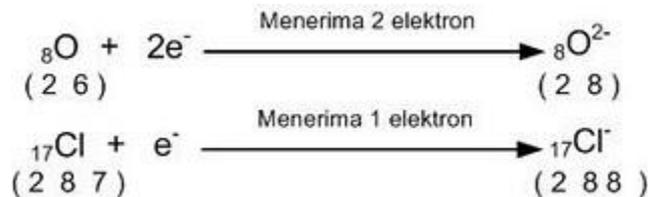


3. Atom dapat menerima dan melepaskan elektron disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain pemanasan, adanya medan magnet dan medan listrik.

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 hidrogen klorida
 - ✓ Molekul triatomik, contohnya molekul air dan molekul karbon dioksida
 - ✓ Molekul Poliatomik, contohnya molekul alkohol, molekul gula dan molekul asam sulfat.



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



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 putihPenyerbukan yang terjadi pada bunga dengan ciri tersebut adalah
 - A. antropogam
 - 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

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. Perhatikan pernyataan di bawah 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)
8. Disilangkan gandum hitam (HhKk) dengan gandum kuning (hhKk). Berapa kemungkinan dihasilkan gandum berfenotif putih?
- A. 0 %
 - B. 12,5 %
 - C. 25 %
 - D. 50 %
9. Jumlah kombinasi gen yang berbeda, yang mungkin dari gamet tumbuhan trihibrid $TtYySs$ adalah
- A. 2
 - B. 4
 - C. 6
 - D. 8



10. 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
11. 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 fenotipe buah bulat merah, bulat kuning, lonjong merah, lonjong kuning dengan ratio fenotipe 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
12. 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 x kk adalah
- A. 25%
 - B. 75%
 - C. 50%
 - D. 100%



13. 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

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 beberapa pernyataan berikut.

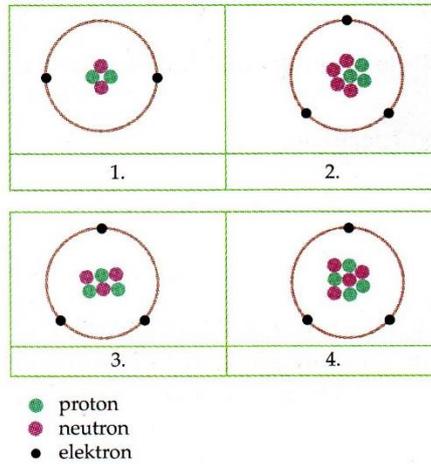
- I. Atom selalu bermuatan netral
- II. Atom tidak memiliki bagian-bagian lain di dalamnya
- III. Elektron adalah partikel yang mengelilingi inti atom pada orbitnya
- IV. Proton mengelilingi inti atom bersama dengan elektron.

Pernyataan yang benar adalah

- A. I dan II
- B. I dan III
- C. II dan III
- D. II dan IV



16. Perhatikan gambar berikut :



Gambar yang menyatakan atom dengan nomor massa 4 adalah

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

17. Gambar berikut menyatakan.



- A. 2 molekul unsur
- B. Campuran dua jenis atom
- C. 6 molekul atom
- D. 2 molekul senyawa

18. Atom fluor yang mendapat tambahan sebuah elektron akan membentuk anion ...

- A. Fl^-
- B. F^+
- C. F^-
- D. Fl^+



19. Molekul di bawah ini yang termasuk molekul senyawa dan juga poliatomik adalah
- A. H_2O
 - B. H_2SO_4
 - C. O_3
 - D. HCl
20. 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



PENUTUP

Demikian telah kami susun Modul Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi G 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 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.

Akhirnya, tak ada gading yang tak retak, begitu pula dengan modul ini yang masih terus dikembangkan untuk mencapai taraf kualitas sempurna. Oleh karena itu, saran-saran yang konstruktif dan membangun sangat kami harapkan untuk perbaikan lebih lanjut. Sekian dan terima kasih, semoga sukses, dan mendapat ridho-Nya.



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.

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&lvl1=4&lvl2=1&lvl3=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>

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 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 MeV/C ² ($1,6749 \times 10^{-27}$ 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 $1,6 \times 10^{-19}$ coulomb dan massa 938 MeV ($1,6726231 \times 10^{-27}$ 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)



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016