MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN IPA
SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)

KELOMPOK KOMPETENSI B

PEDAGOGI:
TEORI BELAJAR DAN IMPLEMENTASINYA DALAM PEMBELAJARAN IPA

Penulis:
Noeraida, S.Si., M.Pd., dkk.

PROFESIONAL:
ENERGI DALAM EKOSISTEM DAN KLASIFIKASI MATERI

Penulis:
Rini Nuraeni, 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 B

TEORI BELAJAR DAN IMPLEMENTASINYA DALAM PEMBELAJARAN IPA

Penulis:
Noeraida, S.Si., M.Pd., 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 B

TEORI BELAJAR DAN IMPLEMENTASINYA DALAM PEMBELAJARAN IPA

Penulis:
Noeraida, S.Si., M.Pd.
Dr. Indrawati, M.Pd.

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 B

TEORI BELAJAR DAN IMPLEMENTASINYA DALAM PEMBELAJARAN IPA

Penanggung Jawab
Dr. Sediono Abdullah

Penulis
Noeraida, S.Si., M.Pd. *022-4231191* noeraida67@yahoo.co.id
Dr. Indrawati, M.Pd. *022-4231191* Ine_indrawati@yahoo.co.id

Penyunting
Dian Indriany, M.Si.

Penelaah
Dr. Adi Rahmat, M.Si.
Drs. Iyon Suyana, M.Pd.
Dr. Wahyu Sopandi, M.Si.

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

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.

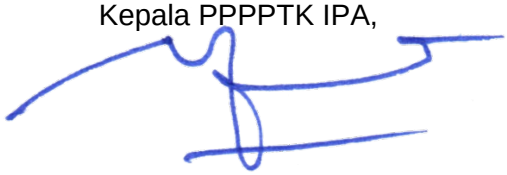
Modul Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogi dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri 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. TEORI BELAJAR DAN IMPLEMENTASI DALAM PEMBELAJARAN IPA	5
	A. Tujuan	6
	B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	6
	C. Uraian Materi	6
	D. Aktivitas Pembelajaran	30
	E. Latihan/Kasus/Tugas	32
	F. Rangkuman	33
	G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	34
KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS		35
EVALUASI		37
PENUTUP		41
DAFTAR PUSTAKA		43
GLOSARIUM		45

DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1	Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi	2
Tabel 1.1	Jenis Keterampilan intelektual sederhana ke kompleks	25
Tabel 1.2	Perbandingan teori belajar Piaget, Bruner, Ausubel	27

DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1	Alur Penggunaan Modul	3
Gambar 1.1	Kontinum Belajar hafalan bermakna, belajar penerimaan dan penemuan (Novak, 1980)	20
Gambar 1.2	Subsumer A, B, C	21
Gambar 1.3	Teori Kognisi	29
Gambar 1.4	Teori Kognitif – Pemrosesan Informasi	30

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada Permendiknas nomor 16 tahun 2007 salah satu kompetensi inti pedagogik guru adalah 2.Menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik. Dengan kompetensi guru 2.1 Memahami berbagai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik terkait dengan mata pelajaran yang diampu dan 2.2 Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran yang diampu. Sementara itu, tujuan mata pelajaran IPA oleh peserta didik hendaknya dicapai melalui berbagai pendekatan, strategi, dan atau model-model pembelajaran yang menekankan pengembangan keterampilan berpikir melalui proses dan sikap ilmiah. Berdasarkan hal ini, maka dipandang sangat perlu bagi para pendidik untuk memahami berbagai teori belajar yang mendasari berbagai strategi atau model pembelajaran dalam mencapai tujuan tersebut. Pada modul Kelompok Kompetensi B ini, guru pembelajar akan diperkenalkan pada berbagai teori belajar yang telah ditemukan para ahli. Sehingga dari teori-teori belajar tersebut, para pendidik dapat menemukan suatu strategi, pendekatan, atau pun model-model pembelajaran yang dapat digunakan dalam pembelajaran IPA, sesuai dengan karakteristik pembelajaran IPA dan karakteristik peserta didiknya. Di dalam modul,sajian materi diawali dengan uraian pendahuluan, kegiatan pembelajaran dan di akhri dengan evaluasi agar guru pembelajar melakukan uji diri (*self assessment*) sebagai tolak ukur untuk mengetahui keberhasilan diri sendiri.

B. Tujuan

Setelah Anda belajar dengan modul ini diharapkan dapat memahami perbedaan teori, model, pendekatan, strategi, metode, dan teknik dalam pembelajaran, memahami berbagai teori belajar, khususnya teori belajar yang sesuai dengan pembelajaran IPA.

C. Peta Kompetensi

Kompetensi Inti dan Kompetensi Guru Mata Pelajaran yang diharapkan setelah guru belajar dengan modul ini tercantum pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kompetensi Guru dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Guru	Indikator Pencapaian Kompetensi
2.1. Memahami berbagai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik terkait dengan mata pelajaran yang diampu	2.1.1 Membedakan pengertian teori belajar, model, pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran 2.1.2 Mendeskripsikan teori-teori belajar yang sesuai dengan pembelajaran IPA 2.1.3 Menerapkan teori-teori belajar dalam kegiatan pembelajaran IPA

D. Ruang Lingkup

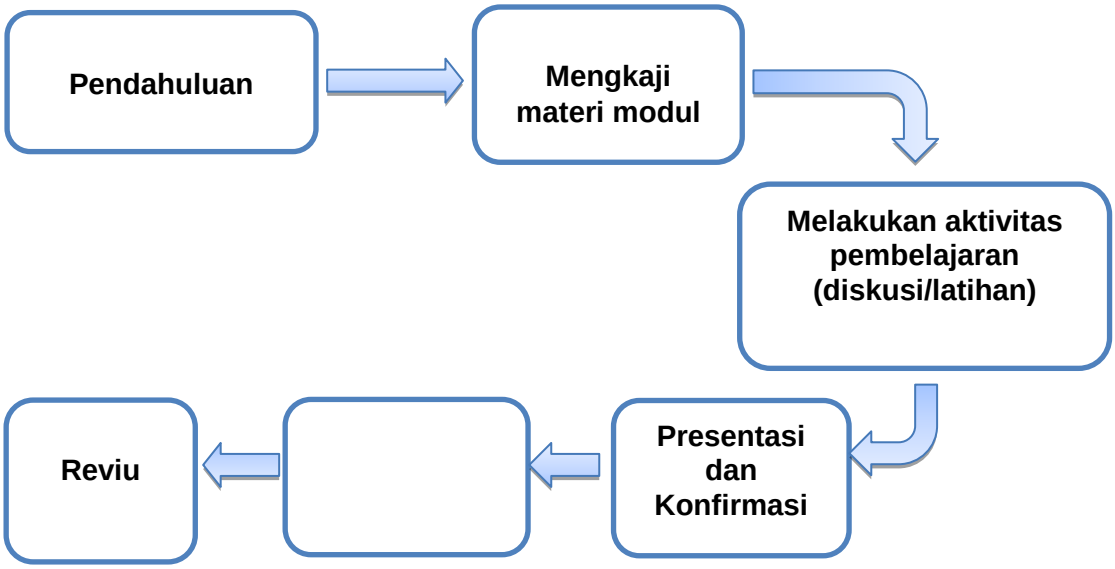
Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi B, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang 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. Pengertian teori, model, pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran.
2. Jenis-jenis teori belajar dan karakteristiknya.

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 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 pada modul
   - tujuan penyusunan modul, mencakup tujuan semua kegiatan pembelajaran setiap materi pada modul
   - 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 guru pembelajar 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/instruksi yang tertera pada modul, baik berupa diskusi materi, latihan,kasus, tugas, dan sebagainya.

   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 yang dibahas bersama.

5. Latihan Soal Uji Kompetensi

   Pada kegiatan ini peserta berlatih melakukan analisis dan menjawab soal-soal yang kualitas dan tingkat kesukarannya setara UKG.

6. Reviu Kegiatan

   Pada kegiatan ini peserta dan penyaji mereviu materi.

KEGIATAN PEMBELAJARAN:
TEORI BELAJAR DAN IMPLEMENTASINYA

Dalam pelajaran IPA, pembelajaran menekankan pada pengembangan keterampilan berpikir melalui proses dan produk. IPA merupakan ilmu yang diperoleh dan dikembangkan berdasarkan percobaan (induktif) namun pada perkembangan selanjutnya IPA juga diperoleh dan dikembangkan berdasarkan teori (deduktif). Ada dua hal yang berkaitan dengan IPA yang tidak terpisahkan, yaitu IPA sebagai produk (pengetahuan IPA yang berupa fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori) temuan ilmuwan dan IPA sebagai proses (kerja ilmiah). Oleh sebab itu, pembelajaran IPA dan penilaian hasil belajar IPA harus memperhatikan karakteristik ilmu IPA sebagai proses dan produk.

Dengan demikian, tujuan mata pelajaran IPA oleh peserta didik hendaknya dicapai melalui berbagai pendekatan, strategi, dan atau model-model pembelajaran yang menekankan pengembangan keterampilan berpikir melalui proses dan sikap ilmiah. Pada Permendiknas nomor 16 tahun 2007 salah satu kompetensi inti pedagogik guru adalah 2. Menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik. Dengan kompetensi guru 2.1 Memahami berbagai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik terkait dengan mata pelajaran yang diampu dan 2.2 Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran yang diampu.

Untuk memenuhi kompetensi ini pada modul ini Anda dapat mempelajari kembali berbagai pengertian pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran serta pengertian tentang model-model pembelajaran.

A. TUJUAN

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan peserta diklat dapat:

1. Memahami perbedaan teori, model, pendekatan, strategi, metode, dan teknik dalam pembelajaran.
2. Memahami berbagai teori belajar, khususnya teori belajar yang sesuai dengan pembelajaran IPA

B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

Kompetensi yang diharapkan dicapai melalui diklat ini adalah:

1. Membedakan pengertian teori belajar, model, pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran
2. Mendeskripsikan teori-teori belajar yang sesuai dengan pembelajaran IPA
3. Menerapkan teori-teori belajar dalam kegiatan pembelajaran IPA

C. URAIAN MATERI

Untuk meningkatkan hasil pembelajaran yang optimal seorang guru sebaiknya menggunakan strategi, pendekatan, atau model-model pembelajaran yang bervariasi sesuai dengan topik yang akan disajikan dan dipelajari peserta didik. Beberapa strategi/ model pembelajaran yang dikemukakan pakar pendidikan, didasari oleh teori belajar tertentu dan digunakan untuk tujuan tertentu pula.Untuk tujuan pembelajaran yang berbeda digunakan model pembelajaran yang berbeda pula. Misalnya, tujuan pembelajaran perubahan perilaku yang berbentuk keterampilan motorik berbeda dari tujuan pembelajaran peningkatan keterampilan berpikir.

1. Pengertian teori, model, pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran

Dalam proses pembelajaran dikenal beberapa istilah yang memiliki kemiripan makna, sehingga seringkali orang merasa bingung untuk membedakannya. Istilah-istilah tersebut adalah: (1) pembelajaran, (2) pendekatan pembelajaran, (2) strategi pembelajaran, (3) metode pembelajaran; (4) teknik pembelajaran; (5) taktik pembelajaran; dan (6) model pembelajaran. Di bawah ini akan dibahas hal tersebut.

a. Pembelajaran

Pembelajaran diartikan sebagai proses belajar mengajar. Dalam konteks pembelajaran terdapat dua komponen penting, yaitu guru dan siswa yang saling berinteraksi. Dengan demikian, pembelajaran didefinisikan sebagai pengorganisasian atau penciptaan atau pengaturan suatu kondisi lingkungan yang sebaik-baiknya yang memungkinkan terjadinya belajar pada siswa.

b. Pendekatan *(approach)*

Pendekatan merupakan cara pandang yang digunakan guru terhadap permasalahan yang dihadapi dalam pembelajaran. Pernyataan tersebut sejalan dengan pendapat T. Raka Joni (1991), ia mengemukakan bahwa pendekatan menunjukkan cara umum dalam memandang permasalahan atau obyek kajian.

Pendekatan pembelajaran dapat digunakan untuk menetapkan strategi dan langkah-langkah pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran. Setiap pendekatan yang diterapkan akan melibatkan kemampuan subyek belajar dan guru dengan kadarnya masing-masing. Sehubungan dengan hal ini, Anderson (dalam Sudjana, 1989) mengemukakan dua kategori pendekatan, yaitu pendekat*an berpusat pada guru (teacher centered) dan berpusat pada siswa (student* centered) (Sudjana, 1989). Contoh pendekatan pembelajaranadalah pendekatan konsep, pendekatan lingkungan, pendekatan proses sains, pendekatan STS (*Science-Technology-Society*), dan pendekatan kontekstual**.**

c. Strategi Pembelajaran

Strategi pembelajaran dapat diartikan sebagai *a plan, method, or series of activities designed to achieves a particular educational goal*.(J.R David (1976) dalam W. Gulo, 2002). Menurut definisi di atas, strategi pembelajaran mencakup rencana, metode, dan perangkat kegiatan yang direncanakan untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu. Selanjutnya, Gulo menjelaskan bahwa: (a) strategi pembelajaran adalah rencana dan cara-cara membawakan pembelajaran agar segala prinsip dasar dapat terlaksana dan segala tujuan pembelajaran dapat dicapai secara efektif, (b) cara-cara membawakan pembelajaran itu merupakan pola dan urutan umum perbuatan guru-peserta didik dalam perwujudan kegiatan belajar-mengajar,

(c) pola dan urutan umum perbuatan guru-peserta didik itu merupakan suatu kerangka umum kegiatan pembelajaran yang tersusun dalam rangkaian bertahap menuju tujuan yang telah ditetapkan.

Untuk menentukan strategi pembelajaran, harus diperhatikan komponen-komponen (a) tujuan pembelajaran, (b) guru, (c) peserta didik, (d) materi pembelajaran, (e) metode pembelajaran, (f) media pembelajaran, dan (g) faktor administrasi dan finansial (misalnya jadwal pelajaran, kondisi ruang belajar).

d. Model Pembelajaran

Model Pembelajaran adalah pola pembelajaran yang mendeskripsikan kegiatan guru-peserta siswa di dalam mewujudkan kondisi belajar atau sistem lingkungan yang menyebabkan terjadinya belajar pada siswa (Hinduan, dkk, 1990). Definisi lain tentang model pembelajaran dikemukakan oleh Winataputra (1996) yang menyatakan bahwa model pembelajaran merupakan suatu kerangka konseptual atau pola yang melukiskan prosedur secara sistematis dalam mengorganisasikan pengalaman belajar untuk mencapai tujuan belajar tertentu dan berfungsi sebagai pedoman bagi para perancang pembelajaran dan para pengajar dalam merencanakan dan melaksanakan aktivitas pembelajaran. Sementara itu, Joyce et al. (2000) mengemukakan bahwa model pembelajaran merupakan kerangka berpikir yang mengarahkan seseorang merancang dan melaksanakan pembelaran di kelas serta membimbing siswa belajar di kelas sehingga interaksi belajar mengajar lebih terarah.

e. Metode Mengajar

Metode dalam konteks pendidikan adalah kumpulan prinsip yang terkordinir untuk melaksanakan pembelajaran**,** sedangkan dalam konteks pembelajaran, metode diartikan sebagai cara-cara menyajikan suatu bahan pelajaran pada situasi tertentu (Sukarno et.al, 1981). Sedangkan Gulo mengemukakan bahwa metode mengajar adalah *a way in achieving something*, jadi metode merupakan alat untuk mengoperasionalkan apa yang telah direncanakan dalam strategi. Dengan demikian, metode merupakan salah satu unsur dalam strategi pembelajaran. Metode mengajar

yang sering digunakan misalnya metode ceramah, demonstrasi, diskusi, dan eksperimen.

f. Teknik mengajar

Teknik mengajar menyangkut hal-hal yang spesifik yang dilakukan guru dalam mengelola pembelajaran**.** Sebagai contoh, dalam metode diskusi dapat digunakan teknik *snow ball,* siswa berdiskusi dalam kelompok kecil kemudian setelah mendapat kesamaan persepsi terhadap materi yang didiskusikan dalam kelompok kecil tersebut, diskusi dilakukan antar kelompok yang lebih besar, sampai akhirnya diperoleh kesamaan persepsi dalam satu kelas.

T Raka Joni (1991) menunjukan keragaman khas dalam mengaplikasikan suatu metode sesuai dengan latar *(setting)* tertentu, seperti kemampuan dan kebiasaan guru, ketersediaan sarana dan prasarana sekolah, kemampuan dan kesiapan peserta didik, dan sebagainya. Contoh, dengan menggunakan metode ceramah, maka dapat disebutkan rentangan teknik berceramah mulai dari yang diibaratkan *tape-recorder* dalam menyampaikan bahan ajar pelajaran sampai dengan menampilkan berbagai alat bantu/media untuk menyampaikan isi pelajaran yang dirancang berdasarkan teori pembelajaran mutakhir.

2. Jenis-jenis Teori Belajar dan Karakteristiknya

a. Definisi Belajar

Banyak definisi belajar, salah satunya adalah seperti yang disampaikan oleh Gagne (1984), belajar dapat didefinisikan sebagai suatu proses dimana suatu organisme *berubah perilakunya* sebagai akibat dari *pengalaman*. *Learning may be defined as the process where by an organism changes its behaviour as a result of experience* (Gagne,1984).

Dari definisi belajar tersebut, ada dua kata kunci, yaitu perilaku dan pengalaman. Perilaku, menyangkut aksi atau tindakan, yang menjadi perhatian utama adalah perilaku verbal dari manusia, sebab dari tindakan-tindakan menulis dan berbicara manusia dapat kita tentukan apakah terjadi perubahan perilaku atau tidak. Perubahan dari ” ba-ba” menjadi ”bapak”,

perubahan dari menuliskan sesuatu dengan cara yang salah menjadi benar, memungkinkan kita untuk menyimpulkan bahwa belajar telah terjadi.

Komponen kedua dalam definisi belajar adalah pengalaman, hal ini membatasi macam-macam perubahan perilaku yang dapat dianggapmewakili belajar. Pengalaman yang dimaksud sebagai proses belajar adalah pengalaman yang dialami oleh siswa, bukan yang merupakan pengalaman fisiologis, seperti pada saat kita masuk ke dalam ruang yang gelap, lambat laun kita akan melihat dengan jelas, hal tersebut adalah akibat perubahan pupil mata dan perubahan perubahan fotokimia dalam retina, hal ini merupakan sesuatu yang fisiologis dan tidak mewakili belajar.

Paling sedikit ada lima macam perilaku perubahan pengalaman, yaitu:

1) Pada tingkat emosional paling primitif, terjadi perubahan perilaku diakibatkan dari pasangan stimulus tak terkondisi dengan stimulus terkondisi. Bentuk belajar seperti ini disebut belajar dan menolong kita bagaimana memahami bagaimana para siswa menyenangi atau tidak menyenangi sekolah atau mata pelajaran yang diajarkan.
2) Belajar kontiguitas, yaitu bagaimana dua peristiwa dipasangkan satu dengan yang lainnya pada satu waktu. Kita dapat melihat bagaimana asosiasi ini dapat menyebabkan belajar dari latihan dan belajar stereotip (menggambarkan seorang ilmuwan itu berkacamata, seorang ibu tiri kejam dll).
3) Belajar *operant*, yaitu kita belajar bahwa konsekuensi perilaku mempengaruhi apakah perilaku itu akan diulangi atau tidak, dan berapa besar pengulangan itu.
4) Belajar observasional, pengalaman belajar sebagai hasil observasi manusia dan kejadian-kejadian, kita belajar dari model–model, dan mungkin kita menjadi model bagi orang lain.
5) Belajar kognitif terjadi dalam kepala kita bila kita melihat dan memahami peristiwa-peristiwa yang terjadi di sekitar kita.

b. Teori Belajar

1) Teori Belajar Behavioristik

Belajar sebagai salah satu bentuk aktivitas manusia telah dipelajari oleh para ahli sejak lama. Berbagai upaya untuk menjelaskan prinsip-prinsip belajar telah melahirkan teori belajar. Beberapa teori belajar dikemukakan berikut ini.

a) Teori E.L. Thorndike (Teori Koneksionisme)

Teori koneksionisme dikemukakan oleh Thorndike. Dalam eksperimennya Thorndike menggunakan kucing sebagai obyek penelitiannya, kucing ditempatkan dalam kotak. Dari kotak-kotak ini kucing itu harus keluar untuk memperoleh makanan. Ia mengamati bahwa setelah selang beberapa waktu, kucing tadi mempelajari cara tercepat dalam memperoleh makanan melalui perilaku-perilaku yang efektif dan tidak mengulang perilaku yang tidak efektif. Dari eksperimen ini Thorndike mengembangkan hukumnya yang dikenal dengan Hukum Pengaruh atau *Law of Effect*, yang mengemukakan, bahwa jika suatu tindakan diikuti oleh perubahan yang memuaskan dalam lingkungan, kemungkinan bahwa tindakan itu akan diulangi menjadi lebih besar. Tetapi bila hasil yang diperoleh tidak memuaskan maka kemungkinan tindakan tersebut tidak akan diulangi.

Menurut Thorndike, belajar adalah proses interaksi antara stimulus dan respon. Stimulus, yaitu apa saja yang dapat merangsang terjadinya kegiatan belajar seperti pikiran, perasaan, atau hal-hal lain yang dapat ditangkap melalui alat indera. Sedangkan respon adalah reaksi yang dimunculkan siswa ketika belajar, dapat berupa pikiran, perasaan atau tindakan/gerakan. Dari definisi belajar tersebut maka menurut Thorndike perubahan tingkah laku akibat kegiatan belajar dapat berwujud konkrit yaitu yang dapat diamati atau tidak konkrit atau yang tidak dapat diamati.

b) Teori Watson (Teori *Conditioning*)

Teori *conditioning* mula-mula dipelopori oleh Ivan Pavlov, kemudian dikembangkan oleh Watson. Menurut Watson, belajar adalah proses interaksi antara stimulus dan respon yang berbentuk tingkah laku yang

dapat diamati dan dapat diukur. Ia tetap mengakui adanya perubahan-perubahan mental dalam diri seseorang selama proses belajar, namun semua itu tidak dapat menjelaskan apakah seseorang telah belajar atau belum karena tidak dapat diamati. Asumsinya bahwa, hanya dengan cara tersebut dapat diramalkan perubahan-perubahan apa yang bakal terjadi setelah seseorang melakukan tindak belajar.

Watson adalah seorang behavioris murni, karena kajiannya tentang belajar disejajarkan dengan ilmu-ilmu lain seperti fisika atau biologi yang sangat berorientasi pada pengalaman empirik yaitu sejauh dapat diamati dan dapat diukur.

c) Teori B.F. Skinner (*Operant Conditioning*)

Penelitian Skinner terpusat pada hubungan antara perilaku dan konsekuensi-konsekuensinya. Sebagai contoh misalnya, bila perilaku seseorang segera diikuti dengan konsekuensi yang menyenangkan, orang itu akan mengulang perilaku tersebut lebih sering. Penggunaan konsekuensi-konsekuensi yang menyenangkan dan tidak menyenangkan untuk mengubah perilaku seseorang disebut *operant conditioning*.

Konsekuensi yang menyenangkan pada umumnya disebut *reinforser* (penguatan), sedangkan konsekuensi yang tidak menyenangkan disebut *punisher* (hukuman).

2) Teori Belajar Kognitif

a) Teori Piaget

Menurut Piaget, perkembangan kognitif merupakan suatu proses genetik, artinya proses yang didasarkan atas mekanisme biologisyaitu perkembangan sistem saraf. Makin bertambah umur seseorang, maka makin kompleks susunan sel saarafnya dan makin meningkat pula kemampuannya (Travers, 1976).

Ketika individu berkembang menuju kedewasaan, akan mengalami *adaptasi* biologis dengan lingkungannya yang akan menyebabkan adanya perubahan-perubahan kualiatif di dalam struktur kognitifnya.

Piaget menyimpulkan bahwa daya pikir atau kekuatan mental anak yang berbeda usia akan berbeda pula secara kualitatif.

Proses adaptasi mempunyai dua bentuk dan terjadi secara simultan, yaitu asimilasi dan akomodasi. Asimilasi adalah proses perubahan apa yang dipahami sesuai dengan struktur kognitif yang telah ada, sedangkan akomodasi adalah proses perubahan struktur kognitif sehingga dapat dipahami. Jadi apabila individu menerima informasi atau pengalaman baru maka informasi tersebut akan dimodifikasi sehingga cocok dengan struktur kognitif yang telah dipunyainya. Proses ini disebut *asimilasi*. Sebaliknya, apabila struktur kognitif yang sudah dimilikinya harus disesuaikan dengan informasi yang diterima, maka hal ini disebut *akomodasi.* Asimilasi dan akomodasi akan terjadi apabila seseorang mengalami *konflik kognitif* atau ketidakseimbangan antara apa yang telah diketahui dengan apa yang dilihat atau dialaminya sekarang. Menurut Piaget, proses belajar akan terjadi jika mengikuti tahap-tahap asimilasi, akomodasi, dan ekuilibrasi (penyeimbangan antara proses asimilasi dan akomodasi).

Contoh: Seorang anak sudah memahami prinsip-prinsip pengurangan. Ketika mempelajari prinsip pembagian, maka terjadi proses pengintegrasian antara prinsip pengurangan yang telah dikuasai dengan prinsip pembagian sebagai infomasi baru. Inilah yang disebut proses asimilasi. Jika anak tersebut diberikan soal tentang pembagian, maka situasi ini disebut akomodasi. Artinya anak tersebut sudah dapat mengaplikasikan atau memakai prinsip-prinsip pembagian dalam situasi yang baru dan spesifik.

Adaptasi akan terjadi jika telah terdapat keseimbangan di dalam struktur kognitif.

Tugas guru dalam proses belajar mengajar adalah menyajikan materi yang harus dipelajari siswa sedemikian rupa sehingga menyebabkan adanya ketidak seimbangan kognitif pada diri siswa. Dengan demikian ia akan berusaha untuk mengadaptasi informasi baru ke struktur kognitif yang telah ada (Worell and Stilwell, 1981).

Sebagaimana dijelaskan di atas, proses asmilasi dan akomodasi mempengaruhi struktur kognitif. Perubahan struktur kognitif merupakan fungsi dari pengalaman, dan kedewasaan anak terjadi melalui tahap-tahap perkembangan tertentu. Menurut Piaget, proses belajar seseorang akan mengikuti pola dan tahap-tahap perkembangan sesuai dengan umurnya, dimana pola atau tahapan perkembangan ini bersifat hierarkis, artinya harus dilalui berdasarkan urutan tertentu dan seseorang tidak dapat belajar sesuatu yang berada di luar tahap kognitifnya.

Tahap-tahap perkembangan Intelektual

Piaget mengemukakan bahwa perubahan kognitif merupakan hasil proses perkembangan. Piaget dan kawan-kawannya menemukan bahwa:

(1) kemampuan intelektual anak berkembang melalui tahap-tahap tertentu;
(2) tahap-tahap ini terjadi dalam suatu urutan tertentu;
(3) ada beberapa rentangan secara umum yang berkaitan dengan tahap-tahap ini, tetapi anak itu dapat dan sering bergerak melalui tahap-tahap ini pada umur yang berlainan;
(4) perkembangan intelektual tidak sama untuk semua bidang keilmuan.

Untuk keperluan dan konseptualisasi pertumbuhan kognitif atau perkembangan intelektual. Piaget membagi perkembangan ini ke dalam empat periode, yaitu sebagai berikut.

(1) Periode Sensori Motor (0 – 2,0 tahun).

Pada periode ini tingkah laku anak bersifat motorik dan anak menggunakan sistem penginderaan untuk mengenal lingkungannya untuk mengenal objek. Pada waktu lahir anak hanya melakukan kegiatan-kegiatan refleks. Gunarsa (1982:153) merinci periode ini ke dalam enam sub masa perkembangan, yaitu sebagai berikut:

- Aktifitas refleks atau modifikasi dari refleks-refleks:0-1 bulan.
- Reaksi pengulangan pertama (koordinasi tangan dan mulut): 1-4 bulan.

- Reaksi pengulangan kedua (koordinasi tangan-mata): 4-10 bulan.
- Koordinasi reaksi-reaksi sekunder (pengkoordinasian dua skema): 0-12 bulan.
- Reaksi pengulangan ketiga (cara-cara baru melalui eksperimen yang dapat diikuti): 12-18 bulan.
- Permulaan berpikir (perkembangan internal, cara-cara baru melakukan kombinasi-kombinasi mental): 18-24 bulan.

Perubahan utama pada sensori motor ini adalah perkembangan bergerak dari kegiatan refleks ke perlambangan.

(2) Periode Pra Operasional (2,0 – 7,0 tahun)

Pada periode ini secara kualitatif, pemikiran anak merupakan kemajuan dari periode sensori motor.Pemikiran anak tidak lagi dibatasi oleh kejadian-kejadian perseptual dan motorik langsung.Pemikiran anak telah sungguh-sungguh simbolik dan urutan-urutan tingkah laku dapat dimunculkan dalam pikiran anak tidak terbatas pada kejadian-kejadian fisis dan nyata.Periode ini ditandai dengan perkembangan bahasa yang pesat (2-4 tahun), tingkah laku bersifat egosentrik dan non sosial (Gredler, 1992).

Pada periode ini anak dapat melakukan sesuatu sebagai hasil meniru atau mengamati sesuatu model tingkah laku dan mampu melakukan simbolisasi.Perhatian pada dua dimensi belum dapat dilakukan anak.Hal ini oleh Piaget diistilahkan dengan konsentrasi/memusat.

(3) Periode Operasi Kongkrit (7,0 -11,0 tahun)

Pada periode ini, anak sudah mampu menggunakan operasi.Pemikiran anak tidak lagi di dominasi oleh persepsi, sebab anak mampu memecahkan masalah kongkrit secara logis. Anak tidak lagi egosentris, ia dapat menerima pandangan orang lain dan bahasanya sudah komunikatif dan sosial.

Pada periode ini, anak sudah dapat memecahkan masalah yang menyangkut konservasi dan kemampuan reversibility, mampu mengklasifikasi, tetapi belum dapat memecahkan masalah yang bersifat hipotetis.

(4) Periode Operasi Formal (11,0 - > 15 tahun)

Periode operasi formal merupakan tingkat puncak perkembangan struktur kognitif. Anak remaja berpikir logis untuk semua jenis masalah hipotetis, masalah verbal, dan ia dapat menggunakan penalaran ilmiah dan dapat menerima pandangan orang lain.

Aspek-aspek yang Berhubungan dengan Perkembangan Kognitif

Piaget dalam Dahar (1989:156) mengemukakan ada empat aspek yang besar yang ada hubungannya dengan perkembangan kognitif. Keempat aspek tersebut, yaitu:

- pendewasaan;
- pengalaman fisik;
- interaksi sosial;
- ekuilibrasi.

Pendewasaan merupakan pengembangan dari susunan syaraf, misalnya kemampuan mengepal dan menendang disebabkan oleh kematangan yang sudah dicapai oleh susunan syaraf dari individu.

Anak harus mempunyai pengalaman dengan benda-benda dan stimulus-stimulus dalam lingkungan tempat ia bereaksi terhadap benda-benda itu. Akomodasi dan asimilasi tidak dapat berlangsung kalau tidak ada interaksi antara individu dengan lingkungannya. Anak tidak hanya harus mempunyai pengalaman berinteraksi, tetapi juga ia harus mengadakan aksi kepada lingkungannya.

Interaksi sosial dalam pengertian di sini adalah pertukaran ide (gagasan) antara individu dengan individu (teman sebaya, orangtua, guru, atau orang dewasa lainnya). Interaksi sosial ini penting dalam perkembangan konsep yang tidak mempunyai acuan fisik, misalnya konsep kejujuran sangat dipengaruhi oleh penerimaan orang lain.

Keseimbangan atau penyeimbangan dipandang sebagai suatu sistem pengaturan diri (internal) yang bekerja untuk menyelaraskan peranan pendewasaan/kematangan, pengalaman fisik, dan interaksi sosial.

b) Teori Jerome Bruner: Belajar Penemuan (*Discovery Learning*)

Menurut Bruner, belajar adalah cara-cara bagaimana orang memilih, mempertahankan, dan mentransformasi informasi secara aktif. Bruner memusatkan perhatiannya pada masalah apa yang dilakukan manusia dengan informasi yang diterimanya, dan apa yang dilakukannya sesudah memperoleh infomasi untuk mencapai pemahaman yang memberikan kemampuan kepadanya.

Bruner mengemukakan bahwa belajar melibatkan tiga proses yag berlangsung hampir bersamaan. Ketiga proses itu adalah: (1) memperoleh informasi baru, (2) transformasi informasi, dan (3) menguji relevansi dan ketepatan pengetahuan.

Pandangannya terhadap belajar yang disebutnya sebagai konseptualisme instrumental itu, didasarkan pada dua prinsip, yaitu: (1) pengetahuan orang tentang alam didasarkan pada model-model tentang kenyataan yang dibangunnya, dan (2) model-model semacam itu mula-mula diadopsi dari kebudayaan seseorang, kemudian model-model itu diadaptasikan pada kegunaan bagi orang bersangkutan.

Pematangan intelektual atau pertumbuhan kognitif seseorang ditunjukkan oleh bertambahnya ketidaktergantungan respons dari sifat stimulus. Pertumbuhan itu tergantung pada bagaimana seseorang menginternalisasi peristiwa-peristiwa menjadi suatu *sistem simpan* yang sesuai dengan lingkungan. Pertumbuhan itu menyangkut peningkatan kemampuan seseorang untuk mengemukakan pada dirinya sendiri atau pada orang lain tentang apa yang telah atau akan dilakukannya.

J. Bruner mengemukakan teori belajar model instruksional kognitif yang sangat berpengaruh yang dikenal dengan nama belajar penemuan (*discovery learning*), yaitu belajar melalui pengalaman sendiri, berusaha untuk mencari pemecahan masalah serta pengetahuan yang menyertainya, menghasilkan pengetahuan yang benar-benar bermakna. Siswa hendaknya berpartisipasi aktif dengan konsep-konsep dan prinsip-prinsip, mereka dianjurkan memperoleh pengalaman dan melakukan

eksperimen-eksperimen yang memungkinkan mereka menemukan konsep/ prinsip sendiri.

Menurut Bruner perkembangan kognitif seseorang terjadi melalui tiga tahap yang ditentukan oleh caranya melihat lingkungan, yaitu:

(1) *Tahap enaktif*, seseorang melakukan aktivitas-aktivitas dalam upayanya untuk memahami lingkungan sekitarnya. Artinya dalam memahami dunia sekitarnya anak menggunakan pengetahuan motorik, misalnya melalui gigitan, sentuhan, pegangan dan sebagainya.

(2) *Tahap ikonik,* seseorang memahami obyek-obyek atau dunianya melalui gambar-gambar dan visualisasi verbal. Artinya anak belajar melalui bentuk perumpamaan dan perbandingan (komparasi).

(3) *Tahap simbolik*, seseorang telah mampu memiliki ide-ide atau gagasan-gagasan abstrak yanng sangat dipengaruhi oleh kemampuannya dalam berbahasa dan logika. Dalam memahami dunia sekitarnya anak belajar melalui simbol-simbol bahasa, logika, matematika, dan sebagainya.

Menurut Bruner, perkembangan kognitif seseorang dapat ditingkatkan dengan cara menyusun materi pelajaran dan menyajikannya sesuai dengan tahap perkembangan orang tersebut. Penataan materi dari umum ke rinci dikemukakan dalam model kurikulum spiral, merupakan bentuk penyesuaian antara materi yang dipelajari dengan tahap perkembangan kognitif orang yang belajar. Dengan kata lain perkembangan kognitif seseorang dapat ditingkatkan dengan jalan mengatur bahan yang akan dipelajari dan menyajikannya sesuai dengan tingkat perkembangannya.

Beberapa keunggulan Belajar Penemuan (*Discovery Learning*), adalah sebagai berikut.

(1) Pengetahuan yang diperoleh akan bertahan lama dan lebih mudah diingat.

(2) Hasil belajar mempunyai efek transfer yang lebih baik, dengan kata lain konsep dan prinsip yang diperoleh lebih mudah diterapkan pada situasi-situasi baru.

(3) Meningkatkan penalaran siswa dan kemampuan untuk berpikir secara bebas, melatih keterampilan-keterampilan kognitif siswa utuk menemukan dan memecahkan masalah tanpa pertolongan orang lain.

Bagaimana cara menerapkan belajar penemuan di kelas sehingga diperoleh hasil yang maksimal, tentu tidak lepas dari peranan guru. Jika kita mengajarkan sains berarti kita ingin membuat anak kita berpikir secara sistematis, berperan serta dalam proses perolehan pengetahuan. Peranan guru dalam Belajar Penemuan adalah sebagai berikut.

(1) Merencanakan pelajaran sedemikian rupa sehingga pelajaran itu terpusat pada masalah-masalah yang tepat untuk diselidiki oleh siswa.
(2) Menyajikan materi pelajaran yang diperlukan sebagai dasar bagi para siswa untuk memecahkan masalah
(3) Cara penyajian disesuaikan dengan taraf perkembangan kognitif siswa
(4) Bila siswa memecahlan masalahnya di laboratorium atau secara teoritis, hendaknya guru berperan sebagai pembimbing.
(5) Penilaian hasil belajar penemuan meliputi pemahaman tentang prinsip-prinsip dasar mengenai suatu bidang studi, dan kemampuan siswa untuk menerapkan prinsip-prinsip dasar itu pada situasi baru.

c) Teori David Ausubel: Belajar Bermakna

David Ausubel adalah seorang ahli psikologi pendidikan. Menurut Ausubel, belajar dapat diklasifikasikan ke dalam dua dimensi, yaitu:

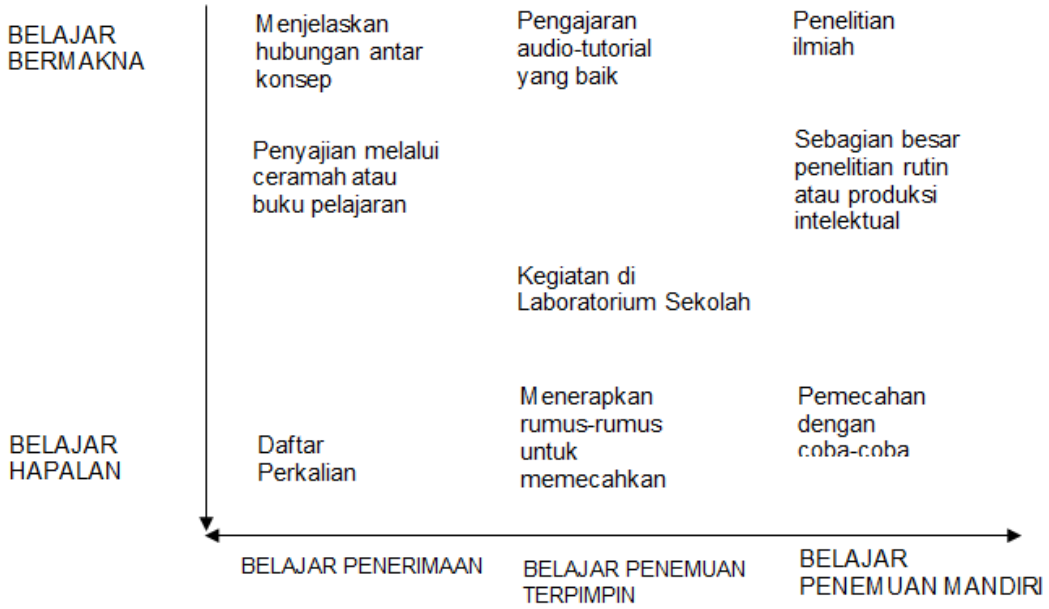
- Dimensi pertama berhubungan dengan cara informasi atau materi pelajaran disajikan pada siswa, melalui penerimaan atau penemuan.
- Dimensi kedua menyangkut cara bagaimana siswa dapat mengaitkan informasi itu pada struktur kognitif yang telah ada. Struktur kognitif yang dimaksud adalah fakta-fakta, konsep-konsep dan generalisasi-generalisasi yang telah dipelajari dan diingat oleh siswa (Dahar,1989).

Pada tingkat pertama dalam belajar, informasi dapat dikomunikasikan pada siswa baik dalam bentuk belajar penerimaan yang menyajikan informasi itu dalam bentuk final, maupun dengan bentuk belajar

penemuanyang mengharuskan siswa untuk menemukan sendiri sebagian atau seluruh materi yang akan diajarkan.

Pada tingkat kedua, siswa menghubungkan atau mengaitkan informasi itu pada pengetahuan (berupa konsep atau lainnya) yang telah dimiliki sebelumya, dalam hal ini terjadi belajar bermakna. Akan tetapi siswa juga dapat mencoba-coba menghafalkan informasi baru itu, tanpa menghubungkannya pada konsep-konsep yang telah ada dalam struktur kognitifnya, dalam hal ini terjadi belajar hafalan.

Pada saat guru menjelaskan materi, dapat terjadi dua dimensi, pertama dapat terjadi *belajar bermakna*, yaitu apabila siswa menghubungkan atau mengaitkan informasi yang diterima dengan konsep-konsep yang telah ada atau yang telah dimiliki sebelumnya. Dapat pula hanya *penerimaan informasi* saja tanpa mengaitkan dengan konsep-konsep yang telah ada atau yang dikenal dengan belajar hafalan. Walaupun demikian, belajar hafalan dapat pula menjadi bermakna yaitu dengan cara menjelaskan hubungan antara konsep-konsep. Untuk lebih jelasnya dapat diperhatikan bagan di bawah ini.



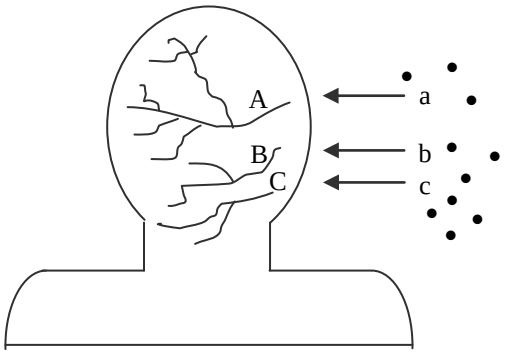
Gambar 1.1 Kontinum Belajar hafalan bermakna, belajar penerimaan dan penemuan (Novak, 1980)

Sepanjang garis mendatar, dari kiri ke kanan terdapat berkurangnya belajar penerimaan, dan bertambahnya belajar penemuan, sedangkan sepanjang garis vertikal dari bawah ke atas terjadi berkurangnya belajar hafalan dan bertambahnya belajar bermakna.

Inti dari teori Ausubel tentang belajar adalah belajar bermakna yang merupakan suatu proses mengaitkan informasi baru pada konsep-konsep relevan yang terdapat dalam struktur kognitif seseorang. Pada seorang anak, pembentukan konsep merupakan proses utama untuk membentuk konsep-konsep. Telah kita ketahui, bahwa pembentukan konsep adalah semacam belajar penemuan yang menyangkut baik pembentukan hipotesis dan pengujian hipotesis maupun pembentukan generalisasi dari hal-hal yang khusus.

Pada saat usia masuk sekolah tiba, pada umumnya anak telah mempunyai kerangka konsep-konsep yang mengijinkan terjadinya belajar bermakna. Bila dalam struktur kognitif seseorang tidak terdapat konsep-konsep relevan, maka informasi baru dipelajari secara hafalan, dan bila tidak dilakukan usaha untuk mengasimilasikan pengetahuan baru pada konsep-konsep relevan yang sudah ada dalam struktur kognitif, akan terjadi belajar hafalan.

Proses Belajar Bermakna



Gambar 1. 2. Subsumer A, B, C

Pada gambar di atas, informasi baru a, b, c, dikaitkan pada konsep yang relevan dalam struktur kognitif (subsumer) A, B, C. Subsumer A lebih banyak mengalami diferensiasi lebih banyak daripada subsumer B atau C (Novak, 1977 dalam Dahar,1989)

Selama belajar bermakna berlangsung, informasi baru a, b, b, terkait pada konsep-konsep dalam struktur kognitif (subsumer) A, B, C. Untuk menekankan pada fenomena pengaitan itu Ausubel mengemukakan istilah subsumer, Subsumer memegang peranan dalam proses perolehan informasi baru. Dalam belajar bermakna subsumer mempunyai peranan interaktif, memperlancar gerakan informasi yang relevan melalui penghalang-penghalang perseptual dan menyediakan suatu kaitan antara informasi yang baru diterima dengan pengetahuan yang sudah dimiliki sebelumnya.

Proses interaktif antara materi yang baru dipelajari dengan subsumer-subsumer inilah yang menjadi inti teori belajar asimilasi Ausubel. Proses ini disebut proses subsumsi.

Selama belajar bermakna, subsumer mengalami modifikasi dan terdiferensiasi lebih lanjut. Diferensiasi subsumer-subsumer diakibatkan oleh asimilasi pengetahuan baru selama belajar bermakna berlangsung. Informasi yang dipelajari secara bermakna biasanya lebih lama diingat dari pada informasi yang dipelajari secara hafalan.

Menurut Ausubel dan juga Novak (1977), ada tiga kebaikan belajar bermakna, yaitu:

(1) Informasi yang dipelajari secara bermakna lebih lama dapat diingat.
(2) Informasi yang tersubsumsi berakibatkan peningkatan diferensiasi dari subsumer-subsumer, jadi memudahkan proses belajar berikutnya untuk materi pelajaran yang mirip.
(3) Informasi yang dilupakan sesudah subsumsi obliteratif (subsumsi yang telah rusak), meninggalkan efek residual pada subsumer, sehingga mempermudah belajar hal-hal yang mirip walaupun telah terjadi lupa.

Menurut Ausubel, pengembangan konsep berlangsung paling baik bila unsur-unsur yang paling umum, paling inklusif dari suatu konsep diperkenalkan terlebih dahulu, dan kemudian baru diberikan hal-hal yang lebih rinci dan khusus dari konsep tersebut. Dengan perkataan lain model

belajar menurut Ausubel umumnya berlangsung dari umum ke khusus. Ausubel berkeyakinan bahwa belajar merupakan proses *deduktif.*

Dalam strategi mengajar deduktif, guru mengajarkan konsep-konsep yang paling inklusif dahulu, kemudian konsep-konsep yang kurang inklusif dan seterusnya. Proses penyusunan konsep semacam ini disebut diferensial progresif atau konsep-konsep disusun secara hierarki, hal ini diterjemahkan oleh Novak sebagai peta konsep.

Gagasan/pandangan belajar dari Ausubel yang menekankan pada belajar terjadi melalui penerimaan memberikan konsekuensi pada cara/metode penyajian dalam mengajar. Ausubel memberikan sebutan pada cara penyajian itu dengan pengajaran ekspositori.

Pada pengajaran expositori terdapat 4 ciri utama, yaitu:

(1) Interaksi guru-siswa, walaupun guru lebih dominan dalam meyajikan materi, ide-ide/gagasan awal siswa harus menjadi bahan pertimbangan utama dalam pembahasan selanjutnya dalam setiap pengajaran.
(2) Buatlah contoh-contoh untuk setiap konsep, walaupun penekanan belajar pada belajar bermakna secara verbal, pemberian contoh-contoh seperti dalam gambar dan diagram sangatlah diperlukan.
(3) Penyajian bentuk deduktif. Dalam penyajian materi hendaknya diperkenalkan terlebih dahulu konsep-konsep umum dan inklusif, baru kemudian contoh-contoh yang lebih khusus.
(4) Penyajian secara hierarkis.Penyajian bentuk ini menekankan penyajian materi secara hierarkis, misalnya sebelum menguraikan materi secara rinci, terlebih dahulu kita uraikan materi secara keseluruhan, sehingga siswa mampu menangkap struktur atau kedudukan sesuatu pada batang tubuh materi yang sedang dibahasnya.

Untuk menerapkan ciri-ciri pembelajaran seperti disarankan oleh Ausubel, strategi penyajian materi haruslah berbentuk *Advance Organizer*(pengaturan awal). *Advance Organizer* akan berfungsi sebagai suatu *Cognitive Bridge* (jembatan pengetahuan) yang akan menguatkan

struktur kognitif siswa yang dapat menjadikan informasi-informasi baru dapat dengan mudah diasimilasikan. *Advance Organizer* akan mengarahkan siswa ke materi yang akan dipelajari dan menolong mereka untuk mengingat kembali informasi yang berhubungan, yang dapat digunakan membantu menanamkan pengetahuan baru.

Variabel-variabel yang mempengaruhi belajar bermakna

Faktor-faktor utama yang mempengaruhi belajar bermakna ialah: (1) struktur kognitif yang ada, (2) stabilitas dan kejelasan pengetahuan dalam suatu bidang studi tertentu dan (3) pada waktu tertentu.

Sifat-sifat struktur kognitif menentukan validitas dan kejelasan arti-arti yang timbul waktu informasi itu masuk ke dalam struktur kognitif itu, jika struktur kognitif itu stabil, jelas dan diatur dengan baik, maka akan timbul arti-arti yang jelas, sahih atau tidak meragukan dan cenderung akan bertahan. Tetapi sebaliknya, jika struktur kognitif itu tidak stabil, meragukan dan tidak teratur, maka struktur kognitif itu cenderung menghambat belajar.

Prasyarat-prasyarat dari belajar bermakna adalah sebagai berikut.

(1) Materi yang akan dipelajari harus bermakna secara potensial.
(2) Anak yang akan belajar harus bertujuan untuk melakukan belajar bermakna, mempunyai kesiapan dan niat untuk belajar bermakna.

Kebermaknaan materi pelajaran secara potensial tergantung pada dua faktor, yaitu:

(1) materi harus memiliki kebermaknaan logis yaitu materi yang konsisten, ajeg dan substantif yaitu dapat dinyatakan dalam berbagai cara, tanpa mengubah arti,
(2) gagasan-gagasan yang relevan harus terdapat dalam struktur kognitif siswa.

d) Teori Gagne

Teori belajar yang dikemukakan oleh Robert M Gagne (1985) merupakan perpaduan antara konsep behaviorisme dan kognitivisme, yang berpangkal pada teori proses informasi. Menurut Gagne, cara berpikir seseorang tergantung pada: (1) keterampilan apa yang telah dipunyainya,

(2) keterampilan serta hirearki apa yang diperlukan untuk mempelajari suatu tugas.

Selanjutnya Gagne berpendapat bahwa di dalam proses belajar terdapat dua fenomena, yaitu: (1) keterampilan intelektual yang meningkat sejalan dengan meningkatnya umur serta latihan yang diperoleh individu, dan (2) belajar akan lebih cepat apabila strategi kognitif dapat dipakai dalam memecahkan masalah secara lebih efisien.

Gagne (1985), menyebutkan adanya lima macam hasil belajar yaitu:

(1) *Keterampilan intelektual*, atau pengetahuan prosedural yang mencakup belajar diskriminasi, konsep, prinsip, dan pemecahan masalah, yang kesemuanya diperoleh melalui materi yang disajikan di sekolah. Menurut Gagne (1985), terdapat hierarki keterampilan intelektual yang berbeda. Setiap keterampilan pada hierarki tersebut merupakan prasyarat yang harus dikuasai siswa untuk mempelajari keterampilan-keterampilan berikutnya. Keterampilan intelektual sederhana ke kompleks adalah sebagai berikut.

Tabel 1.1 Jenis Keterampilan intelektual sederhana ke kompleks

Jenis Keterampilan	Deskripsi
1. Belajar diskriminasi	Siswa merespon perbedaan dan persamaan dari obyek. Misalnya bentuk, warna, ukuran dari obyek tersebut.
2. Belajar konsep a. Konsep konkrit	Siswa mengidentifikasi obyek atau peristiwa sebagai suatu anggota dari kelompok suatu obyek, misalnya suatu obyek berbentuk bulat, contohnya uang logam, ban mobil. Kemudian siswa dapat menunjukkan dua atau lebih dari anggota obyek yang berbentuk bulat.
b. Konsep terdefinisi	Konsep ini dapat dipebelajari siswa melalui aturan, contohnya siswa belajar konsep basa. Bila ia menetesi kertas lakmus merah dengan zat bersifat basa itu, dan ia melihat perubahan pada kertas lakmus merah yang berubah menjadi biru.
c. Belajar aturan	Siswa dapat merespon pada suatu kelompok situasi dengan sejumlah penampilan yang menggambarkan suatu hubungan, contohnya siswa menghitung massa rumus senyawa yang dihitung dengan menjumlahkan massa atom relatif dari atom-atom yang menyusun molekul senyawa itu.
d. Belajar aturan tingkat tinggi	Siswa mengkombinasikan aturan-aturan yang menjadi sub ordinat untuk memecahkan masalah.

(2) *Strategi kognitif*, yaitu kemampuan untuk memecahkan masalah-masalah baru dengan jalan mengatur proses internal masing-masing individu dalam memperhatikan, belajar, mengingat dan berpikir.

Sebagai contoh apabila siswa menggunakan metode kata kunci untuk mengingat arti dari istilah-istilah dalam biologi, maka siswa akan menggunakan strategi kognitif untuk pengkodean informasi tersebut.

Kondisi belajar yang harus diperhatikan ketika proses belajar adalah sebagai berikut.

- Siswa harus memiliki beberapa materi atau masalah untuk dapat bekerja sehingga dapat dilatihkan.
- Siswa harus mendapat kejelasan dari deskripsi strategi yang memungkinkan dipilih.
- Siswa harus berlatih strategi kognitif dalam berbagai situasi dan dengan permasalahan baru.

(3) *Informasi verbal*, yaitu kemampuan untuk mendeskripsikan sesuatu dengan kata-kata dengan jalan mengatur informasi-informasi yang relevan. Kondisi *internal* yang harus diperhatikan guru adalah bahwa siswa harus memiliki suatu kumpulan pengetahuan yang terorganisasi (struktur kognitif) dan strategi–strategi untuk memroses (*encoding*) informasi baru. Sedangkan kondisi *eksternal* yang harus diperhatikan guru antara lain adalah tujuan belajar informasi verbal harus jelas dan materi baru harus disajikan secara bermakna, sehingga siswa dapat memprosesnya.

(4) *Keterampilan motorik*, yaitu kemampuan untuk melaksanakan dan mengkoordinasikan gerakan-gerakan yang berhubungan dengan otot. Dalam keterampilan motorik, terdapat dua komponen, yaitu komponen pertama adalah aturan yang menggambarkan bagaimana membuat gerakan, sedangkan komponen kedua adalah memperagakan gerakan itu sendiri, misalnya menggunakan mikroskop.

Kondisi belajar yang harus diperhatikan guru, adalah:

- Memberikan arahan, seringkalidalam bentuk verbal, penjelasan urutan dari langkah-langkah suatu kegiatan/gerakan.
- Memberikan umpan balikyang segeraterhadap penampilan yang tepat yang telah diperagakan siswa.
- Memberikan latihan sesering mungkin untuk menanggulangi gerakan.

(5) *Sikap*, yaitu suatu kemampuan internal yang mempengaruhi tingkah laku seseorang, dan didasari oleh emosi, kepercayaan-kepercayaan serta faktor intelektual.

Belajar menurut Gagne tidak merupakan sesuatu yang terjadi secara alamiah, tetapi hanya akan terjadi dengan adanya kondisi tertentu , yaitu *kondisi internal* dan *kondisi eksternal*. Kondisi internal, antara lain yang menyangkut kesiapan siswa dan apa yang telah dipelajari sebelumnya (prerekuisit), sedangkan kondisi eksternal merupakan situasi belajar dan penyajian stimulus yang secara sengaja diatur oleh guru dengan tujuan memperlancar proses belajar. Tiap-tiap jenis hasil belajar tersebut di atas memerlukan kondisi-kondisi tertentu yang perlu diatur dan dikontrol.

Tabel 1.2 Perbandingan teori belajar Piaget, Bruner, Ausubel

PIAGET	BRUNER	AUSUBEL
Proses belajar terjadi menurut pola tahap-tahap perkembangan tertentu sesuai umur pebelajar	Proses belajar terjadi lebih ditentukan oleh cara kita mengatur materi pelajaran, dan bukan ditentukan oleh umur pebelajar	Proses belajar terjadi bila pebelajar mampu mengasimilasikan pengetahuan yang dia miliki dengan pengatahuan yang baru
Proses belajar terjadi melalui tahap-tahap	Proses belajar terjadi melalui tahap-tahap	Proses belajar terjadi melalui tahap-tahap
• Asimilasi (proses penyesuaian pengetauan baru dengan struktur kognitif pebelajar)	• Enaktif (aktivitas pebelajar untuk memahami lingkungan)	• Memperhatikan stimulus yang diberikan
• Akomodasi (proses penyesuaian struktur kognitif pebelajar dengan pengetahuan baru)	• Ionik (pebelajar melihat dunia melalui gambar-gambar dan visualisasi verbal)	• Memahami makna stimulus
• Equilibrasi (proses penyeimbangan mental setelah terjadi proses asimilasi/akomodasi)	• Simbolik (pebelajar memahami gagasan-gagasan abstrak	• Menyimpan dan menggunakan informasi yang sudah dipahami

3) Konstrustivisme

Menurut pandangan *konstruktivisme* pengetahuan yang dimiliki oleh setiap individu adalah hasil konstruksi secara aktif dari individu itu sendiri. Individu tidak sekedar mengimitasi dan membentuk bayangan dari apa yang diamati atau diajarkan guru, tetapi secara aktif individu itu menyeleksi, menyaring, memberi arti dan menguji kebenaran atas informasi yang diterimanya (Indrawati, 2007).

Pengetahuan yang dikonstruksi individu merupakan hasil interpretasi yang bersangkutan terhadap peristiwa atau informasi yang diterimanya. Para pendukung kontruktivisme berpendapat bahwa pengertian yang dibangun setiap individu siswa dapat berbeda dari apa yang diajarkan guru (Bodner, (1987) dalam Indrawati, 2000). Lain halnya dengan Paul Suparno (1997) mengemukakan bahwa menurut konstruktivis, belajar itu merupakan proses aktif pembelajar mengkonstruksi arti (teks, dialog, pengalaman fisis, dan lain-lain). Belajar juga merupakan proses mengasimilasi dan menghubungkan pengalaman atau bahan yang dipelajari dengan pengertian yang sudah dipunyai seseorang sehingga pengertiannya dikembangkan (Indrawati, 2007).

Oleh karena itu pada proses belajar konstruktivisme memiliki ciri:

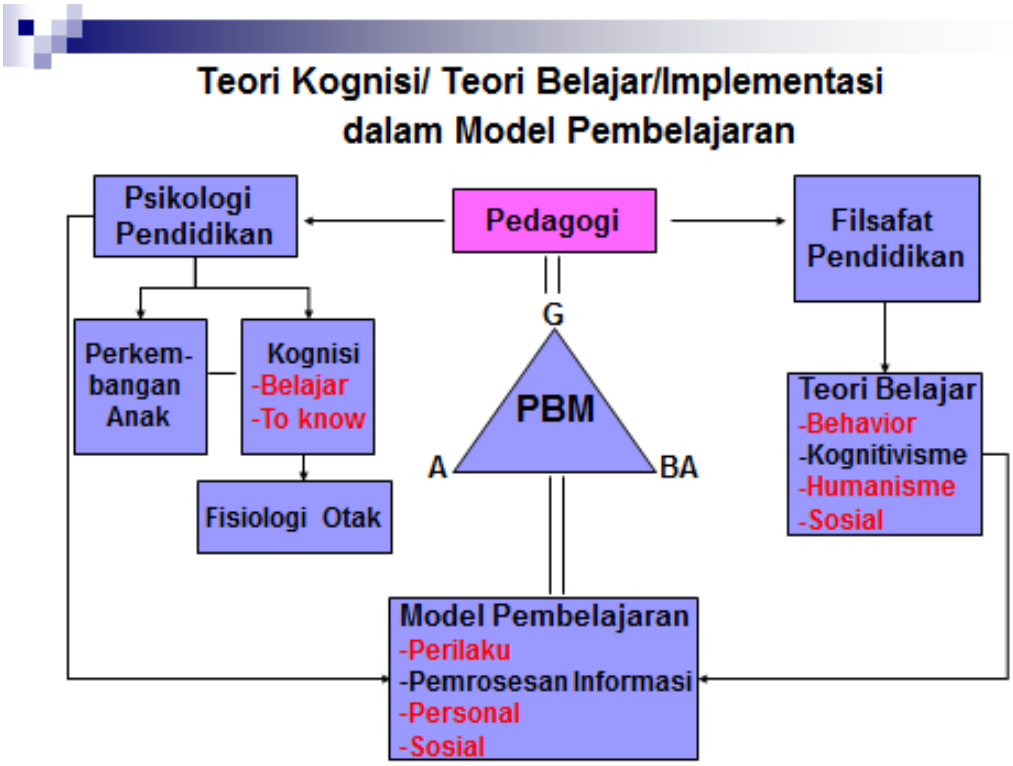
(1) Belajar berarti membentuk makna.
(2) Konstruksi artinya adalah proses yang terus menerus.
(3) Belajar bukanlah kegiatan mengumpulkan fakta melainkan lebih dari itu, yaitu pengembangan pemikiran dengan membuat pengertian baru.
(4) Proses belajar yang sebenarnya terjadi pada waktu skema seseorang dalam keraguan yang merangsang pemikiran lebih lanjut. Situasi ketidakseimbangan adalah situasi yang baik untuk memacu belajar.
(5) Hasil belajar dipengaruhi oleh pengalaman pembelajar dengan dunia fisik lingkungannya.
(6) Hasil belajar seseorang tergantung pada apa yang telah diketahui si pembelajar (konsep, tujuan, motivasi) yang mempengaruhi interaksi dengan bahan yang pelajari (Paul Suparno, (1997) dalam Indrawati, 2007).

Dengan memahami pandangan konstruktivisme, maka karakteristik iklim pembelajaran yang sesuai adalah:

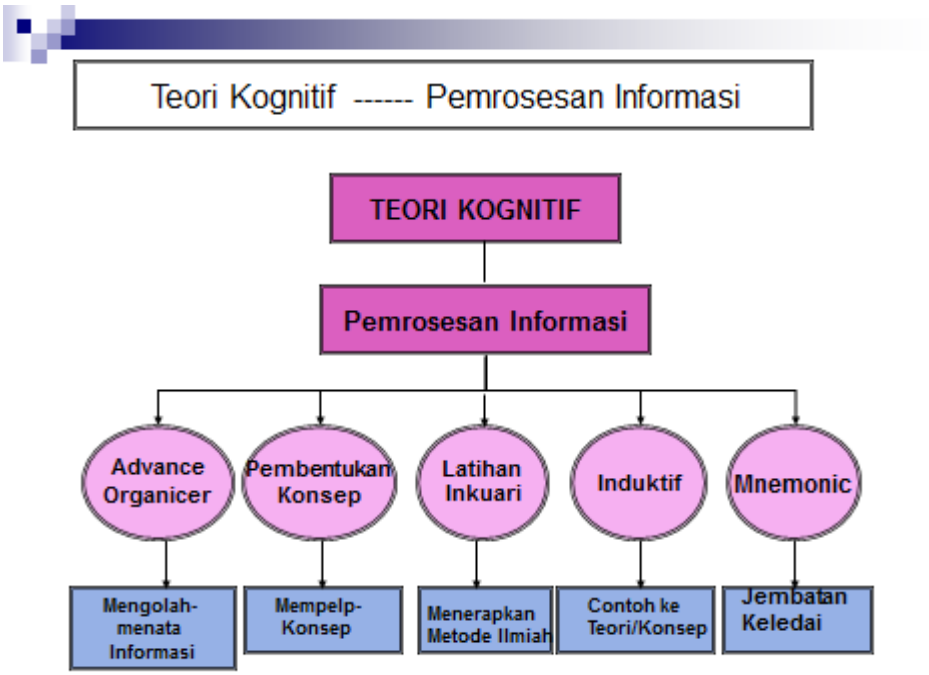
- Siswa tidak dipandang sebagai sesuatu yang pasif, melainkan individu yang memiliki tujuan serta dapat merespon situasi pembelajaran berdasarkan konsepsi awal yang dimilikinya.
- Guru hendaknya melibatkan proses aktif dalam pembelajaran yang memungkinkan siswa mengkonstruksi pengetahuannya.
- Pengetahuan bukanlah sesuatu yang datang dari luar, melainkan melalui seleksi secara personal dan sosial.

Iklim pembelajaran di atas menuntut para guru untuk:

(1) Mengetahui dan mempertimbangkan pengetahuan awal siswa (apersepsi),
(2) Melibatkan siswa dalam kegiatan aktif (*student center*),
(3) Memperhatikan interaksi sosial dengan melibatkan siswa dalam diskusi kelas maupun kelompok.



Gambar 1.3 Teori Kognisi



Gambar 1.4 Teori Kognitif – Pemrosesan Informasi

D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN

Setelah Anda mempelajari materi di atas, sebaiknya Anda mengerjakan berbagai aktivitas berikut.

Lembar Kerja 1

Teori,model, pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran

Tujuan Kegiatan: Melalui diskusi kelompok peserta mampu membedakan pengertian istilah teori, model, pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran

Langkah Kegiatan**:**

1. Pelajari modul tentang teori, model, pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran.
2. Isilah lembar kerja yang tersedia dengan pengertian teori, model, pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran secara singkat.
3. Berikan contohnya sesuai dengan pembelajaran IPA.

4. Setelah selesai, presentasikan hasil diskusi kelompok Anda!
5. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

Format Teori,model, pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran

	Teori	Model	Pendekatan	Metode	Strategi	Teknik
Pengertian						
Contoh						

Lembar Kegiatan 2

Teori-teori Belajar

Tujuan Kegiatan: Melalui diskusi kelompok peserta mampu mendeskripsikan jenis-jenis teori belajar sesuai dengan pembelajaran IPA.

Langkah Kegiatan:

1. Pelajari modul tentang teori belajar.
2. Isilah lembar kerja yang tersedia sesuia intruksi kerjanya.
3. Berikan contohnya sesuai dengan pembelajaran IPA.
4. Setelah selesai, presentasikan hasil diskusi kelompok Anda!
5. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

No	Teori Belajar	Uraian singkat	Penerapan pada konsep IPA

E. TUGAS/ LATIHAN/ KASUS

Pilih satu jawaban yang benar.

1. Cara pandang guru terhadap permasalahan yang dihadapi dalam pembelajaran dikenal dengan istilah....
   A. metode pembelajaran
   B. pendekatan pembelajaran
   C. teknik mengajar
   D. strategi mengajar

2. Model pembelajaran merupakan gambaran yang utuh tentang ….
   A. langkah-langkah kegiatan guru
   B. interaksi siswa dan sumber belajar
   C. penyajian bahan pembelajaran
   D. bagaimana siswa belajar

3. Suatu model pembelajaran memiliki karakteristik ….
   A. adanya tahapan pembelajaran, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung, dampak pembelajaran
   B. adanya metode yang digunakan, sarana pendukung, kriteria penampilan siswa, dan dampak pembelajaran,
   C. prosedur ilmiah, kriteria model, kriteria siswa, dan spesifikasi lingkungan belajar
   D. interaksi guru dengan siswa, sistem sosial, prinsip reaksi, dan sarana pendukung

4. Jika Anda akan mengajarkan siswa Anda bagaimana cara memperoleh konsep dan menggunakannya, pendekatan yang cocok digunakan adalah pendekatan ....
   A. konsep
   B. lingkungan
   C. keterampilan proses
   D. sains-teknologi-masyarakat

5. Pada tingkat SMP, peserta didik sudah memasuki tahap perkembangan intelektual operasi formal. Hal ini menurut teori belajar ....
   A. Teori kognitif, Piaget
   B. Teori belajar bermakna, Ausuble
   C. Belajar Penemuan, Bruner
   D. Teori Kognitif, Bruner

F. RANGKUMAN

- Pembelajaran diartikan sebagai proses belajar mengajar.
- Pendekatan merupakan cara pandang yang digunakan guru terhadap permasalahan yang dihadapi dalam pembelajaran.
- Strategi pembelajaran mencakup rencana, metode, dan perangkat kegiatan yang direncanakan untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu.
- Model pembelajaran adalah pola pembelajaran yang mendeskripsikan kegiatan guru-peserta siswa di dalam mewujudkan kondisi belajar atau sistem lingkungan yang menyebabkan terjadinya belajar pada siswa.
- Metode mengajar adalah alat untuk mengoperasionalkan apa yang telah direncanakan dalam strategi
- Teknik mengajar menyangkut hal-hal yang spesifik yang dilakukan guru dalam mengelola pembelajaran.
- Teori Belajar Behavioristik dipelopori oleh Thorndike, Watson, dan Skinner. Menurut Thorndike, belajar adalah proses interaksi antara stimulus dan respon. Menurut Watson, belajar adalah proses interaksi antara stimulus dan respon yang berbentuk tingkah laku yang dapat diamati dan dapat diukur. Skinner terpusat pada hubungan antara perilaku dan konsekuensi-konsekuensinya.
- Teori belajar kognitif, dipelopori oleh Piaget, Bruner, Ausubel. Menurut Piaget, perkembangan kognitif merupakan suatu proses genetik, artinya proses yang didasarkan atas mekanisme biologis yaitu perkembangan sistem syaraf. Menurut Bruner belajar adalah cara-cara bagaimana orang memilih, mempertahankan, dan mentransformasi informasi secara aktif.

Menurut Ausubel, belajar dapat diklasifikasikan ke dalam dua dimensi, yaitu: dimensi pertama berhubungan dengan cara informasi atau materi pelajaran disajikan pada siswa, melalui penerimaan atau penemuan; dimensi kedua menyangkut cara bagaimana siswa dapat mengaitkan informasi itu pada struktur kognitif yang telah ada.

- Teori belajar yang dikemukakan oleh Robert M Gagne (1985) merupakan perpaduan antara konsep behaviorisme dan kognitivisme, yang berpangkal pada teori proses informasi. Menurut Gagne, cara berpikir seseorang tergantung pada: (1) keterampilan apa yang telah dipunyainya, (2) keterampilan serta hirearki apa yang diperlukan untuk mempelajari suatu tugas.

G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Setelah menyelesaikan soal latihan, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan Pembelajaran ini.

KUNCI JAWABAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN : TEORI BELAJAR DAN IMPLEMENTASINYA DALAM PELAJARAN IPA

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

EVALUASI

1. Cara pandang guru terhadap permasalahan yang dihadapi dalam pembelajaran dikenal dengan istilah ....
   A. metode pembelajaran
   B. pendekatan pembelajaran
   C. teknik mengajar
   D. strategi mengajar

2. Perhatikan hal-hal berikut.
   (1) Rencana pembelajaran
   (2) Materi pembelajran
   (3) Metode pembelajaran
   (4) Media pembelajaran
   (5) Guru

   Dari beberapa hal di atas, strategi pembelajaran berkaitan dengan ....
   A. rencana pembelajaran, materi, dan guru
   B. guru, media, dan materi pembelajaran
   C. guru, media dan metode pembelajaran
   D. guru, rencana, materi, metode, dan media pembelajaran

3. Model pembelajaran merupakan gambaran yang utuh tentang ….
   A. langkah-langkah kegiatan guru
   B. interaksi siswa dan sumber belajar
   C. penyajian bahan pembelajaran
   D. bagaimana siswa belajar

4. Suatu model pembelajaran memiliki karakteristik ….
   A. adanya tahapan pembelajaran, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung, dampak pembelajaran

B. adanya metode yang digunakan, sarana pendukung, kriteria penampilan siswa, dan dampak pembelajaran,
C. prosedur ilmiah, kriteria model, kriteria siswa, dan spesifikasi lingkungan belajar
D. interaksi guru dengan siswa, sistem sosial, prinsip reaksi, dan sarana pendukung

5. Jika Anda akan mengajarkan siswa Anda bagaimana cara memperoleh konsep dan menggunakannya, pendekatan yang cocok digunakan adalah pendekatan ....
   A. konsep
   B. lingkungan
   C. keterampilan proses
   D. sains-teknologi-masyarakat

6. Perbedaan antara teori yang dikemukakan oleh Piaget, Bruner, dan Ausubel adalah ....

	PIAGET	BRUNER	AUSUBEL
A.	Proses belajar terjadi menurut pola tahap-tahap perkembangan tertentu sesuai umur pebelajar	Proses belajar terjadi lebih ditentukan oleh cara kita mengatur materi pelajaran, dan bukan ditentukan oleh umur pebelajar	Proses belajar terjadi bila pebelajar mampu mengasimilasikan pengetahuan yang dia miliki dengan pengatahuan yang baru
B.	Proses belajar terjadi menurut pola tahap-tahap perkembangan tertentu sesuai umur pebelajar	Proses belajar terjadi bila pebelajar mampu mengasimilasikan pengetahuan yang dia miliki dengan pengatahuan yang baru	Proses belajar terjadi lebih ditentukan oleh cara kita mengatur materi pelajaran, dan bukan ditentukan oleh umur pebelajar
C.	Proses belajar terjadi menurut pola tahap-tahap perkembangan tertentu sesuai umur pebelajar	Proses belajar terjadi bila pebelajar mampu mengasimilasikan pengetahuan yang dia miliki dengan pengatahuan yang baru	Proses belajar terjadi bila pebelajar mampu mengakomodasikan pengetahuan yang dia miliki dengan pengatahuan yang baru
D.	Proses belajar terjadi menurut pola tahap-tahap perkembangan tertentu sesuai umur pebelajar	Proses belajar terjadi bila pebelajar mampu mengakomodasikan pengetahuan yang dia miliki dengan pengatahuan yang baru	Proses belajar terjadi bila pebelajar mampu mengasimilasikan pengetahuan yang dia miliki dengan pengatahuan yang baru

7. Pada tingkat SMP, peserta didik sudah memasuki tahap perkembangan intelektual operasi formal. Hal ini menurut teori belajar ....
   A. Teori kognitif, Piaget
   B. Teori belajar bermakna, Ausuble
   C. Belajar Penemuan, Bruner
   D. Teori Kognitif, Bruner

8. Di dalam suatu pembelajaran IPA, terdapat suatu pertanyaan yang harus dijawab oleh peserta didik. Pertanyaan itu yaitu: Apakah yang dilakukan oleh suatu prisma terhadap cahaya yang melewatinya? Untuk menjawab pertanyaan itu, maka peserta didik diminta oleh gurunya untuk menyiapkan beberapa peralatan seperti prisma, kertas, dan sumber cahaya. Peserta didik tersebut kemudian mengamati cahaya yang dilalukan pada prisma tersebut. Setelah itu, siswa menuliskan kesimpulan dan jawaban dari pertanyaan yang diberikan, dari hasil pengamatannya. Menurut Anda, guru ini telah menerapkan teori belajar ....
   A. Piaget
   B. Ausuble
   C. Bruner
   D. Skinner

9. Pada suatu pembelajaran IPA, seorang guru sebelum menguraikan materi Jaringan Tumbuhan secara rinci, terlebih dahulu ia menguraikan materi tersebut secara keseluruhan melalui suatu bagan/gambar. Peserta didik diharapkan mampu memahami kedudukan sel tumbuhan dari jaringan tumbuhan. Berdasarkan kegiatan pembelajaran ini, guru telah menerapkan teori ....
   A. Piaget
   B. Ausuble
   C. Bruner
   D. Gagne

10. Salah satu teori belajar yang dirujuk saat ini adalah teori konstruktivisme. Prinsip pembelajaran konstrukivisme, siswa ….
    A. membangun pemahaman oleh diri sendiri dari pengalaman-pengalaman baru berdasarkan pada pengalaman sebelumnya
    B. bekerjasama dengan orang lain untuk mengembangkan kemampuan berkomunikasi dan kerja sama
    C. belajar bertanggungjawab melalui kegiatan eksplorasi dan sosialisasi
    D. bekerjasama dengan orang lain untuk menciptakan pembelajaran adalah lebih baik dibandingkan dengan belajar sendiri.

PENUTUP

Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA Kelompok Kompetensi B untuk kompetensi pedagogi dengan topik Teori Belajar dan Implementasinya dalam Pembelajaran IPA, disiapkan untuk guru pada kegiatan pembelajaran baik secara mandiri mau pun tatap muka di lembaga pelatihan atau di MGMP. Materi di dalam modul ini disusun sesuai dengan kompetensi yang harus dicapai guru pada Kelompok Kompetensi B. Guru dapat belajar dan melakukan kegiatan pembelajaran dengan menggunakan modul ini sesuai dengan rambu-rambu / instruksi yang tertera pada modul, baik berupa diskusi materi, praktik dan latihan. Modul ini juga mengarahkan dan membimbing guru pembelajar dan para widyaiswara / fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan pembelajaran.

Untuk pencapaian kompetensi pada Kelompok Kompetensi B ini, guru diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan berlatih soal-soal evaluasi yang tersedia pada modul.

Isi modul ini masih dalam penyempurnaan, oleh karena itu masukan-masukan atau perbaikan terhadap isi modul sangat kami harapkan.

DAFTAR PUSTAKA

Ausubel, David P., Novak, Joseph D., Hanesian, Helen. 1978. *Educational Psycology, A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart adn Winston.

Dahar, Ratna Wilis. 2006. *Teori-teori Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Indrawati. 2007. *Teori Belajar dan Implementasinya dalam Pembelajaran IP*A. Bandung: PPPPTK IPA.

Indrawati. 2004. *Teori Belajar dan Implementasinya dalam Pembelajaran Kimia* (makalah). Bandung: Pusat Pengembangan Penataran Guru Ilmu Pengetahuan Alam.

Novak, Joseph, D. 1974. *Meaningful Reception Learning as a Basic for Rational Thinking (article) and Instruction Sciences Education Information Report*, Ithaca: Cornell University Press.

-----. 2008. *Strategi Pembelajaran MIPA*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.

Landasan Hukum

Kemdiknas. 2007. ***Permendikas No. 16 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru***. Jakarta: Kementerian Pendidikan Nasional.

Kemdikbud. 2014. ***Permendikbud No. 68 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Pertama / Madrasah Tsanawiyah***. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Kemdikbud. 2014. ***Permendikbud No. 103 Tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Dikdasmen***.Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

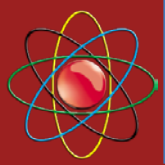
Permendikbud Nomor 65 tahun 2013 tentang Standar Proses.

Permendikbud Nomor 68 Tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum SMP/MTs.

GLOSARIUM

Advance organizer	:	tahap penyajian awal pada proses pembelajaran yang membantu guru agar metode ceramah yang digunakannya lebih bermakna.
Adaptasi	:	apabila terjadi kesetimbangan dalan strutur kognitif.
Akomodasi	:	terjadi apabila pengetahuan baru bertolak belakang dengan pengetahuan yang telah ada.
Asimilasi	:	terjadi apabila pengetahuan yang baru diperoleh langsung diserap karena sejalan dengan pengetahuan yang sudah ada.
Behavioristik	:	adalah teori belajar yang berdasarkan pada perubahan tingkah laku.
Belajar	:	dalam arti umum adalah upaya untuk memperoleh suatu ilmu.
Ekuilibrium	:	adalah penyeimbangan antara asimilasi dan akomodasi.
Fase	:	tahap kegiatan.
Kognitif	:	sesuatu yang diperoleh melalui proses berpikir.
Model Pembelajaran	:	pola pembelajaran yang mendeskripsikan kegiatan guru-siswa di dalam mewujudkan kondisi belajar atau sistem lingkungan yang menyebabkan terjadinya belajar pada siswa.
Pendekatan	:	cara pandang yang digunakan guru terhadap permasalahan yang dihadapi dalam pembelajaran.
Punisher	:	adalah konsekuensi yang tidak menyenangkan (hukuman).

Reinforser	:	adalah konsekuensi yang menyenangkan (penguatan).
Respon	:	apa yang dihasilkan siswa sebagai akibat stimulus yang diberikan oleh guru.
Stimulus	:	rangsangan yang diberikan guru dalam pembelajaran untuk mencapai tujuan.
Strategi pembelajaran	:	yaitu suatu rencana pembelajaran yang memperlihatkan urutan kegiatan/fase pembelajaran.
Teori belajar	:	kerangka kerja konseptual yang menggambarkan bagaimana informasi diserap, diproses, dan ditahan selama belajar.
Teori belajar behaviorisme	:	berfokus pada aspek objektif diamati dalam pembelajaran. Teori kognitif melihat perilaku untuk menjelaskan pembelajaran berbasis otak.
Teori konstruktivisme	:	belajar sebagai sebuah proses di mana pelajar aktif membangun atau membangun ide-ide baru atau konsep.



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 B

ENERGI DALAM EKOSISTEM DAN KLASIFIKASI MATERI

Penulis:
Rini Nuraeni, M.Si.

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 B

ENERGI DALAM EKOSISTEM DAN KLASIFIKASI MATERI

Penulis:
Rini Nuraeni, M.Si.
Asep Agus Sulaeman, S.Si., M.Pd.
Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd.
Noeraida, S.Si., M.Pd.

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 B

ENERGI DALAM EKOSISTEM DAN KLASIFIKASI MATERI

Penanggung Jawab
Dr. Sediono Abdullah

Penulis

Rini Nuraeni, M.Si.	*022-4231191*	Rini.wibio@gmail.com
Asep Agus Sulaeman, S.Si., M.T.	*022-4231191*	agus_p3g@yahoo.com
Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd.	*022-4231191*	devipopi@yahoo.co.id
Noeraida, S.Si., M.Pd.	*022-4231191*	noeraida67@yahoo.co.id

Penyunting
Dian Indriany, M.Si.

Penelaah
Dr. Adi Rahmat, M.Si.
Drs. Iyon Suyana, M.Pd.
Dr. Wahyu Sopandi, M.Si.

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

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.

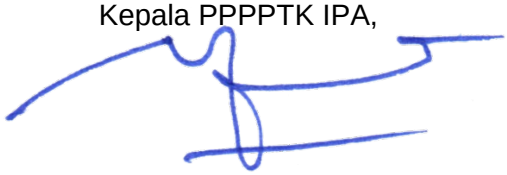
Modul Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogi dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri 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	2
	C. Peta Kompetensi	2
	D. Ruang Lingkup	3
	E. Cara Penggunaan Modul	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN		
	I. ENERGI DALAM SISTEM KEHIDUPAN	5
	A. Tujuan	5
	B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	5
	C. Uraian Materi	6
	D. Aktivitas Pembelajaran	25
	E. Latihan/Kasus/Tugas	30
	F. Rangkuman	31
	G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	32
	II. FOTOSINTESIS	33
	A. Tujuan	33
	B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	33
	C. Uraian Materi	34
	D. Aktivitas Pembelajaran	44
	E. Latihan/Kasus/Tugas	47
	F. Rangkuman	48
	G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	48

III.	INTERAKSI ANTAR MAKHLUK HIDUP	49
	A. Tujuan	49
	B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	49
	C. Uraian Materi	50
	D. Aktivitas Pembelajaran	58
	E. Latihan/Kasus/Tugas	60
	F. Rangkuman	60
	G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	62
IV.	ASAM, BASA, DAN GARAM	63
	A. Tujuan	63
	B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	64
	C. Uraian Materi	64
	D. Aktivitas Pembelajaran	79
	E. Latihan/Kasus/Tugas	83
	F. Rangkuman	87
	G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	88
V.	DAMPAK PENCEMARAN TERHADAP LINGKUNGAN	89
	H. Tujuan	89
	I. Indikator Ketercapaian Kompetensi	89
	J. Uraian Materi	90
	K. Aktivitas Pembelajaran	113
	L. Latihan/Kasus/Tugas	114
	M. Rangkuman	115
	N. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	117

KUNCI JAWABAN LATIHAN/ KASUS/ TUGAS	119
EVALUASI	121
PENUTUP	129
DAFTAR PUSTAKA	131
GLOSARIUM	135

DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1	Kompetensi Guru Mapel Dan Indikator Pencapaian Kompetensi	2
Tabel 3.1	Pengamatan Saling Ketergantungan Antara Hewan dan Tumbuhan	59
Tabel 3.2	Perubahan Warna Larutan Metilen Biru	59
Tabel 4.1	Sifat larutan berdasarkan perubahan warna kertas lakmus	65
Tabel 4.2	Beberapa contoh asam nonoksi	66
Tabel 4.3	Beberapa contoh asam oksi	67
Tabel 4.4	Beberapa contoh asam organik	67
Tabel 4.5	Beberapa asam yang ada di sekitar kita	68
Tabel 4.6	Beberapa contoh senyawa basa	70
Tabel 4.7	Beberapa basa yang ada di sekitar kita	71
Tabel 4.8	Tata nama garam	73
Tabel 4.9	Rumus, nama dan sifat garam	73
Tabel 4.10	Garam yang mudah larut dan sukar larut	73
Tabel 4.11	Kegunaan beberapa garam dalam kehidupan sehari-hari	75
Tabel 4.12	Contoh indikator alam dan perubahan warnanya	76
Tabel 4.13	pH beberapa bahan dalam kehidupan sehari-hari	78
Tabel 5.1	Komposisi udara kering di permukaan laut	100
Tabel 5.2	Pengaruh konsentrasi HbCO dalam darah terhadap kesehatan manusia	103
Tabel 5.3	Berbagai komponen partikel dan bentuk umum yang terdapat di udara	110
Tabel 5.4	Komponen partikel, sumber dan pengaruhnya	110

DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1	Alur Penggunaan Modul	3
Gambar 1.1	Seseorang yang mengayuh sepeda terus-menerus lama-kelamaan akan merasa lelah karena kehabisan energi	6
Gambar 1.2	(a) Seorang anak mendorong meja, (b) Gaya *F* menyebabkan benda bergerak sejauh *s* pada arah gaya *F* tersebut.	7
Gambar 1.3	(a) Arah gaya yang dikerjakan seorang anak pada roda tidak searah dengan perpindahan roda. (b) Benda dikenai gaya sebesar *F* yang arahnya θ terhadap arah mendatar.	8
Gambar 1.4	Energi yang berasal dari karet ketapel diubah menjadi energi gerak pada batu atau mainan ketapel	9
Gambar 1.5	Buah mangga ini memiliki energi potensial gravitasi	10
Gambar 1.6	Energi potensial elastis dimiliki oleh tali busur	11
Gambar 1.7	Ketika pegas diregangkan, pegas tersebut menyimpan energi potensial	11
Gambar 1.8	Ketika mangga mulai bergerak jatuh, mangga memiliki energi kinetik	12
Gambar 1.9	Reaksi fusi nuklir	17
Gambar 1.10	Kilat merupakan energi listrik	19
Gambar 1.11	Muatan uji *q* digerakkan menjauhi muatan sumber *Q* menentang gaya Coulomb *F*	20
Gambar 1.12	Rangkaian terdiri dari resistor dengan hambatan *R* dan baterai dengan beda potensial *ΔV*. Titik *a* dan *d* dibumikan	21
Gambar 1.13	Cahaya membawa energi	22

Gambar 1.14	Perubahan energi potensial dan energi kinetik pada sistem dari h = 70 m ke h = 0 m	23
Gambar 1.15	Perubahan energi potensial dan energi kinetik dari *h* = 0 m ke posisi setengah ketinggian semula (*h* = 35m)	24
Gambar 2.1	Skema proses pertukaran gas pada fotosintesis	36
Gambar 2.2	Penampang melintang daun	37
Gambar 2.3	Kloroplas	37
Gambar 2.4	Panjang gelombang cahaya yang digunakan fotosintesis	38
Gambar 2.5	Spektrum cahaya yang digunakan pada fotosintesis	39
Gambar 2.6	Reaksi terang pada fotosistem	40
Gambar 2.7	Grafik Hubungan intensitas cahaya dan kadar CO_2 dengan laju fotosintesis	42
Gambar 2.8	Grafik Hubungan konsentrasi CO_2 dengan laju fotosintesis	43
Gambar 3.1	Rantai makanan (Estella Lavelin at.al. 1998. Botani Visual Resource Library. Mc.Graw Hill Co.)	54
Gambar 3.2	Jaring-jaring makanan (Estella Lavelin at.al. 1998. Botani Visual Resource Library. Mc.Graw Hill Co.)	55
Gambar 3.3	Jaring-jaring Makanan di Ekosistem Air Tawar (Sumber: Soemarwoto 1, 1980)	57
Gambar 3.4	Jaring-jaring Makanan di ekosistem darat	57
Gambar 4.1	Buah jeruk mengandung asam sitrat	64
Gambar 4.2	Tomat	68
Gambar 4.3	Reaksi batu karang dengan asam	69
Gambar 4.4	Asap pabrik dan akibat hujan asam	69
Gambar 4.5	Bahan sehari-hari yang mengandung basa	71
Gambar 4.6	Produk dari natrium hidroksida	72
Gambar 4.7	Lakmus merah dan lakmus biru	76
Gambar 4.8	Indikator universal dan pH meter	77
Gambar 4.9	Warna-warna pada skala pH indikator	78

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Guru mempunyai kewajiban untuk selalu memperbaharui dan meningkatkan kompetensinya melalui kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai esensi pembelajar seumur hidup. Dalam rangka mendukung pengembangan pengetahuan dan keterampilannya, dikembangkan modul guru pembelajar sebagai bahan pembelajaran. Adanya modul ini memberikan kesempatan kepada guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul ini yang berjudul “Energi dalam Ekosistem dan Klasifikasi Materi” merupakan modul untuk kompetensi profesional guru pada kelompok kompetensi B. 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 B ini, pada bagian pendahuluan diinformasikan tujuan secara umum yang harus dicapai oleh guru pembelajar setelah mengikuti kegiatan guru pembelajar. Peta kompetensi yang harus dikuasai guru pada kelompok kompetensi B, 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 Energi dalam Kehidupan, Fotosintesis, Interaksi antara Makhluk Hidup dan Lingkungan, Larutan Asam, Basa, dan Garam, serta Dampak Pencemaran bagi Lingkungan.

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
Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori IPA serta penerapannya secara fleksibel.	• Menjelaskan konsep energi • Menjelaskan berbagai sumber energi • Menjelaskan berbagai transformasi energi • Membedakan proses perubahan energi pada respirasi dan fotosintesis
	• Mendeskripsikan interaksi antar makhluk hidup • Menjelaskan dampak pencemaran bagi makhluk hidup
	• Menjelaskan sifat asam, basa, dan garam • Menyebutkan sifat bahan kimia berdasarkan sifat asam dan sifat basa • Menentukan sifat asam, netral, dan basa dari bahan-bahan kimia sehari-hari dengan menggunakan indikator alam dan buatan • Mengelompokkan bahan kimia berdasarkan sifat asam dan sifat basa
	• Mendeskripsikan pencemaran air, pencemaran udara, dan pencemaran tanah • Menjelaskan dampak pencemaran bagi makhluk hidup

D. RUANG LINGKUP

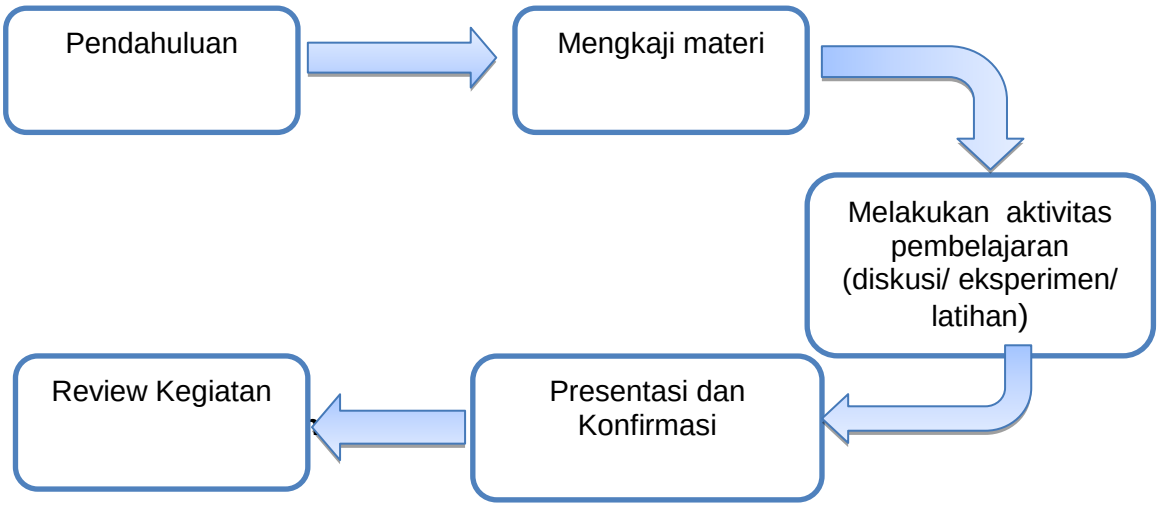
Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi B, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang 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. Energi dalam Sistem Kehidupan
2. Fotosintesis
3. Interaksi Makhluk Hidup dan Lingkungannya
4. Asam, basa, dan garam:
5. Dampak Pencemaran bagi Kehidupan

E. SARAN 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

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta 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 guru pembelajar untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Guru pembelajar 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
ENERGI DALAM SISTEM KEHIDUPAN

Dunia di sekitar kita penuh dengan energi. Ketika kita melihat cahaya kilat, terdengar juga suara gemuruh setelahnya. Pada saat itu kita sedang mengamati adanya energi cahaya dan energi bunyi. Ketika mengayuh pedal sebuah sepeda, sepeda menjadi bergerak karena kita mempunyai energi untuk menggerakkannya. Bahkan ketika kita duduk pun kita memiliki energi yang siap dilepaskan. Kita sering menggunakan bentuk-bentuk energi lainnya, misalnya energi listrik untuk menyalakan lampu yang akan menerangi Bumi. Tanpa energi seluruh makhluk hidup tidak dapat bertahan hidup.

Apakah energi itu? Perhatikan seseorang yang sedang mendorong meja. Lama-kelamaan orang itu merasa lelah dan akhirnya orang tersebut tidak mampu lagi mendorong meja tersebut. Hal ini disebabkan pada saat orang tersebut mendorong meja, orang tersebut mengeluarkan energi. Masih banyak lagi contoh aspek-aspek yang berkaitan dengan energi dalam kehidupan. Melalui kegiatan pembelajaran ini, Anda akan mendiskusikan topik energi dalam kehidupan.

A. Tujuan

Setelah mengikuti pembelajaran, diharapkan peserta dapat:

1. menjelaskan konsep energi
2. menjelaskan berbagai sumber energi
3. menjelaskan berbagai transformasi energi

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

1. Menjelaskan konsep energi
2. Menjelaskan berbagai sumber energi
3. Menjelaskan berbagai transformasi energi

C. Uraian Materi

1. Energi dan Usaha

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha. Energi dibutuhkan di antaranya untuk menggerakkan mobil, untuk memanaskan dan mendinginkan ruangan, dan menjalankan komputer. Energi matahari diperlukan antara lain untuk pertumbuhan tanaman dan proses siklus air. Energi yang terdapat dalam makanan menyediakan energi bagi manusia, baik berjalan, olahraga, bernyanyi, bekerja, belajar, berpikir, saat melamun, bahkan saat tidur pun memerlukan energi.

Gambar 1.1 Seseorang yang mengayuh sepeda terus-menerus lama-kelamaan akan merasa lelah karena kehabisan energI

Manusia, hewan, tumbuhan, dan mesin pada saat melakukan aktivitasnya selalu memerlukan energi. Energi yang digunakan manusia, hewan, dan tumbuhan berasal dari berbagai makanan dan minuman yang dikonsumsinya. Energi yang digunakan mesin mobil berasal dari bahan bakar berupa bensin, solar, atau dapat juga berupa bahan bakar bentuk lainnya. Kemudian energi yang dimiliki mesin digunakan untuk melakukan usaha, misalkan mesin mobil digunakan untuk menggerakkan mesin–mesin mobil sehingga mobil dapat bergerak.

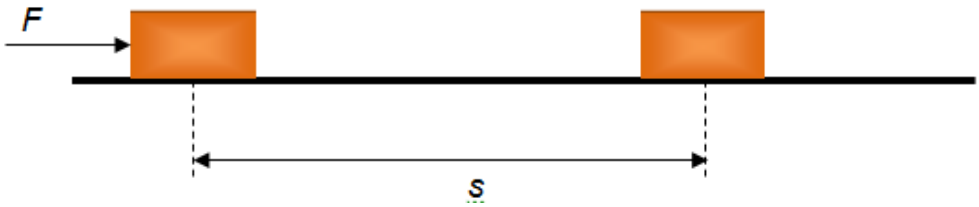
Berdasarkan contoh tersebut terlihat bahwa energi dan kerja merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Artinya, jika pada suatu benda diberikan energi, pada benda tersebut timbul kerja atau usaha.

Kerja atau usaha diartikan sebagai hasil perkalian antara gaya yang bekerja pada suatu benda dengan jarak perpindahan benda tersebut.

Usaha dikatakan bekerja pada benda apabila sebuah gaya menyebabkan benda tersebut bergerak searah dengan arah gaya tersebut. Lihat Gambar 1.2, seseorang memberikan gaya pada meja (mendorong) sehingga meja bergerak searah dengan arah gaya yang dilakukan oleh orang terhadap meja tersebut.

Sumber: Pustekkom depdiknas

(a)



Gambar 1.2 (a) Seorang anak mendorong meja, **(b)** Gaya *F* menyebabkan benda bergerak sejauh *s* pada arah gaya *F* tersebut.

Jika kita perhatikan Gambar 1.2(b), arah gaya yang bekerja pada benda searah dengan arah perpindahannya. Karena pengaruh gaya sebesar *F*, benda berpindah sejauh *s*. Besarnya kerja atau usaha yang bekerja pada benda dapat ditentukan dengan persamaan:

$W = F.\ s$ (1)

dimana:

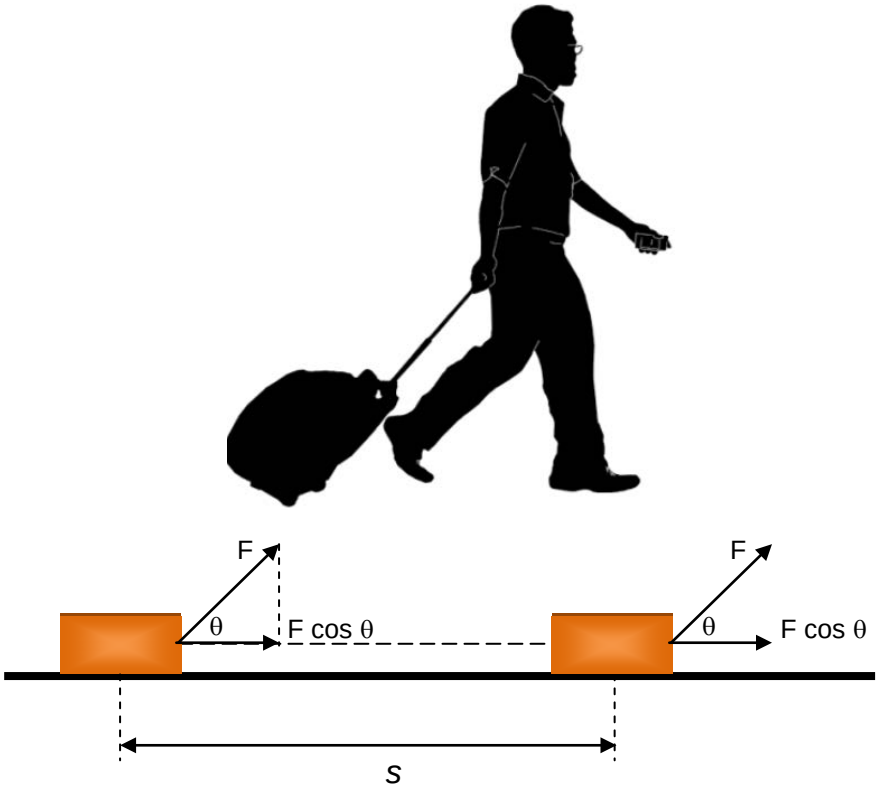
W = kerja atau usaha (joule)

F = gaya (newton)

s = jarak perpindahan (meter)

Jika arah gaya yang bekerja pada benda membentuk sudut terhadap arah perpindahannya, maka untuk menentukan besar kerja atau usahanya tidak dapat langsung menggunakan persamaan di atas. Besarnya gaya yang menyebabkan benda

berpindah sejauh *s* adalah komponen *F* pada arah mendatar (arah perpindahan *s*), yaitu *F* cos ɵ. Perhatikan Gambar 1.3.



Gambar 1.3 (a) Arah gaya yang dikerjakan seorang anak pada roda tidak searah dengan perpindahan roda. (b) Benda dikenai gaya sebesar *F* yang arahnya θ terhadap arah mendatar.

Besar gaya yang menyebabkan benda tersebut berpindah adalah komponen gaya *F*, yaitu *F* cos θ. Selanjutnya, untuk menentukan kerja atau usaha pada benda dapat kita gunakan persamaan :

$$W = F \cos \theta \, . \, s \qquad (2)$$

Dimana:

W = kerja atau usaha (joule)

F cos θ = gaya efektif (newton)

s = jarak perpindahan (meter)

Satuan internasional untuk energi adalah **joule**. Satuan joule merupakan satuan yang diturunkan dari satuan gaya dan satuan jarak dalam sistem MKS, yaitu newton dan meter. Dalam fisika ada beberapa satuan lainnya yang dapat dikonversikan ke dalam satuan joule. Satuan-satuan tersebut antara lain: erg, kalori (kal), elektronvolt (eV), dan kWh.

1 joule = 10^7 erg

1 kkal = 4,2 x 10^3 joule

1 MeV = 1,6 x 10^{-13} joule

1 joule = 2,78 x 10^{-7} kWh

2. Bentuk-Bentuk Energi

Sebuah usaha bekerja ketika terjadi perubahan pada geraknya, akan tetapi energi dapat hadir di dalam sebuah benda tanpa terjadi sesuatu sama sekali. Energi hanya dapat diamati ketika energi dipindahkan dari satu benda ke benda lainnya atau dari satu sistem ke sistem lainnya. Misalnya energi yang terdapat pada sebuah ketapel.

Gambar 1.4 Energi yang berasal dari karet ketapel diubah menjadi energi gerak pada batu atau mainan ketapel

Energi yang dimiliki oleh suatu benda bisa bermacam-macam bentuk, di antaranya energi kinetik, energi potensial, energi mekanik, energi panas, energi listrik, energi kimia, dan energi nuklir.

a. Energi Potensial

Energi potensial merupakan energi yang dimiliki oleh benda karena kedudukannya atau kondisinya.

Misalnya energi yang tersimpan pada karet gelang. Untuk meregangkan sebuah karet gelang maka diperlukan kerja/usaha. Ketika kita melepaskan karet gelang tersebut setelah didiregangkan, maka karet akan terbang menjauh dari tangan kita. Energi untuk meregangkan karet telah disimpan. Energi ini akan digunakan pada suatu saat nanti. Di manakah energi ketika karet telah diregangkan dan belum dilepaskan? Karet gelang menyimpan energi ini dalam bentuk energi potensial. Karet gelang memiliki energi potensial karena kedua ujung karet gelang berjauhan satu sama lain. Energi tersimpan di dalam benda-benda yang elastis seperti karet dan pegas.

Energi potensial terkadang disebut juga energi posisi, karena energi ini dihasilkan dari posisi relatif sebuah benda dalam sebuah sistem. Energi potensial memiliki beberapa bentuk di antaranya: energi potensial gravitasi, energi potensial pegas, energi potensial listrik, dan lain-lain.

1) Energi potensial gravitasi

Perhatikan gambar buah mangga berikut.

Gambar 1.5 Buah mangga ini memiliki energi potensial gravitasi

Buah mangga pada Gambar 1.5 tetap menggantung jika batangnya tidak patah. Mangga ini berpotensi memiliki energi karena posisinya dari atas tanah. Energi yang tersimpan ini dinamakan energi potensial gravitasi. Sistem yang terdiri dari dua atau lebih benda yang terpisah oleh jarak tertentu akan memiliki energi potensial diakibatkan oleh adanya interaksi gravitasi antara benda-benda tersebut.

Jika kita mengangggap sistem terdiri dari buah mangga dan Bumi, maka gaya tarik gravitasi antara buah mangga dan Bumi merupakan interaksi gaya antara anggota sistem. Jika benda bergerak menjauhi Bumi, maka energi yang tersimpan dalam sistem merupakan hasil interaksi gravitasi antara benda dan Bumi. Energi yang tersimpan dalam sistem ini disebut **energi potensial gravitasi** yang disimbolkan dengan E_p. Energi potensial gravitasi dinyatakan sebagai berikut.

$$Ep = m\,g\,h \qquad (3)$$

Dimana:

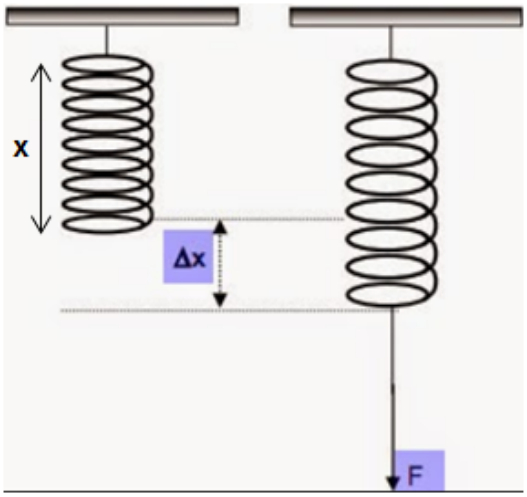
m	= massa benda	(kg)
g	= percepatan gravitasi	(m/s^2)
h	= ketinggian benda	(m)

2) Energi potensial elastis

Perhatikan tali busur yang ditarik seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6, pemanah melakukan usaha pada tali busur, sehingga tali busur menyimpan energi. Sistem terdiri dari tali busur, anak panah, dan bumi. Pada sistem tersebut energinya bertambah. Ketika tali busur dan anak panah dilepaskan, energi berubah menjadi energi kinetik. Energi yang tersimpan dalam tali busur yang meregang disebut **energi potensial elastis**. Energi potensial elastis ini dimiliki oleh benda-benda elastis, seperti karet, bola karet, pegas, dan lain-lain.

Gambar 1.6 Energi potensial elastis dimiliki oleh tali busur

Pegas yang ditarik seperti terlihat pada Gambar 1.6 memiliki energi potensial elastis atau biasa disebut juga energi potensial pegas. Jika tarikan pada pegas ini tidak melewati daerah elastisitasnya, maka pegas tersebut dapat kembali ke keadaan semula.



Gambar 1.7 Ketika pegas diregangkan, pegas tersebut menyimpan energi potensial

Misalkan panjang pegas sebelum mendapatkan gaya luar adalah x cm. Jika pada pegas dikerjakan gaya yang meregangkan pegas sehingga panjangnya menjadi x+Δx cm dan jika dengan cara menekan panjangnya menjadi x-Δx cm. Berarti, ada perbedaan panjang pegas yang dikenai gaya jika dibandingkan dengan panjang pegas sebelum dikenai gaya atau pegas dalam keadaan normal.

Jika kita meletakkan sebuah benda yang ukurannya kecil pada pegas yang kita tekan, kemudian kita lepaskan tekanannya ternyata benda terdorong oleh pegas tersebut. Mengapa hal tersebut terjadi?

Benda terdorong oleh pegas karena pegas yang tertekan memiliki energi potensial pegas. Besarnya energi potensial pegas dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$Ek = \tfrac{1}{2}\, k\, \Delta x^2 \qquad (4)$$

dimana:

E = energi potensial pegas (joule)
k = konstanta pegas (N/m)
Δx = perubahan panjang pegas (m)

b. Energi Kinetik

Ketika sebuah mangga jatuh dari batangnya, mangga ini memiliki kemampuan untuk usaha/kerja. Karena mangga ini bergerak, maka mangga ini melakukan kerja ketika menyentuh tanah.
Energi yang dimiliki oleh suatu benda ketika bergerak dinamakan energi kinetik.

Gambar 1.8 Ketika mangga mulai bergerak jatuh, mangga memiliki energi kinetik

Besar kecilnya energi kinetik suatu benda bergantung kepada massa dan kelajuan benda tersebut. Secara matematis energi kinetik dirumuskan sebagai

$$Ek = ½\ m\ v^2 \qquad (5)$$

dimana

E_k = energi kinetik (joule)
m = massa benda (kg)
v = kecepatan benda (m/s)

Dari persamaan (5) terlihat bahwa energi kinetik suatu benda berbanding lurus dengan massa benda tersebut. Sehingga sebuah batu dengan massa 2 kg memiliki energi kinetik yang lebih besar dibandingkan dengan sebuah bola tenis dengan massa 148 gram yang dilemparkan dengan kecepatan sama. Energi kinetik suatu benda juga berbanding lurus dengan kuadrat kecepatannya. Mobil yang bergerak dengan kecepatan 20 m/s mempunyai energi kinetik empat kali lipat dibandingkan ketika mobil tersebut bergerak dengan kecepatan 10 m/s.

c. Bentuk Lain Energi

Sebuah mangga memiliki energi potensial ketika tergantung pada batang pohonnya di atas permukaan tanah; dan memiliki energi kinetik dan energi potensial ketika mangga tersebut bergerak jatuh. Jumlah dari energi kinetik dan energi potensial di dalam sebuah sistem dinamakan **energi mekanik**.

Buah mangga dapat juga memberikan energi ketika mangga itu dimakan. Hampir di dalam semua sistem terdapat bentuk energi yang tersembunyi. Energi tersebut berhubungan dengan gerak dan pengaturan atom yang menyusun benda tersebut di dalam sistem.

Energi yang terdapat pada tataran atom dan tidak berakibat pada gerak pada skala besar seringkali dinamakan **energi nonmekanik**. Berbagai bentuk energi di dalam sistem seringkali merupakan bentuk khusus dari energi kinetik ataupun energi potensial.

1) Atom dan molekul memiliki energi kinetik

Dua abad yang lalu, para ilmuwan sudah memahami tentang keberadaan energi potensial dan energi kinetik. Akan tetapi tentang hakikat kalor, waktu itu masih menjadi misteri. Sangatlah mudah merasakan dan mengukur akibat dari adanya kalor, akan tetapi apakah penyebab fisis terjadinya benda panas dan dingin sebenarnya?

Sekarang kita telah mengetahui bahwa suatu benda atau zat tersusun atas partikel terkecil yang dinamakan atom, yang seringkali berikatan membentuk molekul. Karakteristik suatu bahan bergantung pada jenis unsur dan bagaimana unsur-unsur tersebut berikatan. Hal ini dapat kita lihat pada benda-benda misalnya es, air, dan uap air. Pada dasarnya air, es, dan uap air terbentuk dari molekul yang terdiri dari 3 atom yaitu 2 atom hidrogen dan 1 atom oksigen, atau H_2O). Namun, ketiga zat tersebut memiliki karakteristik yang berbeda karena struktur ikatannya berbeda-beda.

Kita telah mengetahui bahwa atom dan molekul bergerak konstan. Sehingga partikel-partikel kecil ini juga memiliki energi kinetik. Misalnya pada raket tenis yang digunakan untuk memukul bola tenis. Energi kinetik dipindahkan oleh partikel-partikel di dalamnya melalui tumbukan. Rata-rata energi kinetik partikel-partikel di dalam sebuah benda bertambah ketika benda-benda tersebut menjadi lebih panas, dan berkurang ketika suhunya menurun.

Pada kedua bagian besi, masing-masing mengalami getaran (vibrasi). Pada bagian besi yang lebih panas, atom-atom bergetar lebih cepat. Sementara itu pada bagian besi yang lebih dingin, atom-atomnya bergetar lebih lambat. Sehingga atom-atom yang lebih panas memiliki energi kinetik yang lebih besar. Teori ini dinamakan teori kinetik-molekul. Oleh karena itu, menurut teori kinetik-molekul, benda panas memiliki energi yang lebih besar dibandingkan dengan benda yang dingin.

Jika dua buah benda yang memiliki perbedaan suhu disentuhkan, maka sejumlah energi akan mengalir dari benda panas (bersuhu tinggi) ke benda yang dingin (suhunya lebih rendah). Sebagai contoh sepanci air yang dimasak dengan menggunakan kompor listrik. Ketika elemen kompor listrik suhunya meningkat, rata-rata energi kinetik molekul-molekulnya meningkat sebanding dengan kenaikan suhunya. Pada saat sepanci air dingin diletakkan di atas elemen kompor listrik tersebut, maka terjadi kontak antara molekul-molekul elemen kompor yang berenergi kinetik tinggi dengan molekul-molekul panci dan air yang berenergi kinetik rendah.

Suhu panci dan air meningkat sebanding dengan jumlah energi yang disalurkan ketika dari elemen kompor ke panci dan air tersebut. Sesuai dengan hal itu, ketika sepanci air di letakkan di atas es, molekul-molekul panci dan air yang berenergi kinetik tingggi akan menyalurkan sebagian energinya kepada molekul-molekul es yang berenergi kinetik rendah. Dari dua kasus ini, energi pindah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Energi yang berpindah dari benda

satu ke benda lainnya karena perbedaan suhu disebut **kalor** (*heat*) atau energi panas. Satuan kalor sama dengan satuan energi, yaitu joule (J) atau kalori (kal). Satuan lebih besar yang sering digunakan adalah kilojoule (kJ) atau kilokalori (kkal).

2) Reaksi Kimia melibatkan energi potensial

Di dalam sebuah reaksi kimia, ikatan antara atom di dalamnya menjadi terputus. Ketika terbentuk kembali ikatan kimia dalam pola yang baru, maka terbentuk benda yang baru. Pembentukan dan pemutusan ikatan kimia melibatkan perubahan energi. Jumlah energi kimia ini bergantung pada posisi relatif atom yang terkandung di dalamnya.

Karena energi kimia bergantung pada posisi atom tersebut, maka hal ini termasuk energi potensial. Reaksi kimia yang melepaskan energi menyebabkan menurunnya energi potensial di antara zat kimia tersebut. Misalnya pada batang korek api yang dapat melepaskan energi dalam bentuk cahaya dan semburan gas panas (api).

Reaksi yang melepaskan energi dinamakan reaksi eksotermis. Setelah reaksi eksotermis, temperatur di sekeliling menjadi naik, karena energi dilepaskan. Reaksi kimia yang menyerap energi dinamakan reaksi endotermis. Energi diperlukan untuk memutus ikatan kimia pada zat yang bereaksi. Energi ini diambil dari lingkungan sekitarnya.

3) Matahari memperoleh energi dari reaksi nuklir

Matahari, tidak hanya memberikan energi pada tumbuhan dan hewan, akan tetapi matahari memberikan energinya sehingga bumi kita hangat dan terang. Energi ini hanya sebagian kecil energi yang dihasilkan oleh matahari. Dari manakah energi matahari ini berasal?

Energi matahari berasal dari reaksi nuklir, tepatnya karena reaksi fusi nuklir atau disebut juga reaksi termonuklir. Penemuan energi nuklir ini telah melalui beberapa penyelidikan.

Pada tahun 1905, Albert Einstein mempublikasikan Teori Relativitas. Menurut Einstein, massa merupakan bentuk lain dari energi – berkurangnya massa dalam suatu sistem akan diiringi dengan meningkatnya energi. Kesetaraan antara massa dan energi ini dirumuskan sebagai:

$$E = mc^2$$

dimana

E = energi yang dilepaskan (joule)

m = massa yang hilang (kg)

c = kelajuan cahaya (m/s)

Pada tahun 1932 Cockcroft dan Walton, dengan menggunakan akselerator menembak lithium dengan menggunakan proton dan menghasilkan dua buah partikel alpha untuk setiap satu proton.

$$^{1}_{1}H + ^{7}_{3}Li \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{4}_{2}He$$

Ternyata massa dua partikel alpha lebih kecil daripada jumlah massa proton dan massa inti litium. Didapatkan bahwa energi kinetik kedua partikel alpha jauh lebih besar daripada energi kinetik awal proton. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa energi ekstra yang dimiliki oleh partikel alpha tepat sebanding dengan massa yang hilang, hal ini sesuai dengan persamaan energi dari Einstein.

Sejak tahun 1932, ratusan eksperimen nuklir yang sejenis telah dilakukan untuk mengecek hubungan massa-energi dari Einstein, ternyata hasilnya selalu valid. Energi yang dihasilkan dari perubahan massa nuklir disebut energi nuklir.

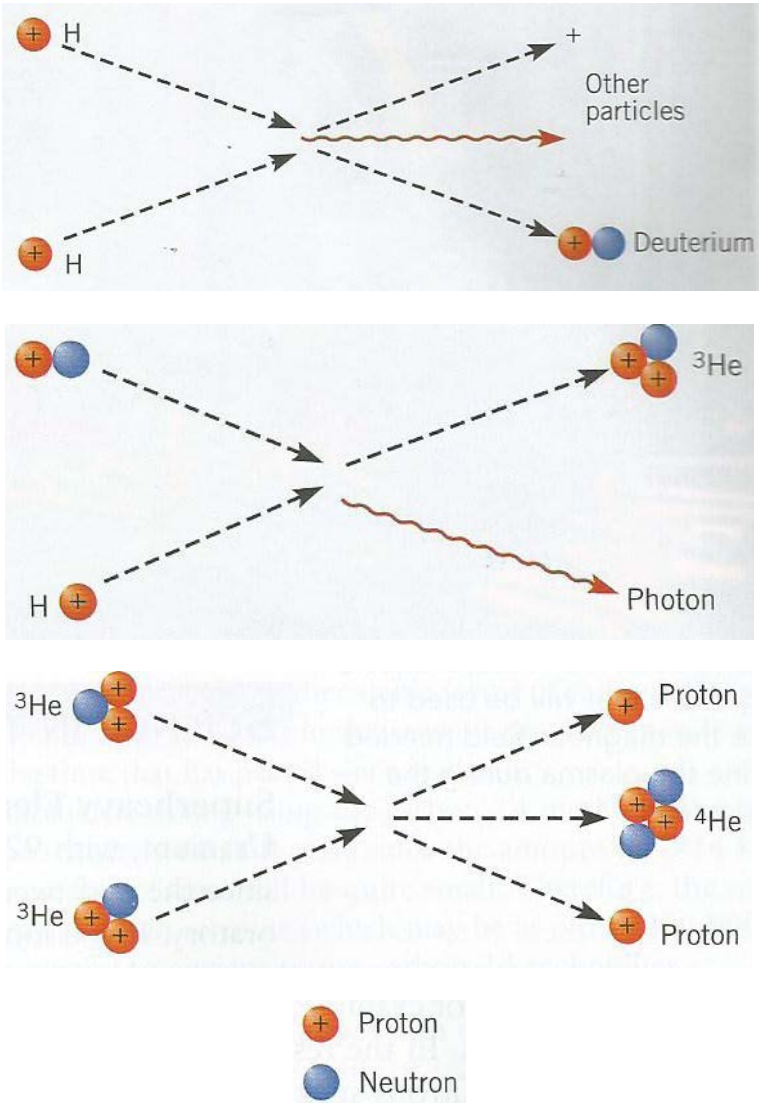
Reaksi fisi dan reaksi fusi adalah dua jenis reaksi nuklir yang menghasilkan energi nuklir yang sangat besar. Perbedaan antara reaksi fisi dan fusi adalah sebagai berikut.

a) Reaksi fusi

Di dalam reaksi fusi nuklir inti atom yang lebih ringan digabungkan membentuk inti atom yang lebih berat.

Misalnya energi yang dihasilkan oleh matahari, sebagai bintang Tata Surya. Sejumlah energi diperlukan untuk memulai sebuah reaksi fusi nuklir. Hal ini karena semua inti atom bermuatan positif. Akibatnya semua inti atom ini tolak-menolak satu sama lain dengan gaya listrik tertentu. Tentu saja, untuk membuat dekat satu sama lain inti atom tersebut diperlukan energi yang besar. Temperatur yang sangat tinggi memungkinkan untuk menggabungkan inti atom tersebut. Oleh karena itu tidak heran temperatur di Matahari mencapai jutaan derajat Celcius.

Reaksi nulir di matahari menggabungkan dua atom hidrogen untuk menghasilkan atom Helium ($^{4}_{2}He$) dan energi yang luar biasa besar dalam bentuk sinar Gamma ($^{0}_{0}\gamma$). Hal ini terjadi secara berantai dan terus-menerus.



Gambar 1.9 Reaksi fusi nuklir

Dalam reaksi fusi terjadi penurunan massa sebelum dan sesudah reaksi, massa yang hilang berubah menjadi energi sesuai dengan teori relativitas Einstein tentang Kekekalan Massa dan Energi.

Bila 1 gram bahan bakar campuran deterium dan tritium direaksikan secara fusi nuklir, akan dihasilkan energi dalam jumlah besar yang setara dengan 8 ton minyak bumi.

b) Reaksi Fisi

Reaksi fisi adalah pembelahan sebuah inti berat menjadi dua inti yang lebih ringan. Pembelahan ini dilakukan dengan cara inti berat ditumbuk oleh sebuah partikel, neutron. Dalam reaksi fisi, massa total produk lebih kecil daripada massa total reaktan. Selisih massa ini akan muncul sebagai energi. Pada umumnya,

pembangkitan energi nuklir yang ada saat ini memanfaatkan reaksi fisi antara neutron dengan isotop uranium-235 (^{235}U) atau menggunakan isotop plutonium-239 (^{239}Pu). Perlu diketahui, tidak setiap tumbukan antara neutron dan unsur radioaktif akan menghasilkan reaksi fisi. Hanya neutron dengan energi berkisar 0,025 eV atau sebanding dengan neutron berkecepatan 2200 m/s saja yang akan memiliki probabilitas sangat besar untuk bereaksi fisi dengan ^{235}U atau dengan ^{239}Pu.

Neutron merupakan produk fisi yang memiliki energi dalam kisaran 2 MeV. Agar neutron tersebut dapat beraksi fisi dengan uranium ataupun plutonium diperlukan suatu media untuk menurunkan energi neutron ke kisaran 0,025 eV, media ini dinamakan moderator. Neutron yang melewati moderator akan mendisipasikan energi yang dimilikinya kepada moderator, setelah neutron berinteraksi dengan atom-atom moderator, energi neutron akan berkisar pada 0,025 eV.

Pada pembelahan satu inti uranium menghasilkan rata-rata 2,5 neutron. Tiap neutron yang dibebaskan dapat diserap oleh inti uranium untuk menghasilkan pembelahan inti lainnya, yang selanjutnya menghasilkan lebih banyak pembelahan inti uranium. Sederetan pembelahan inti dimana beberapa neutron yang dihasilkan oleh tiap pembelahan inti menyebabkan pembelahan inti lainnya disebut reaksi berantai. Jika dalam satu pembelahan inti menghasilkan rata-rata energi 208 MeV, maka bisa dibayangkan betapa dahsyatnya energi yang akan dihasilkan pada suatu reaksi berantai yang tidak terkendali, seperti yang terjadi dalam suatu bom atom.

Suatu reaksi berantai bisa dikendalikan, yaitu dengan cara membatasi jumlah neutron yang membelah inti. Hal ini dilakukan dengan menetapkan suatu kondisi dimana tiap kejadian pembelahan inti menyumbang hanya satu neutron yang akan menyebabkan pembelahan satu inti lainnya. Reaksi berantai yang terkendali seperti ini adalah prinsip dasar dari reaktor atom yang digunakan dalam PLTN.

Walaupun energi yang dihasilkan oleh reaksi fisi pada reaktor atom ini sangat besar, tetapi masih ada kekurangannya. Salah satu yang paling dikhawatirkan dari reaktor atom adalah bahan bakar, unsur hasil reaksi, dan limbahnya bersifat radioaktif. Seperti kita ketahui bahan-bahan radioaktif ini sangat berbahaya bagi manusia, sehingga perlu penanganan khusus terutama limbahnya.

4) Makhluk hidup mendapatkan energi dari matahari

Dari manakah kita memperoleh energi untuk hidup? Energi yang kita peroleh berasal dari energi kimia yang ada pada makanan yang kita makan. Akan tetapi

dari manakah energi ini diperoleh? Ketika kita makan nasi atau daging, maka kita sebenarnya memakan salahsatu bagian dari tumbuhan atau hewan. Apabila kita perhatikan pada bagian paling atas rantai makanan, maka kita kan lihat bahwa tumbuhan dan alga memperoleh langsung energinya dari matahari.

Tumbuhan menggunakan fotosintesis untuk mengubah energi di dalam sinar matahari menjadi energi kimia. Energi ini disimpan dalam gula dan molekul organik lainnya yang menyusun sel dalam jaringan tumbuhan. Ketika makanan diolah oleh organ pencernaan kita, maka molekul dari tumbuhan atau hewan yang kita makan ditransfer ke dalam sel tubuh kita. Ketika tubuh kita memerlukan energi, maka molekul-molekul organik itu dipecah melalui peristiwa **respirasi**. Respirasi ini melepaskan energi yang dibutuhkan tubuh untuk bergerak dan hidup.

5) Energi Listrik

Lampu dan alat-alat listrik lainnya yang ada di rumah dihidupkan oleh bentuk lain energi yaitu listrik. Listrik dihasilkan oleh partikel bermuatan yang mengalir di dalam suatu kawat penghantar atau benda-benda konduktor. Elektron yang bergerak dapat meningkatkan temperatur kawat dan menyebabkan kawat menyala seperti pada bola lampu. Elektron yang bergerak juga dapat menghasilkan medan magnetik, yang dapat menggerakkan motor listrik.

Sementara itu pada kilat atau petir, energi listrik disebabkan oleh elektron yang menjalar melalui udara di antara tanah dan awan petir.

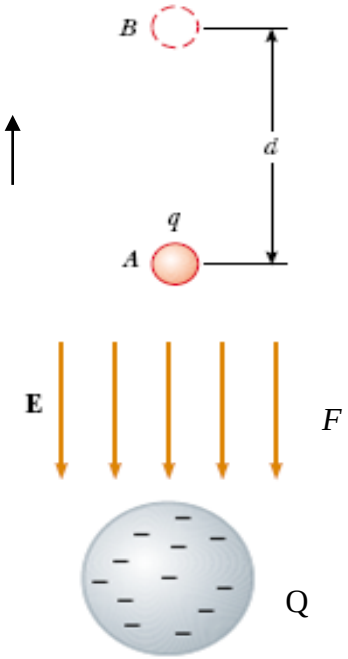
Gambar 1.10 Kilat merupakan energi listrik

Energi Potensial Listrik

Energi listrik adalah energi yang ditimbulkan oleh benda yang bermuatan listrik. Muatan listrik yang diam (statis) menimbulkan energi potensial listrik, sedangkan muatan listrik yang bergerak (dinamis) menimbulkan arus listrik dan energi magnet.

Sama halnya dengan energi potensial gravitasi yang sudah dibahas sebelumnya, energi potensial listrik pun akan dimiliki oleh suatu benda jika berada pada posisi tertentu dari benda lain. Tetapi berbeda dengan energi potensial gravitasi yang timbul pada benda karena benda tersebut memiliki massa, energi potensial listrik dimiliki oleh benda-benda yang bermuatan listrik. Seperti kita ketahui bahwa besar energi potensial gravitasi suatu benda berbanding lurus dengan massa dan jarak benda tersebut dari Bumi. Jadi energi potensial gravitasi berhubungan dengan massa benda yang dipengaruhi oleh medan gravitasi. Bagaimanakah dengan energi potensial listrik?

Perhatikan gambar berikut.



Gambar 1.11 Muatan uji *q* digerakkan menjauhi muatan sumber *Q* menentang gaya Coulomb *F*

Gambar di atas memperlihatkan suatu muatan uji yang diletakkan di sekitar muatan sumber *Q*. Jika muatan uji dipindahkan dari titik A ke titik B sejauh *d*, maka diperlukan usaha sebesar:

$$W = F\,d$$

Usaha ini sama dengan perubahan energi potensial muatan uji.

$$W = \Delta Ep_{AB} = Ep_{AB} - Ep_{A}$$

dimana

Ep_A = energi potensial muatan uji di titik A (joule)

Ep_B = energi potensial muatan uji di titik B (joule)

Energi potensial yang dimiliki oleh benda bermuatan listrik disebut energi potensial listrik. Secara matematis dirumuskan sebagai:

$$Ep = q\,V$$

dimana

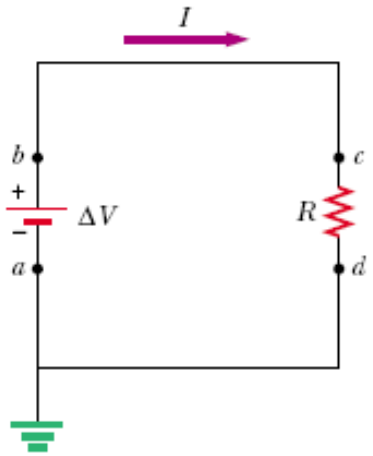
q	= muatan listrik	(coulomb)
V	= potensial listrik	(volt)
Ep	= energi potensial listrik	(joule)

Energi Listrik dalam Rangkaian

Ketika sebuah baterai digunakan untuk mengalirkan arus listrik di dalam suatu konduktor, energi kimia yang berada di dalam baterai diubah menjadi energi kinetik sehingga muatan listrik bergerak. Di dalam konduktor, energi kinetik ini cepat menghilang karena tumbukkan antara muatan yang mengalir dan atom-atom penyusun konduktor, sehingga menyebabkan suhu konduktor meningkat. Dengan kata lain energi kimia yang berasal dari baterai diubah menjadi **energi dalam** sehingga suhu konduktor meningkat.

Energi dalam adalah energi kinetik yang dihubungkan dengan gerakan molekul-molekul, dan energi potensial yang dihubungkan dengan getaran rotasi dan energi listrik dari atom-atom di dalam molekul. Sama seperti energi, energi dalam adalah sebuah fungsi keadaan yang dapat dihitung dalam sebuah sistem.

Misalkan sebuah rangkaian sederhana terdiri dari baterai dan resistor, seperti tampak pada Gambar 2.14.



Gambar 1.12 Rangkaian terdiri dari resistor dengan hambatan *R* dan baterai dengan beda potensial ΔV. Titik *a* dan *d* dibumikan

Energi kimia di dalam baterai menyebabkan muatan bergerak dari potensial rendah (kutub negatif) ke potensial tinggi (kutub positif). Untuk melakukan ini, baterai harus melakukan usaha yang sama dengan kenaikan energi potensial listrik.

$$W = \Delta Ep = q\,\Delta V$$

Dimana ΔV adalah beda potensial antara titik *a* dan *b*. Begitu muatan listrik bergerak dari titik d ke titik c melalui resistor, muatan kehilangan energi potensial listriknya akibat tumbukan dengan atom-atom dalam resistor, sehingga muncul energi termal (kalor). Dengan demikian, kita peroleh persamaan untuk energi listrik yang hilang ketika kuat arus *I* melalui sebuah resistor R, yaitu:

$$W = \Delta V\, I\, t = I^2\, R\, t$$

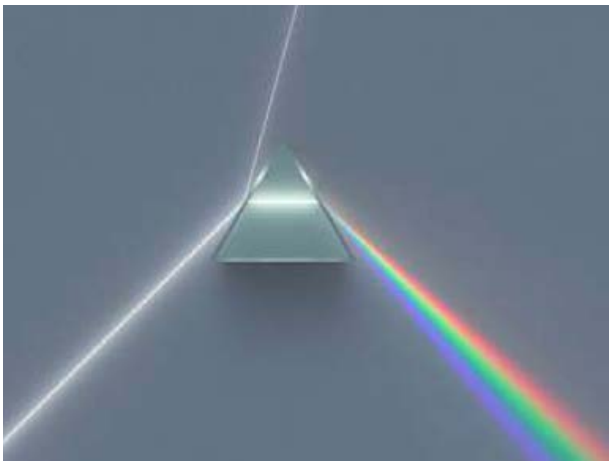
dimana

ΔV = beda potensial (volt)
I = kuat arus listrik (ampere)
t = selang waktu (sekon)
R = hambatan (ohm)

6) Energi Cahaya

Perhatikanlah, ketika sebuah jalan yang beraspal terkena langsung sinar matahari. Bandingkan dengan jalan aspal yang tidak terkena sinar matahari. Tentu kita akan merasa lebih panas di tempat yang terkena langsung sinar matahari. Energi cahaya matahari berjalan dari matahari menuju Bumi melewati ruang angkasa yang kosong dalam bentuk gelombang elektromagnetik.

Berkas cahaya putih sinar matahari dapat dipisahkan ke dalam beberapa warna spektrum seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 1.13 Cahaya membawa energi

Cahaya yang berwarna biru memiliki energi yang lebih besar daripada cahaya merah.

3. Kekekalan Energi

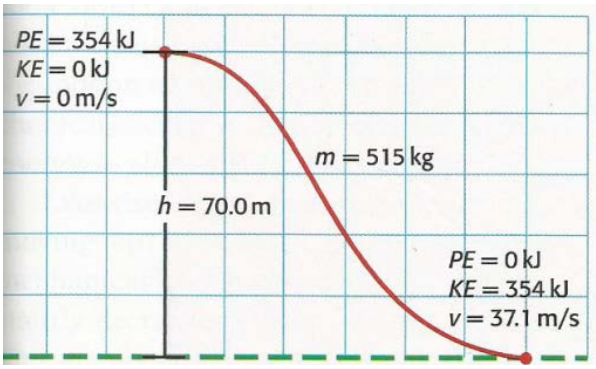
Bayangkan jika kita berada di bagian depan mobil *roller coaster* seperti pada gambar. Mobil bergerak dari puncak yang paling tinggi (ketinggian 70 m), kemudian turun ke lembah, dan naik kembali ke puncak rendah (ketinggian 35 m), seterusnya turun kembali.

Ketika mobil berada pada puncak lintasan yang paling tinggi, energi yang dimiliki sistem berupa energi potensial gravitasi. Energi potensial ini hanya bergantung pada massa penumpang dan mobil. Setelah itu, energi mengalami perubahan (transformasi), berubah menjadi energi kinetik dan energi potensial. Hanya sedikit jumlah energi yang berubah sebagai panas dan getaran yang terdengar sebagai bunyi di udara. Semua energi itu berawal dari energi yang dihasilkan oleh sistem dari pertama kali (energi potensial gravitasi pada puncak lintasan).

Energi potensial dapat berubah menjadi energi kinetik

Hampir seluruh energi yang dimiliki mobil roller coaster adalah energi potensial ketika mobil terletak di puncak paling tinggi lintasannya. Energi ini kemudian secara bertahap berubah menjadi energi kinetik seiring mobil dipercepat turun. Pada bagian lembah paling bawah, mobil memiliki energi kinetik maksimum dan energi potensial yang minimum.

Gambar berikut menunjukkan perubahan energi potensial menjadi energi kinetik pada kasus mobil roller coaster.



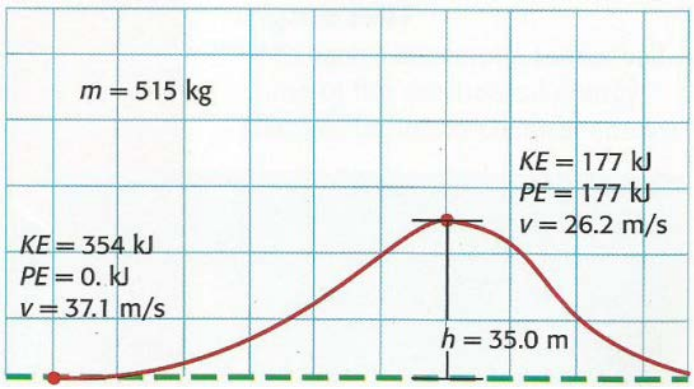
Gambar 1.14 Perubahan energi potensial dan energi kinetik pada sistem dari h = 70 m ke h = 0 m

Gambar di atas menunjukkan besarnya energi potensial dan energi kinetik mobil pada puncak lintasan. Jumlah energi pada posisi paling atas dan paling bawah lintasan adalah tetap. Hal ini karena energi potensial gravitasi pada puncak diubah menjadi energi kinetik selama mobil turun ke lembah lintasan. Ketika mobil mencapai titik paling rendah, sistem tidak memiliki energi potensial, karena mobil tidak bisa mencapai posisi yang lebih rendah.

Energi kinetik dapat berubah menjadi energi potensial

Ketika mobil berada pada tempat paling rendah pada lintasan, mobil tidak memiliki lagi energi potensial, akan tetapi mobil memiliki energi kinetik yang sangat besar. Energi kinetik inilah yang melakukan usaha untuk membawa mobil naik ke atas bukit lintasan berikutnya. Semakin mobil naik ke atas bukit, mobil bergerak melambat, mengurangi energi kinetiknya. Sebagian energi ini telah berubah kembali menjadi energi potensial seiring bertambah posisi ketinggian mobil.

Perhatikan gambar berikut.



Gambar 1.15 Perubahan energi potensial dan energi kinetik dari *h* = 0 m ke posisi setengah ketinggian semula (*h* = 35m)

Pada puncak bukit kedua (35 m), mobil masih memiliki energi kinetik yang sama dengan energi kinetiknya. Energi kinetik ini yang membawa mobil bergerak melewati puncak dan mulai turun lagi. Tentu saja selanjutnya mobil tidak dapat menaiki bukit berikutnya melampaui ketinggian bukit sebelumnya. Karena mobil tidak memiliki cukup energi, kecuali diberikan energi dari luar.

Besarnya energi mekanik yang dimiliki oleh suatu benda pada setiap perubahan posisi selalu tetap. Pernyataan ini dikenal sebagai **hukum kekekalan energi**. Artinya jika pada suatu posisi energi potensial yang dimiliki benda maksimal, maka pada posisi tersebut energi kinetiknya minimal. Sebaliknya jika pada saat posisi energi kinetik maksimal, maka energi potensialnya minimal.

4. Perubahan bentuk energi (Transformasi Energi)

Ketika sebuah batu jatuh dari suatu ketinggian, batu tersebut memiliki energi. Jika batu tersebut jatuh ke tanah, energi ini akan diubah menjadi energi panas (dapat teramati pada tanah yang menjadi hangat ketika terkena batu) dan energi bunyi. Jika jumlah energi tersebut dihitung, jumlah total energi tersebut adalah sama. Energi gerak yang

dimiliki batu yang jatuh akan sama dengan energi bunyi ditambah energi kalor. Jadi, energi tidak pernah hilang, tetapi diubah ke dalam bentuk energi lain. Dengan konsep di atas, maka energi dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Energi tidak dapat diciptakan dan energi tidak dapat dimusnahkan, energi hanya bisa berubah dari bentuk yang satu ke bentuk yang lainnya. Inilah yang dinamakan hukum kekekalan energi. Tidak semua energi dapat langsung dimanfaatkan tetapi perlu diubah ke bentuk lain.

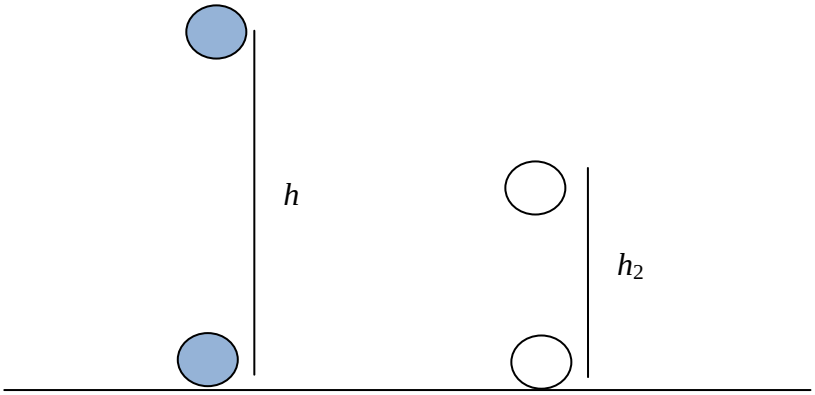
D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah Anda mempelajari materi ini, Anda sebaiknya melakukan aktivitas berikut.

Lembar Kegiatan 1

Energi potensial

Cermati kasus berikut.
Dua buah benda yang memiliki massa dan bahan yang sama, jatuh dari ketinggian yang berbeda.



1. Menurut Anda, benda manakah yang memiliki energi potensial yang lebih besar?

   _____

2. Buktikanlah jawaban Anda dengan sebuah percobaan.
   a. Buat langkah-langkah percobaan dengan menggunakan alat dan bahan berikut.
      - Kelereng
      - Plastisin
      - Penggaris
      - Air
      - Pipet tetes

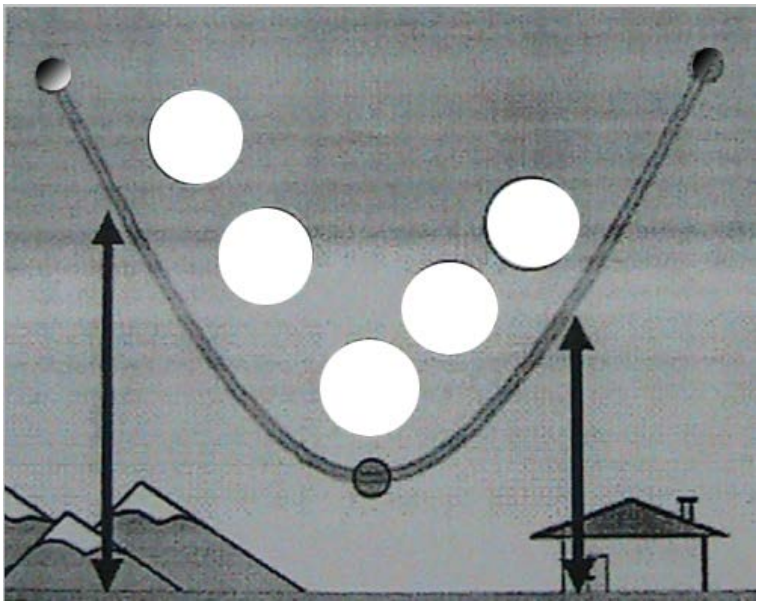
   b. Tulislah data hasil pengamatan Anda.

3. Apakah jawaban Anda pada nomor 1 di atas (hipotesis sementara) sesuai dengan hasil percobaan Anda?

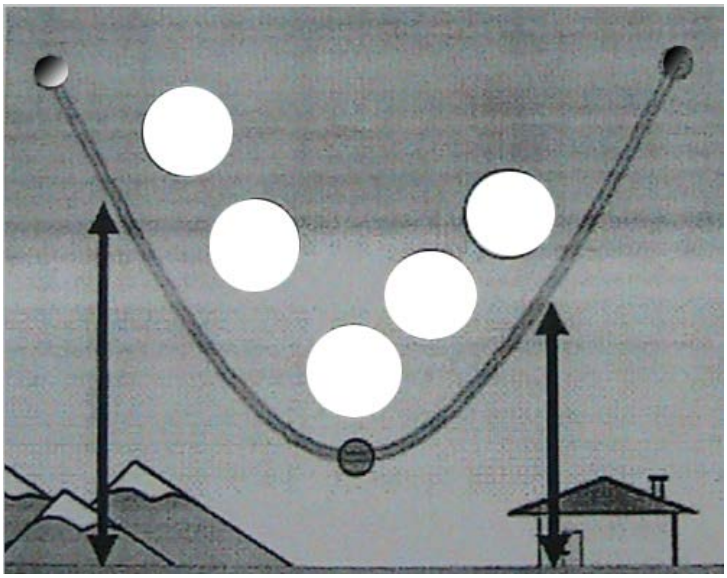
4. Apakah kesimpulan Anda dari kegiatan ini?

Lembar Kegiatan 2
Perubahan Bentuk Energi

1. Apa yang terjadi ketika bola dijatuhkan pada lantai?
2. Mengapa demikian?
3. Perhatikan sebuah bola yang menggelinding pada bidang berikut.
   a. Faktor apa yang mempengaruhi energi potensial awal bola sebelum menggelinding?
   b. Identifikasi perubahan energi yang terjadi pada bola. Dengan mengabaikan gesekan, gambarkan perubahan bentuk energi dari posisi-posisi bola tersebut dalam bentuk diagram lingkaran seperti yang disediakan pada gambar berikut. Beri warna yang berbeda untuk jenis energi yang berbeda.



c. Identifikasi perubahan energi yang terjadi pada bola. Jika gesekan tidak diabaikan, gambarkan perubahan bentuk energi dari posisi-posisi bola tersebut dalam bentuk diagram lingkaran seperti yang disediakan pada gambar berikut. Beri warna yang berbeda untuk jenis energi yang berbeda.



4. Apa kesimpulan Anda dari kegiatan ini?

Lembar Kegiatan 3
ENERGI PEGAS

1. Tujuan

1. Menentukan konstanta pegas suatu pegas.
2. Menentukan energi potensial suatu pegas.

2. Landasan Teori

1. Pegas Tunggal

Hukum Hooke pada Pegas

Perhatikan gambar berikut.

Bila sebuah pegas ditarik dengan sebeuah gaya sebesar *F*, maka pegas akan bertambah panjang sebesar Δx.

Robert Hooke mengemukakan bahwa: Jika gaya tarik tidak melampaui batas elastik pegas, maka pertambahan panjang pegas itu berbanding lurus dengan gaya tariknya.

Pernyataan di atas dapat dirumuskan:

$F = k\,\Delta x$

Di mana, *k* adalah konstanta pegas, satuannya N/m.

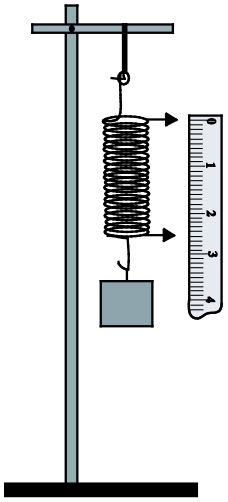
3. Alat dan Bahan

- Pegas spiral 2 buah
- Mistar 30 cm 1 buah
- Beban pemberat
- Statif

4. Prosedur Percobaan

Percobaan I:

1. Rangkai statip, pegas spiral, dan beban pemberat seperti pada gambar.
2. Pada kaitan pegas berikan beban dengan massa 50 gram. Catat perubahan panjang pegas dalam tabel pengamatan.
3. Ulangi kegiatan pada langkah 2 dengan beberapa massa yang berbeda. Catat perubahan panjang pegas akibat massa beban.
4. Hitunglah konstanta masing-masing pegas dengan menggunakan persamaan:



$$k = \frac{F}{\Delta x}$$

Dimana:

k = konstanta pegas (N/m)
F = gaya beban pemberat pada pegas (N)
Δx = pertambahan panjang pegas (m)

Tabel Pengamatan

Massa Beban (gram)	Pertambahan Panjang Pegas (cm)	Konstanta Pegas (N/m)
50		
70		
90		
110		
130		

5. Tentukan konstanta rata-rata pegas.

6. Ulangi kegiatan di atas untuk pegas lainnya. Masukkan hasil pengamatannya pada tabel pengamatan berikut.

Tabel Pengamatan

Massa Beban (gram)	Pertambahan Panjang Pegas (cm)	Konstanta Pegas (N/m)	Konstanta pegas rata-rata
50			
70			
90			
110			
130			

7. Tentukan konstanta rata-rata pegas tersebut.
8. Buatlah grafik antara gaya berat ($F = m.g$) terhadap pertambahan panjang pegas (x) pada kertas milimeter block.
9. Hitunglah besar energi yang dimiliki pegas dari grafik tersebut.
10. Tulislah kesimpulan dari hasil percobaan Anda.

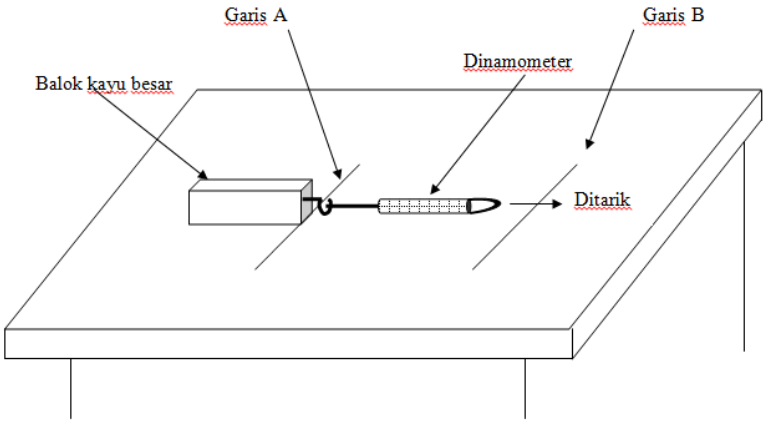
Lembar Kerja 4
USAHA

I. Alat dan Bahan

- Balok kecil
- Balok besar
- Penggaris
- Dinamometer
- Timbangan

II. Percobaan/Prosedur

1. Timbang massa dari balok kayu yang tersedia.
2. Rakitlah alat seperti gambar di atas.
3. Buat garis A sebagai acuan awal balok mulai bergerak (seperti pada gambar di atas)
4. Tariklah dinamometer sampai garis B dengan jarak sebesar **20 cm**, **30 cm** dan **50 cm**
5. Catat hasil pengamatan pada tabel 1.



Tabel 1

No.	Massa Balok Besar (Kilogram)	Gaya (Newton)	Jarak (meter)	Usaha (Joule)
1				
2				
3				

6. Ganti balok besar dengan balok kecil
7. Lakukan percobaan seperti langkah 2 sampai 4.
8. Catat hasil pengamatan pada tabel 2.

Tabel 2

No.	Massa Balok Kecil (Kilogram)	Gaya (Newton)	Jarak (meter)	Usaha (Joule)
1				
2				
3				

III. Pertanyaan

1. Dari percobaan yang telah dilakukan apa yang dirasakan terhadap massa balok besar dibandingkan dengan massa balok yang kecil?
2. Bagaimana penunjukkan skala pada dinamometer terhadap kedua massa tersebut?
3. Apa hubungan antara massa yang ditarik oleh pegas terhadap gaya yang dikerjakan pada benda tersebut?
4. Bagaimana dengan hasil usaha yang dihitung dari hasil percobaan dalam tabel 1 dan 2?
5. Kapankah suatu benda dikatakan tidak melakukan usaha?

IV. Kesimpulan

Tulislah kesimpulan Anda dari percobaan.

Tugas

Buatlah peta pemikiran (*mind map*) dari materi Energi

E. Latihan/Kasus/Tugas

Bagian I. Pilih satu jawaban yang benar.

1. Satuan Joule dapat digunakan untuk mengukur:
   1) usaha yang dilakukan untuk mengangkat sebuah bola basket
   2) energi potensial ketika sebuah bola basket ada di udara
   3) energi kinetik pada sebuah bola basket yang menggelinding

   Jawaban yang benar adalah ....
   A. 1 dan 2
   B. 2 dan 3
   C. 1 dan 3
   D. 1, 2, dan 3

2. Peristiwa mana yang tidak menyebabkan terjadinya perubahan energi potensial menjadi energi kinetik?
   A. Sebuah apel yang jatuh dari pohonnya
   B. Melepaskan anak panah dari busur panah
   C. Menarik sebuah pegas dari dudukannya
   D. Air sungai yang mengalir ke bawah

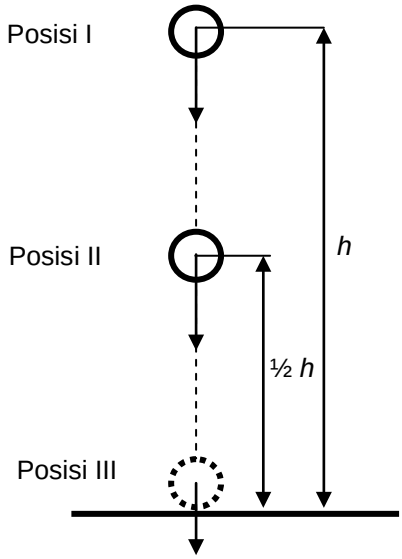
3. Seorang pendaki 65 kg menaiki sebuah tebing. Berapa besar energi potensial gravitasi yang dimilikinya pada jarak 35 m dari dasar tebing?
   A. $2{,}2 \times 10^4$ J
   B. 22×10^4 J
   C. $1{,}1 \times 10^4$ J
   D. 11×10^4 J

4. Berapa besar energi kinetik yang dimiliki seekor macan 44 kg yang berlari dengan kecepatan 31 m/s?
   A. 1.364 J
   B. 13.640 J
   C. 21.142 J
   D. 30.008 J

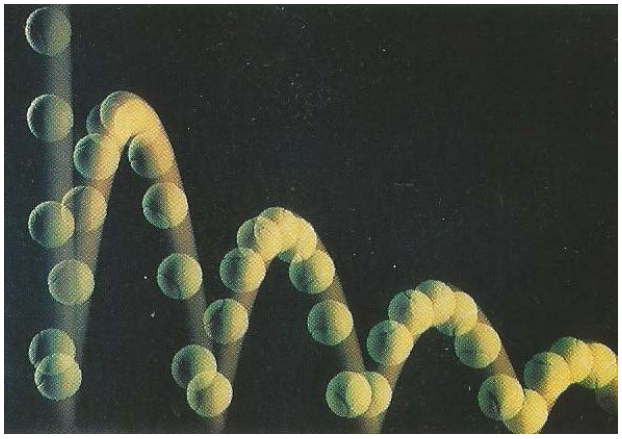
5. Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa ....
   A. energi di dalam sistem semakin lama semakin berkurang
   B. tidak ada mesin yang 100 persen efisien
   C. energi tidak dapat hilang ataupun diciptakan
   D. bumi memiliki sumber energi yang terbatas

Bagian II. Selesaikan kasus berikut.

1. Sebuah bola besi jatuh dari suatu ketinggian h dari permukaan tanah. Bola akhirnya berhenti di permukaan tanah. Tentukan besarnya energi kinetik dan energi potensial bola pada posisi I, II, dan III.



2. Sebuah bola karet dijatuhkan dari suatu ketinggian *h*. Bola memantul, hingga akhirnya berhenti pada jarak tertentu. Bagaimana Anda menjelaskan kejadian ini dilihat dari transformasi energi yang dialami bola karet tersebut.



F. Rangkuman

Beberapa hal pokok dari materi Energi dalam Sistem Kehidupan ini adalah sebagai berikut.

1. Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha.
2. Kerja atau usaha diartikan sebagai hasil perkalian antara gaya yang bekerja pada suatu benda dengan jarak perpindahan benda tersebut.

3. Satuan internasional untuk energi adalah joule.
4. 1 joule adalah besarnya usaha yang ditimbulkan gaya sebesar 1 newton yang menyebabkan benda berpindah sejauh 1 meter
5. Energi yang dimiliki oleh benda yang bergerak disebut energi kinetik. Besar kecilnya energi kinetik suatu benda bergantung kepada massa dan kelajuan benda tersebut.
6. Energi potensial merupakan energi yang dimiliki oleh benda karena kedudukannya atau kondisinya.
7. Energi potensial memiliki beberapa bentuk di antaranya: energi potensial gravitasi, energi potensial pegas, energi potensial listrik, dan lain-lain.
8. Energi potensial gravitasi adalah energi potensial yang dimiliki benda yang berada di sekitar bumi
9. Energi potensial elastis adalah energi yang tersimpan dalam tali busur yang meregang.
10. Energi mekanik adalah penjumlahan energi kinetik dan energi potensial.
11. Energi panas (termal) didefinisikan sebagai jumlah energi potensial dan energi kinetik yang dimiliki oleh atom-atom dan molekul-molekul yang membentuk zat.
12. Energi kimia adalah energi yang tersimpan secara kimiawi.
13. Energi listrik adalah energi yang ditimbulkan oleh benda yang bermuatan listrik.
14. Energi nuklir adalah energi yang dihasilkan dari perubahan massa nuklir**.**
15. Reaksi fisi dan reaksi fusi adalah dua jenis reaksi nuklir yang menghasilkan energi nuklir yang sangat besar.
16. Reaksi fisi adalah pembelahan sebuah inti berat menjadi dua inti yang lebih ringan. Pembelahan ini dilakukan dengan cara inti berat ditumbuk oleh sebuah partikel, neutron.
17. Reaksi fusi atau disebut juga reaksi termonuklir adalah reaksi penggabungan dua inti ringan atau lebih menjadi sebuah inti yang lebih berat ditambah energi.
18. Energi tidak dapat diciptakan dan energi tidak dapat dimusnahkan, energi hanya bisa berubah dari bentuk yang satu ke bentuk yang lainnya. Inilah yang dinamakan hukum kekekalan energi.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan Pembelajaran ini.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2
FOTOSINTESIS

Guru perlu terus membekali dirinya dengan penguatan materi IPA, salah satunya adalah materi pembentukan energi pada tumbuhan. Penguasaan konsep fotosintesis ini merupakan topik yang sangat penting untuk membantu guru mengaitkannya konsep energi lainnya.

Bahan ajar ini berisi uraian materi dan beberapa alternatif kegiatan atau praktikum yang mengacu pada standar isi di SMP untuk mata pelajaran IPA. Materi pelatihan ini disusun untuk membimbing guru dalam mencapai kompetensi sesuai dengan silabus yang telah ditetapkan.

A. Tujuan

Kegiatan pembelajaran ini bertujuan meningkatkan pengetahuan guru tentang topik fotosintesis dan meningkatkan keterampilan guru dalam melakukan praktik untuk menentukan produk yang dihasilkan selama fotosintesis.

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

Setelah melakukan pembelajaran ini guru mampu:

1. Merumuskan peran fotosintesis dalam penyediaan energi dalam kehidupan
2. Mengidentifikasi komponen yang terlibat dalam fotosintesis
3. Menjelaskan proses pembentukan energi melalui fotosintesis
4. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi fotosintesis

C. Uraian Materi

Suatu ciri hidup yang hanya dimiliki khusus oleh tumbuhan hijau adalah kemampuan dalam menggunakan zat karbon dari udara dan air dari dalam tanah untuk diubah menjadi bahan organik serta diasimilasi dalam tubuh tumbuhan. Tumbuhan mengambil energi dari sinar matahari, manusia dan hewan mengambil energi dari energi kimia yang terkandung dalam makanan.

Tumbuhan hijau dan makhluk hidup lain yang melakukan fotosintesis seperti alga dan bakteri fotosintetik hanya membutuhkan energi dari cahaya matahari untuk membuat karbohidrat ($C_6H_{12}O_6$). Semua organisme yang menggunakan energi matahari untuk membuat makanan disebut **fotosintetik autotrop.**

Proses pengubahan terjadi di dalam daun yang mengandung klorofil tepatnya pada bagian organel sel yang disebut kloroplas. Semua bagian hijau pada tumbuhan memiliki kloroplas.

Dengan demikian **fotosintesis (foto berarti cahaya, dan sintesis berarti menyusun)** dapat diartikan sebagai proses penyusunan bahan makanan berupa karbohidrat yang terjadi pada bagian tumbuhan yang memiliki klorofil dengan bantuan energi matahari. Bahan baku fotosintesis berupa karbon dioksida yang berasal dari udara dan air yang berasal dari dalam tanah. Fotosintesis juga menghasilkan oksigen sebagai hasil samping reaksi.

Fotosintesis merupakan salah satu contoh proses **anabolisme** yaitu proses penyusunan dari senyawa sederhana menjadi senyawa kompleks dengan memerlukan energi. Selanjutnya zat makanan hasil anabolisme akan diuraikan melalui proses respirasi (**desimilasi)** untuk menghasilkan zat yang lebih sederhana dan energi. Peristiwa ini disebut **katabolisme** yang berarti proses pemecahan dari senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana dengan melepaskan energi, contohnya proses respirasi. Proses penyusunan zat makanan dalam tubuh (anabolisme) dan proses penguraian untuk diubah menjadi energi dan zat lain sebagai pembangun tubuh (katabolisme) dinamakan **metabolisme.** Hasil metabolisme organisme akan digunakan untuk aktivitas hidup seperti tumbuh, berkembang, gerak, ekskresi, reproduksi. Proses metabolisme dibantu dengan enzim.

1. Peranan Fotosintesis

Kehidupan di bumi hampir seluruhnya tergantung pada kekuatan energi matahari: hampir semua organisme tergantung pada fotosintesis, dimana energi cahaya digunakan untuk membuat gula dan molekul lainnya dari karbon dioksida dan air.

Fotosintesis merupakan proses kimia yang paling penting di muka bumi karena hasilnya akan menyediakan makanan untuk semua organisme, bukan hanya untuk tumbuhan yang melakukan fotosintesis itu sendiri namun juga untuk semua makhluk hidup yang memakannya.

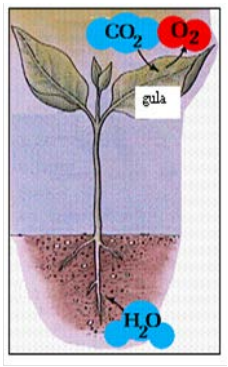
Kemampuan melakukan fotosintesis menjadikan tumbuhan berperan sebagai autotrop. Di dalam rantai makanan tumbuhan menempati tingkatan paling bawah yaitu produsen: menghasilkan suplai makanan di dalam biosfer, yang selalu siap di makan oleh kelompok makhluk hidup lainnya yang berperan sebagai konsumen tingkat I, tingkat II dan tingkat III. Fotosintesis juga berjasa menghasilkan sebagian besar oksigen yang terdapat di atmosfir bumi. Organisme yang menghasilkan energi melalui fotosintesis disebut sebagai fototrof.

2. Komponen yang Berperan dalam Fotosintesis

a. Bahan Dasar Fotosintesis

Jumlah karbon dioksida di udara sekitar 0.03% dan akan meningkat jumlahnya jika aktivitas respirasi bakteri, fungi dan hewan meningkat. Kandungan CO_2 akan berkurang sekitar daun jika kecepatan angin tinggi dan suhu daun meningkat. Konsentrasi karbondioksida pada hutan hujan biasa lebih tinggi dibanding dengan di lapangan terbuka atau padang rumput.

Karbondioksida merupakan salah satu komponen yang berperan pada laju fotosintesis, namun perannya dibatasi oleh cahaya matahari. Di alam, tumbuhan terestrial mendapatkan cahaya dalam intensitas yang sangat tinggi, fotosintesis menjadi lebih rendah dan bahkan berhenti.



Gambar 2.1 Skema proses pertikaran gas pada fotosintesis

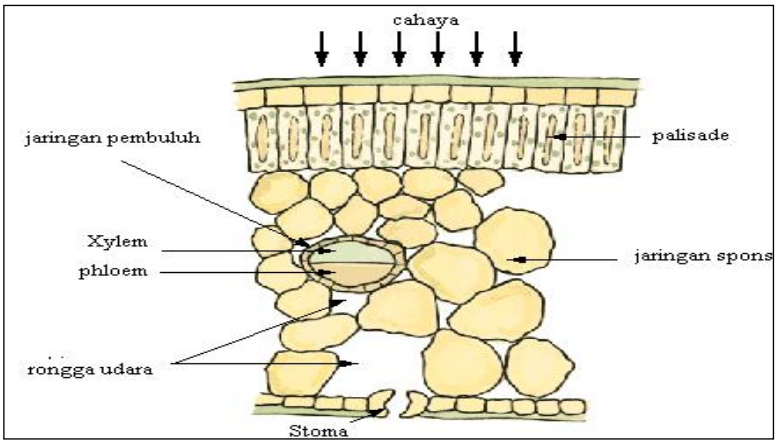
Ketika cuaca panas stomata (mulut daun) menutup dan suplai karbondioksida menurun. Hal ini terjadi karena cahaya matahari yang kuat mengandung sinar ultra violet yang tinggi dan dapat merusak tumbuhan.

Pada umumnya air yang digunakan untuk proses fotosintesis berasal dari dalam tanah, sebagian tumbuhan (epifit) menggunakan uap air yang ada di udara. Air yang berada diantara partikel tanah dengan mudah dapat diserap oleh bulu-bulu akar melalui epidermis. Jaringan xylem yang ada di dalam akar berfungsi mengangkut air dari dalam tanah ke daun.

b. Tempat Fotosintesis

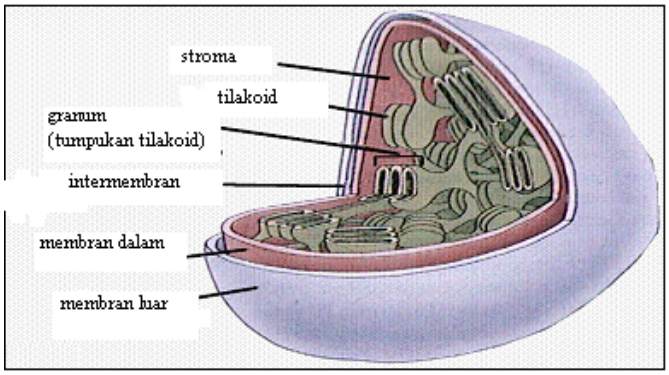
Fotosintesis terjadi pada tumbuhan hijau yang mengandung pigmen klorofil di bagian jaringan parenkim palisade dan parenkim spon. Kedua jaringan tersebut dinamakan mesofil daun atau daging daun. Pada epidermis tidak terjadi fotosintesis karena tidak mengandung klorofil, kecuali pada mulut daun (stomata) yaitu pada sel penutup. Dalam tubuh tanaman, fotosintesis dapat terjadi pada batang, ranting, dan daun yang mengandung kloroplas yang terkena radiasi matahari.

Klorofil terdapat pada organel sel yang disebut kloroplas. Di dalam kloroplas, energi matahari di tangkap dan diubah ke dalam bentuk energi kimia. Koroplas merupakan organel dengan bentuk relatif lebar dan panjang, berwarna hijau serta mempunyai membran ganda. Di dalamnya terdapat ruangan yang berisi cairan disebut stroma.



Gambar 2.2 Penampang melintang daun

Di dalam stroma terdapat struktur bertumpuk yang disebut **grana**. Antara grana yang satu dan yang lain dihubungkan oleh lapisan atau lamela intergrana. Setiap unit penyusun grana disebut **tilakoid** yang tersusun dari lapisan protein dan lemak. Reaksi terang menghasilkan ATP dan NADPH terjadi di dalam membran tilakoid. Adapun hasil fotosintesis berupa glukosa di simpan di dalam stroma.



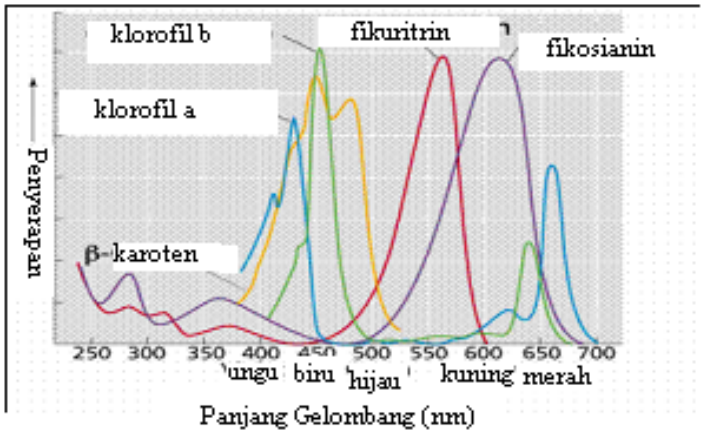
Gambar 2.3 Kloroplas

c. Figmen Fotosintesis

Proses fotosintesis terjadi pada pigmen fotosintesis. Tanpa pigmen tersebut, tanaman tidak mampu melaksanakan fotosintesis. Secara keseluruhan fotosintesis terjadi pada kloroplas yang mengandung pigmen klorofil. Klorofil terdiri atas empat macam, yaitu klorofil a, b, c, dan d. Klorofil a di duga terdapat di semua tumbuhan yang melakukan fotosintesis. Klorofil b terdapat pada kelompok ganggang hijau, lumut, dan tumbuhan paku dalam jumlah sedikit.

Pada kelompok diatom dan ganggang pirang terdapat klorofil c, dan pada kelompok ganggang merah terdapat klorofil d. Di dalam grana klorofil a dan b berkelompok dengan perbandingan 12:1 dan membentuk fotosistem I, sedangkan dalam perbandingan 1:2 membentuk fotosistem II. Fotosistem merupakan sistem protein yang tertanam di dalam membran tilakoid. Komposisi perbandingan antara klorofil a dan klorofil b dalam fotosistem berpengaruh terhadap panjang gelombang yang diterima klorofil.

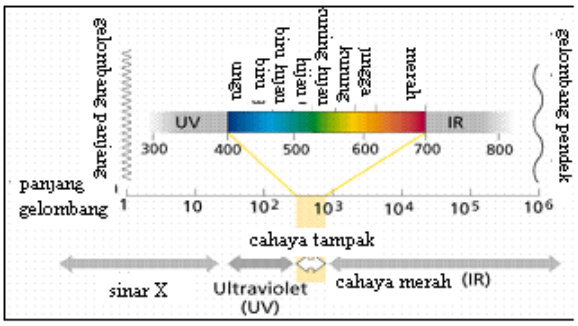
Unit fotosintesis terdapat pada membran tilakoid pada grana dari sebuah kloroplas. Unit fotosintesis terdiri dari sejumlah klorofil a sebagai pusat reaksi. Ada dua macam unit fotosintesis yang disebut fotosistem I pusat reaksinya klorofil a dan dapat menyerap energi gelombang sekitar 680 nm - 700 nm dan fotosistem II pusat reaksinya tereksitasi jika menerima cahaya dengan gelombang sekitar 340 nm - 680 nm. Semua energi cahaya pada unit fotosintesis disalurkan ke pusat reaksi.



Gambar 2.4 Panjang gelombang cahaya yang digunakan fotosintesis

d. Energi

Energi matahari yang digunakan untuk fotosintesis sebanyak 0.5% sampai 2% dari jumlah energi yang sampai ke permukaan bumi sekitar 42 %. Energi yang diberikan oleh sinar itu bergantung pada **kualitas** (berapa panjang gelombang), **intensitas** (banyaknya sinar per 1 cm^2 per detik) dan juga kepada **waktu** (sebentar atau lama).



Gambar 2.5 Spektrum cahaya yang digunakan pada fotosintesis

Sinar matahari terdiri dari berbagai sinar yang berbeda panjang gelombangnya mulai dari 0,001 nm (misalnya sinar gamma) sampai dengan 100 nm (misalnya gelombang radio). Diurutkan dari yang bergelombang panjang sinar-sinar itu ialah merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu. Sinar yang gelombangnya lebih panjang dari sinar merah, dan yang lebih pendek dari sinar ungu tidak berguna bagi fotosintesis. Cahaya matahari yang digunakan oleh tumbuhan untuk fotosintesis adalah cahaya tampak (visible lights). Di antara cahaya tampak tersebut warna cahaya matahari yang cocok untuk fotosintesis adalah cahaya merah, nila, biru, dan violet. Menurut hasil percobaan, ternyata sinar yang dapat mengakibatkan hasil fotosintesis paling tinggi adalah sinar nila dan sinar merah. Dengan panjang gelombang yang dimiliki cahaya tersebut tumbuhan dapat berfotosintesis dengan baik. Sinar lain yang bermanfaat untuk fotosintesis adalah infra merah, tetapi hanya dibutuhkan untuk kelompok bakteri. Ilmuwan Belanda Jan Ingen Housz (1779) telah melakukan percobaan untuk membuktikan bahwa fotosintesis memerlukan cahaya matahari.

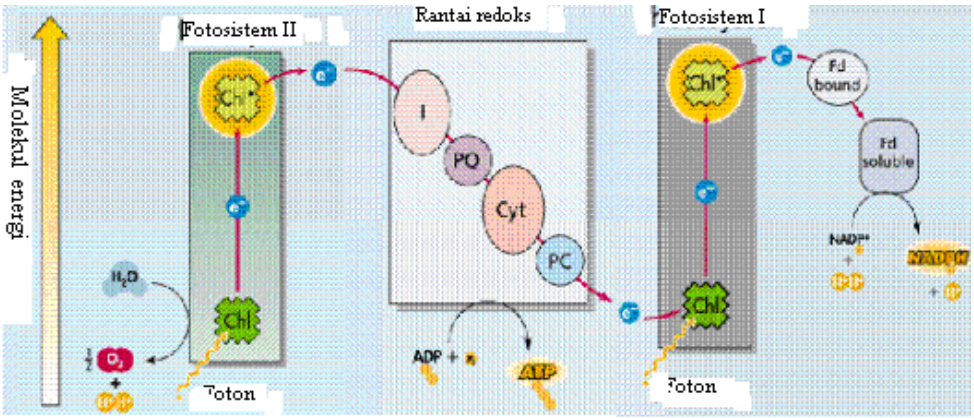
D. Mekanisme Fotosintesis

Pada tahun 1905, bukti-bukti eksperimen mengungkapkan bahwa proses fotosintesis terjadi melalui dua tahap reaksi utama, yaitu reaksi yang membutuhkan cahaya atau reaksi terang dan reaksi yang tidak membutuhkan cahaya atau reaksi gelap. Apakah perbedaan kedua reaksi tersebut?

1. Reaksi Terang

Reaksi terang pertama kali diteliti oleh **Hill** sehingga dikenal pula dengan nama reaksi Hill. Reaksi terang terjadi pada membran tilakoid, diawali dengan proses masuknya foton dari cahaya matahari ke dalam fotosistem kemudian memecah air menjadi oksigen dan hidrogen serta pelepasan elektron. Ion OH selanjutnya akan bereaksi satu dengan lainnya membentuk air (H_2O) dan membebaskan oksigen (O_2), proses ini disebut **fotolisis.** Elektron yang tereksitasi (lepas) akan melewati beberapa akseptor elektron dan energinya akan diberikan ke pospat yang bergabung dengan ADP menjadi ATP (**fosforilasi**).

Elektron yang sudah tidak berenergi akan mengganti elektron pada klorofil a fotosistem I. Elektron yang berenergi dari Fotosistem I akan diterima oleh NADP menjadi $NADP^{2+.}$ $NADP^{2+}$ akan bergabung dengan 2 H^+ menjadi $NADPH_2$. Jadi hasil reaksi terang berupa **ATP, $NADPH_2$** akan digunakan sebagai sumber energi dan donor hidrogen pada reaksi gelap (**lihat gambar**).



Gambar 2.6 Reaksi terang pada fotosistem

2. Reaksi gelap

Reaksi gelap adalah lanjutan dari reaksi terang dan terjadi pada stroma. Energi berupa ATP dan molekul pereduksi $NADPH_2$ yang dihasilkan reaksi terang digunakan untuk mereduksi/memfiksasi CO_2 oleh senyawa RDP (Ribulosa Diphosphat) yaitu senyawa organik beratom C 5 buah.

Pada reaksi gelap, CO_2 dan air dari lingkungan secara enzimatis direaksikan dengan suatu molekul akseptor yang mengandung 5 atom C untuk membentuk 2 molekul antara beratom C3 yaitu asam fosfogliserat (APG) selanjutnya APG akan

berikatan dengan ion H dari $NADPH_2$ membentuk senyawa ALPG (Aldehid Phospho Gliserat). Molekul antara ini kemudian melalui tahapan yang kompleks direduksi untuk menghasilkan glukosa. Peristiwa tersebut dilengkapi dengan pembentukan kembali/regenerasi molekul C_5 yang selanjutnya akan digunakan lagi untuk mengikat CO_2 yang masuk. Terbentuknya glukosa dalam sel-sel daun menyebabkan naiknya nilai osmotik sel-sel daun. Oleh sebab itu, glukosa yang bersifat osmosis akan diubah menjadi amilum yang bersifat osmosis inaktif.

E. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Fotosintesis

Banyak hal yang mempengaruhi fotosintesis. Faktor tersebut dikelompokkan menjadi dua, yaitu faktor hereditas yang merupakan faktor dominan selain faktor lingkungan.

1. Faktor Hereditas

Faktor hereditas merupakan faktor yang paling menentukan terhadap aktivitas fotosintesis. Tumbuhan memiliki kebutuhan yang berbeda terhadap kondisi lingkungan untuk menjalankan kehidupan yang normal. Tumbuhan yang berbeda jenisnya dan hidup pada kondisi lingkungan yang sama memiliki perbedaan aktivitas fotosintesis. Keadaan ini disebabkan oleh faktor genetik atau hereditas. Faktor hereditas yang mempengaruhi fotosintesis diantaranya adalah lebar daun, jumlah daun, dan konsentrasi klorofil.

Struktur tumbuhan memiliki peran yang sangat penting terhadap proses fotosintesis; tumbuhan yang memiliki daun yang lebar tentunya akan menyerap cahaya dalam jumlah yang besar pula sehingga memungkinkan terbentuknya glukosa lebih banyak di bandingkan dengan tumbuhan yang daunnya sempit.

Jumlah daun pada sebuah pohon menjadi faktor yang kedua yang membedakan banyak sedikitnya produk hasil fotosintesis. Semakin rindang daunnya semakin banyak fotosintesis terjadi dan semakin banyak pula glukosa yang dihasilkan.

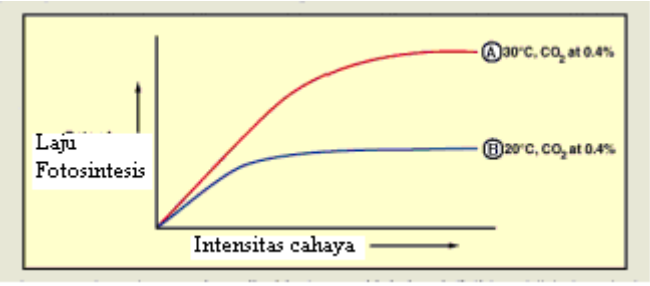
Konsentrasi klorofil yang terdapat pada daun menunjukkan penampilan warna daun yang berbeda. Daun yang warnanya hijau tua menandakan jumlah klorofilnya banyak dan dapat melakukan fotosintesis secara maksimal, sementara daun yang kekurangan klorofil warnanya menguning fotosintesis terjadi kurang optimal. Daun yang berwarna tidak hijau, seperti merah ungu atau yang lainnya klorofilnya sedikit sekali namun mengandung jenis pigmen lain.

Daun kuning kekurangan klorofil menunjukkan berkurangnya fotosintesis. Klorosis dapat disebabkan oleh kekurangan mineral.

2. Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan di antaranya suhu, intensitas cahaya matahari, lamanya pencahayaan, kandungan air, kandungan oksigen, dan karbon dioksida, serta kandungan mineral dalam tanah juga sangat mempengaruhi proses fotosintesis.

a. Suhu ideal untuk terjadinya fotosintesis adalah 28^0C – 30^0C dan tumbuhan tidak dapat melakukan fotosintesis pada suhu dibawah 5^0C atau di atas 50^0C. Tumbuhan yang tumbuh di daerah tropis memiliki enzim yang bekerja secara optimum karena tumbuh di lingkungan yang memiliki kisaran suhu optimum.
b. Semakin tinggi intensitas dan lama pencahayaan, semakin intensif pula fotosintesis. Hal ini jika ditunjang dengan ketersediaan CO_2, H_2O dan temperatur. Kenaikan aktifitas fotosintesis tidak terus berlanjut tetapi berhenti sampai batas keadaan tertentu. Awalnya laju fotosintesis meningkat dengan intensitas cahaya sampai dengan laju maksimal dicapai, poin maksimal ini bervariasi untuk spesies tumbuhan yang berbeda tergantung pada habitatnya.

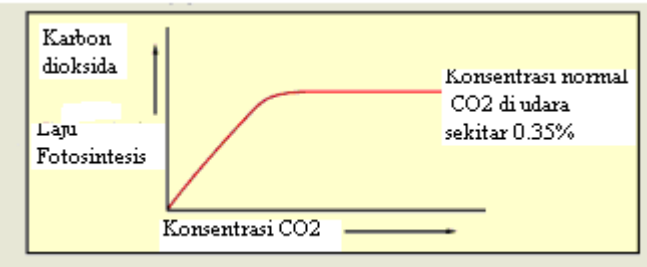


Gambar 2.7 Grafik Hubungan intensitas cahaya dan kadar CO_2 dengan laju fotosintesis

c. Lama pencahayaan sangat berpengaruh dalam fotosintesis. Pada musim hujan lama pencahayaan menjadi pendek, keadaan ini akan mengurangi aktivitas fotosintesis.
d. Fotosintesis akan berlangsung secara maksimal dan menghasilkan glukosa pada kondisi yang optimal apabila jumlah air dalam tanah tersedia cukup banyak.

e. Rendahnya kandungan oksigen di udara dan dalam tanah akan menghambat respirasi dalam tubuh tumbuhan. Rendahnya respirasi akan menyebabkan penyediaan energi yang rendah pula dan hal ini mengakibatkan aktivitas metabolisme akan terhambat khususnya fotosintesis.

f. Kandungan CO_2 di udara sekitar 0,03% dan akan meningkat jumlahnya jika aktivitas respirasi bakteri, fungi, dan hewan meningkat. Kandungan CO_2 akan berkurang sekitar daun jika kecepatan angin tinggi dan suhu sekitar daun meningkat. Fotosintesis meningkat dengan konsentrasi karbon dioksida seperti pada point tertentu dimana tumbuhan tidak dapat menyusun glukosa lebih banyak lagi. Kondisi dimana konsentrasi karbon dioksida di atmosfir sekitar 0.5% dan hanya dapat terjadi di bawah kondisi laboratorium. Pertumbuhan tanaman komersial di lapangan seperti tomat, atau mentimun dapat tumbuh pada lingkungan kaya atmosfir untuk meningkatkan hasil panen, dengan konsentrasi CO_2 sekitar 0,1% dibandingkan dengan konsentrasi normal 0.03%.



Gambar 2.8 Grafik Hubungan konsentrasi CO_2 dengan laju fotosintesis

g. Tingginya kandungan mineral yang berhubungan dengan proses pembentukan klorofil, misalnya Mg, Fe, N dan Mn, juga semakin meningkatkan intensitas fotosintesis. Tumbuhan yang kekurangan mineral akan menghambat proses pembentukan klorofil dan pada akhirnya menghambat proses fotosintesis.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang disarankan dalam mempelajari modul pada pelatihan PKB Bagi Guru IPA adalah melalui diskusi kelompok, praktikum, dan mengkomunikasikan hasil analisis data yang diperoleh saat praktikum. Berikut ini merupakan lembar kegiatan praktikum identifikasi zat yang dihasilkan selama fotosintesis.

Praktik Identifikasi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kerja Enzim

1. Percobaan Ingenhousz

a. Tujuan

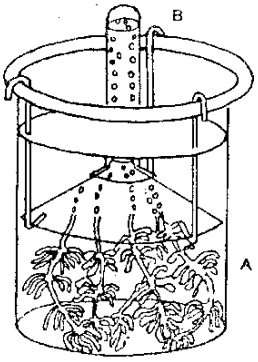
Untuk menunjukan bahwa pada peristiwa fotosintesis dihasilkan gas O_2.

b. Alat dan bahan

Corong kaca	1 buah
Tabung reaksi	1 buah
Gelas kimia 1 liter	1 buah
Kawat penahan	1 buah
Tumbuhan air	1 buah
Penjepit tabung reaksi	1 buah

c. Cara kerja

1. Potonglah beberapa cabang tumbuhan air dan masukkan ke dalam kaca dengan bagian batang menghadap ke atas.
2. Isilah gelas kimia dengan air sampai hampir penuh.
3. Masukkan corong kaca dan tumbuhan air ke dalam gelas kimia berisi air sampai corong kaca terbenam air.
4. Isilah tabung reaksi dengan air sampai penuh dan tutup mulut tabung reaksi dengan jempol.
5. Masukkan tabung reaksi itu ke dalam air pada gelas kimia dengan posisi terbalik sementara jempol masih menutup tabung.
6. Letakkan tabung reaksi yang berisi air itu di atas corong kaca dan tahan dengan penjepit tabung reaksi.



Gambar 1. Percobaan Ingenhousz. A. tanaman-air *Hydrilla verticillata*. B. ruang yang berisi gas setelah beberapa lama *Hydrilla* mendapat penyinaran.

7. Letakkan perangkat percobaan di tempat yang langsung terkena sinar matahari.
8. Tunggu sampai keluar gelembung-gelembung pada tabung reaksi.
9. Setelah perangkat alat diletakkan selama + 18 menit di tempat yang terkena cahaya langsung, pindahkan perangkat alat itu ke dalam ruangan dan tunggu selama 10 menit.

d. Hasil percobaan

1. Ketika alat diletakkan di tempat yang langsung terkena sinar matahari selama 10 menit terjadi ..... gelembung. Sedangkan ketika alat diletakkan di dalam ruangan selama 10 menit terjadi ..... gelembung.
2. Adakah perbedaan kuantitas gelembung yang terjadi ketika alat diletakkan di tempat yang langsung terkena sinar matahari dibandingkan ketika alat diletakkan dalam ruangan ?

   .....
3. Perbedaan banyak gelembung yang terjadi disebabkan oleh:

   .....

2. Percobaan Sachs

a. Tujuan

1. Untuk menunjukkan bahwa pada peristiwa fotosintesis dihasilkan amilum (zat tepung).
2. Untuk menunjukkan bahwa sinar matahari diperlukan pada peristiwa fotosintesis.

b. Alat dan bahan

- Gelas kimia 250 ml 1 buah

- Kaki tiga, lampu spirtus, kawat kassa masing-masing satu buah
- Larutan lugol
- Cawan petri
- Pinset
- Penjepit tabung reaksi
- Daun yang telah ditutupi kertas timah/karbon
- Larutan alkohol 70%
- Tabung reaksi 2 buah dan rak tabung reaksi

c. Cara kerja

1. Bukalah kertas timah/karbon yang menutupi daun.
2. Masukkan daun-daun itu ke dalam gelas kimia yang berisi air mendidih selama ± 5 menit.
3. Masukkan daun yang telah direbus itu ke dalam tabung reaksi yang telah diisi alkohol sebanyak ½ tabung reaksi.
4. Panaskan tabung reaksi yang berisi alkohol itu pada air mendidih yang ada di gelas kimia sampai daun berwarna putih pucat.
5. Daun yang telah pucat itu diangkat dari tabung reaksi dan dicuci dengan air.
6. Masukkan daun yang telah dicuci itu ke dalam cawan petri dan tetesi seluruh permukaan daun dengan larutan lugol.
7. Bagaimanakah warna daun setelah ditetesi larutan lugol?

d. Hasil percobaan

1. Setelah daun direbus dalam alkohol mendidih, warna daun menjadi ..... dan warna alkohol menjadi .....
2. Setelah daun ditetesi larutan lugol, warna daun yang tadinya tertutup kertas timah/karbon menjadi ..... sedangkan warna daun yang tadinya tidak tertutup kertas timah/karbon menjadi .....
3. Terdapat atau tidaknya perbedaan warna pada daun yang tadinya tidak tertutup kertas timah/karbon setelah ditetesi larutan lugol, hal ini disebabkan oleh .....
4. Buatlah kesimpulan dari kegiatan di atas.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat.

1. Energi fotosintesis berasal dari .... yang diserap oleh .... yang terdapat di dalam .....

   Kata-kata yang tepat untuk mengisi titik-titik pada kalimat di atas berturut-turut adalah...

   A. matahari, klorofil, kloroplas
   B. matahari, kloroplas, klorofil
   C. CO_2, stomata, daun
   D. H_2O, rambut akar, akar

2. Pada reaksi terang fotosintesis terjadi hal-hal berikut, *kecuali*....

   A. klorofil dan pigmen lain menyerap energi cahaya
   B. dibebaskannya oksigen
   C. pengubahan energi cahaya menjadi ATP dan NADPH
   D. terbentuk glukosa dan produk organik yang lain

3. Apa peran NADPH dalam fotosintesis?

   A. menyimpan energi cahaya
   B. menyimpan karbon dioksida
   C. menyimpan air seluler
   D. menyimpan energi seluler

4. Manakah dari produk reaksi terang fotosintesis yang digunakan dalam siklus Calvin?

   A. H2O dan O2
   B. ADP, Pi, dan NADP +
   C. elektron dan H +
   D. ATP dan NADPH

5. Manakah dari pernyataan berikut ini yang paling menggambarkan hubungan antara fotosintesis dan respirasi?

   A. Respirasi adalah kebalikan dari jalur biokimia fotosintesis.

B. Fotosintesis menyimpan energi dalam molekul organik kompleks, sementara respirasi melepaskan energi.
C. Fotosintesis hanya terjadi pada tanaman dan respirasi hanya terjadi pada hewan.
D. Molekul ATP yang diproduksi dalam fotosintesis dan hanya digunakan dalam respirasi.

F. Rangkuman

Tumbuhan mengambil energi dari sinar matahari, manusia dan hewan mengambil energi dari energi kimia yang terkandung dalam makanan. Energi kimia di dalam tumbuhan dibentuk melalui fotosintesis, yaitu proses penyusunan dari senyawa sederhana menjadi senyawa kompleks. Bahan baku fotosintesis berupa karbondioksida yang berasal dari udara dan air yang berasal dari dalam tanah. Fotosintesis juga menghasilkan oksigen sebagai hasil samping reaksi. proses fotosintesis terjadi melalui dua tahap reaksi utama, yaitu reaksi yang membutuhkan cahaya atau reaksi terang dan reaksi yang tidak membutuhkan cahaya atau reaksi gelap.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan pembelajaran ini.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3
INTERAKSI ANTAR MAKHLUK HIDUP

Di dalam modul ini akan diuraikan pendalaman materi tentang “Interaksi Makhluk Hidup dalam Lingkungan”. Materi ini sangat penting. Semakin memahami konsep tentang Interaksi Makhluk Hidup dalam Lingkungan diharapkan semakin tumbuh sikap peduli terhadap lingkungan. Dengan demikian, kita dapat memanfaatkan lingkungan dengan tidak merusaknya, dan yang kita lakukan adalah menjaga agar lingkungan kita dapat berfungsi secara optimal. Kita menyadari bahwa lingkungan ini bukan hanya milik kita, tetapi milik generasi yang akan datang.

Berdasarkan konsep di atas, baik guru maupun siswa perlu memahami bahwa kita sebagai penghuni bumi harus memiliki kesadaran untuk menjadi pemelihara lingkungan yang lebih arif. Siswa dapat memahami bahwa makhluk hidup tidak ada yang hidup sendiri, tetapi selalu terkait dengan makhluk hidup lainnya.

A. Tujuan

Setelah mempelajari uraian materi dalam modul ini, diharapkan peserta dapat:

1. Mendeskripsikan interaksi antara faktor biotik dengan abiotik.
2. Mendeskripsikan interaksi antar faktor biotik.
3. Memahami pola makan makhluk hidup dalam rantai makanan.
4. Memahami pola makan makhluk hidup dalam jaring-jaring makanan.

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

1. Peserta dapat menjelaskan interaksi antara faktor biotik dengan abiotik.
2. Peserta dapat menjelaskan interaksi antarfaktor biotik.
3. Peserta dapat menjelaskan pola makan makhluk hidup dalam rantai makanan.
4. Peserta dapat menjelaskan pola makan makhluk hidup dalam jaring-jaring makanan.

C. Uraian Materi

Ekosistem merupakan suatu kesatuan yang lengkap, yang di dalamnya terdapat berbagai komunitas yang saling mempengaruhi (*berinteraksi*). Interaksi dalam ekosistem dapat terjadi antar organisme maupun antara organisme dengan lingkungannya. Hubungan antar organisme dapat bersifat saling menguntungkan, merugikan, bahkan saling berkompetisi. Pola-pola interaksi dalam ekosistem dapat berupa interaksi antar faktor biotik maupun antara faktor biotik dengan faktor abiotik, baik dalam tingkat spesies, populasi, maupun komunitas.

1. Interaksi Antara Faktor Biotik dengan Abiotik

Keberadaan faktor biotik atau organisme baik secara langsung maupun tidak langsung dipengaruhi oleh faktor abiotik. Faktor abiotik yang mempengaruhi organisme antara lain berupa kondisi tanah, kandungan unsur hara, iklim (kelembaban, suhu), kandungan air, dan topografi.

Suatu contoh yang sangat nyata, di daerah-daerah yang curah hujannya tinggi mempunyal jenis tumbuhan yang berbeda dengan daerah yang curah hujannya rendah. Hewan dan tumbuhan yang hidup di hutan berbeda dengan hewan atau tumbuhan yang hidup di padang rumput atau di gurun.

Selain itu, faktor abiotik juga dapat mempengaruhi populasi organisme. Misalnya populasi nyamuk akan meningkat sangat drastispada musim hujan, beberapa tumbuhan akan semakin cepat bertambah populasinya pada musim hujan. Sebaliknya, pada musim kemarau beberapa tumbuhan, misalnya rumput mengalami penurunan populasi.

2. Interaksi Antar Faktor Biotik

Interaksi antar faktor biotik dapat terjadi pada tingkat individu atau spesies, populasi. dan komunitas. Interaksi tersebut dapat berupa kompetisi, predasi, dan simbiosis.

a. Kompetisi

   Kompetisi adalah bentuk hubungan antara spesies yang satu dengan yang lain jika terjadi persaingan di antara mereka. Persaingan dapat terjadi karena faktor makanan, tempat hidup, atau pasangan hidup.

Contoh:

1) Kompetisi antara kambing, kerbau, dan sapi dalam usaha memenuhi kebutuhan makan yang berupa rumput.
2) Kompetisi antara tanaman jagung dengan rumput dalam memenuhi unsur hara dalam tanah.

b. Simbiosis

Simbiosis adalah hubungan erat antara dua organisme dan spesies yang berbeda yang hidup bersama di suatu daerah. Simbiosis dapat digolongkan menjadi tiga sebagai berikut:

1) Simbiosis mutualisme, jika kedua organisme mendapatkan keuntungan dari hubungan tersebut.

   Contoh:

   a) Simbiosis antara lebah dengan tanaman berbunga. Lebah mendapatkan makanan berupa nektar, sebaliknya lebah membantu penyerbukan.
   b) Simbiosis antara tanaman Leguminosae dengan bakteri *Rhizobium radicicolla*. *Rhizobium radicicolla* mampu menambat oksigen bebas untuk sumber energi. Gas nitrogen akan mengalami oksidasi menjadi ion nitrat, yang dapat diserap oleh tumbuhan Leguminosae.
   c) Simbiosis antara jamur Ascomycotina dangan alga hijau membentuk lumut kerak. Dalam lumut kerak jamur Ascomycotina menyerap unsur hara dan dalam tanah, termasuk air. Oleh alga hijau air dan CO_2 digunakan sebagai bahan dasar pembuatan makanan (zat gula) rnelalui fotosintesis.
   d) Simbiosis antara rayap dengan sejenis Flagellata yang hidup di dalam usus rayap. Flagellata yang hidup dalam usus rayap membantu pencernaan selulosa, dalam rangka memenuhi kebutuhan makannya.

2) Simbiosis komensalisme, jika salah satu organisme mendapat keuntungan, sedang organisme dirugikan.

Contoh:

a) Simbiosis antara ikan remora dengan ikan hiu. Ikan remora mendapatkan sisa-sisa makanan dan ikan hiu.
b) Simbiosis antara tanaman epifit dengan tumbuhan bertajuk tinggi. Tumbuhan menyediakan media tumbuh atau tempat menempel bagi tanaman epifit.
c) Simbiosis antara ikan badut dengan anemon laut. Anemon laut menyediakan persembunyian atau perangkap makanan bagi ikan badut.
d) Simbiosis parasitisme, jika salah satu organisme mendapat keuntungan, sedang organisme yang lain dirugikan. Organisme yang mendapat keuntungan dinamakan parasit, sedang yang mendapat kerugian dinamakan inang atau hospes. Organisme parasit mendapat keuntungan karena mendapat zat-zat makanan dan tubuh inang.

Contoh:

a) Kutu rambut pada kepala manusia (ektoparasit).
b) Pinjal pada kulit anjing (ektoparasit).
c) Cacing perut (*Ascaris lumbricoides*) dan cacing pita dalam usus manusia (endoparasit).
d) Benalu dan tali putri yang menempel pada tanaman tertentu, misalnya pada tanaman mangga, jambu, dan jeruk.

c. Antibiosis

Antibiosis adalah hubungan antara dua organisme yang satu menghambat pertumbuhan organisme yang lainnya.

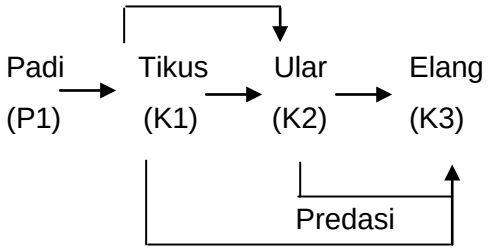
Contoh:

1) Jamur *Penicillium* menghambat pertumbuhan bakteri dengan mengeluarkan zat antibiotik penisilin.
2) Jamur *Aspergillus flavus* menghasilkan aflatoksin yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri.

d. Predasi

Predasi adalah hubungan antara pemangsa (predator) dengan mangsa. Predasi dapat dilihat dengan jelas pada rantai makanan atau jaring-jaring makanan, yaitu antara konsumen I dengan konsumen II atau antara

konsumen II dengan konsumen III. Organisme yang memakan organisme lain disebut predator. Perhatikan peristiwa predasi pada rantai makanan di di bawah ini.



3. Pola Makan

a. Rantai Makanan dan Jaring-Jaring Makanan

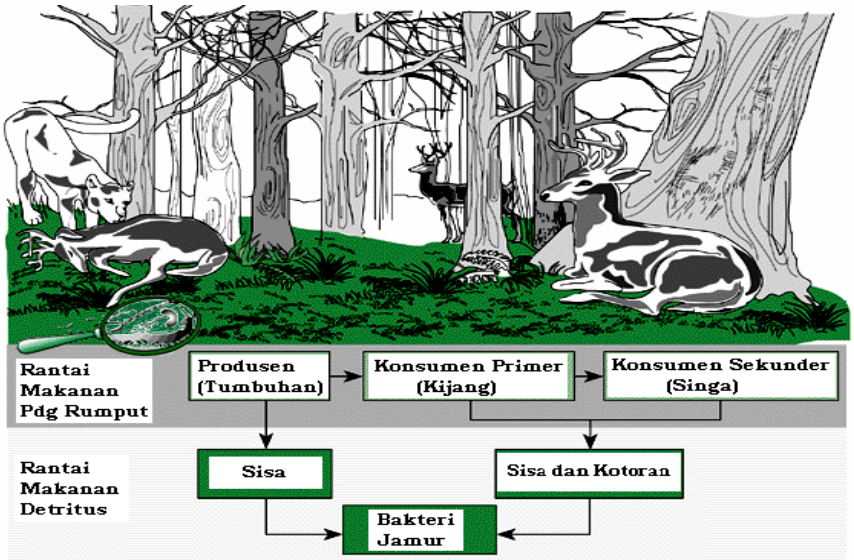
Selain terjadi interaksi antar faktor biotik di dalam rantai makanan terjadi pula interaksi faktor biotik-abiotik. Hubungan antar faktor biotik yang menyusun rantai makanan dengan faktor abiotik (lingkungan) dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Ketersediaan unsur hara dalam tanah sangat mempengaruhi kehidupan tumbuhan (produsen). Kelangsungan hidup secara langsung mempengaruhi kehidupan konsumen I, sebaliknya ketersediaan unsur hara dalam tanah tidak berpengaruh secara langsung terhadap konsumen. Hal yang sama dapat juga terjadi pada jaring-jaring makanan. Jaring-jaring makanan adalah sekumpulan rantai makanan yang saling berhubungan satu sama lain.

Pada hutan muda, jumlah total bahan organik makin meningkat setiap tahun dengan meningkatnya ukuran pohon. Ini pun merupakan penyimpanan, tetapi jika hutan menjadi dewasa, bahan organik akan hilang karena kematian dan kehancuran. Energi yang hilang (hancur) tersebut, jika ditambahkan dengan kehilangan karena dimakan hewan, maka jumlahnya sama dengan produk bersih tumbuhan. Dalam hal ini tidak ada pertambahan lebih lanjut dalam biomassa dari tahun ke tahun. Istilah biomassa digunakan untuk melukiskan seluruh bahan organik yang terdapat dalam satu ekosistem.

Jika sebagian biomassa suatu tumbuhan dimakan, energi itu diteruskan ke suatu heterotrof. Pada belalang misalnya, untuk tumbuh dan melaksanakan

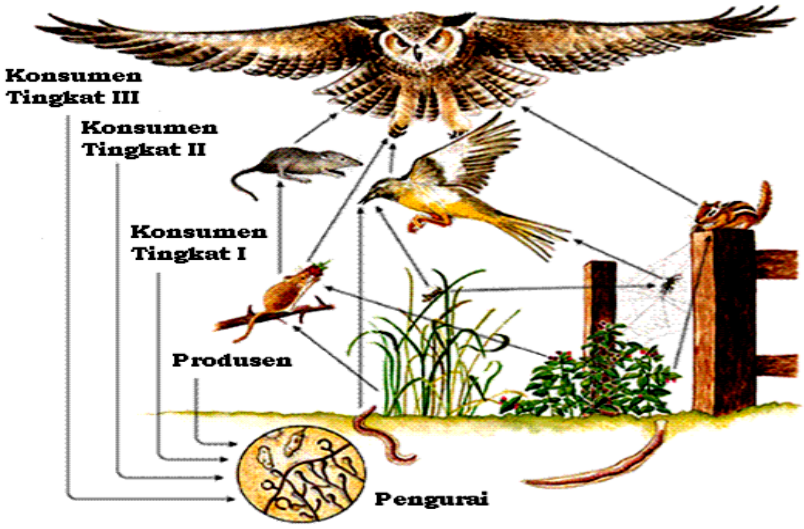
kegiatannya berkat energi yang tersimpan dalam tumbuhan yang dimakannya.

Pada gilirannya, herbivora akan menyediakan makanan untuk karnivora. Belalang tadi dapat dimakan oleh katak. Proses pemindahan energi dari makhluk ke makhluk dapat berlanjut. Katak dapat dimakan oleh ular, yang pada gilirannya ular dimakan oleh burung elang.



Gambar 3.1 Rantai makanan (Estella Lavelin at.al. 1998. Botani Visual Resource Library. Mc.Graw Hill Co.)

Lintasan konsumsi makanan seperti di atas di sebut "Rantai Makanan", atau "food chains" makanan berasal dari organisme autotrofik. Organisme yang langsung memakan tumbuhan disebut herbivor (konsumen primer), yang memakan herbivor disebut karnivor (konsumen sekunder), dan yang memakan konsumen sekunder disebut konsumen tersier. Setiap tingkatan organisme dalam satu rantai makanan disebut *tingkatan tropik.*



Gambar 3.2 Jaring-jaring makanan (Estella Lavelin at.al. 1998. Botani Visual Resource Library. Mc.Graw Hill Co.)

4. Aliran Energi melalui Rantai Makanan dan Jaring-jaring Makanan

Sinar matahari merupakan sumber energi di dalam ekosistem yang oleh tumbuhan hijau dapat diubah menjadi energi kimia dalam bentuk senyawa karbohidrat (glukosa) melalui proses fotosintesis. Reaksi fotosintesis adalah sebagai berikut.

$$6\,CO_2 + 12\,H_2O \xrightarrow{\text{klorofil}} C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 + 6\,H_2O$$

Karbondioksida air cahaya glukosa oksigen

Senyawa karbohidrat merupakan makanan bagi hewan pemakan tumbuhan. Istilah makanan disini adalah materi yang mengandung energi yang dapat digunakan oleh organisme. Tumbuhan hijau tidak memerlukan makanan dari organisme lainnya, tetapi menghasilkan makanan, oleh karena itu semua tumbuhan berklorofil seperti ganggang hijau, lumut, paku-pakuan, dan tumbuhan bunga disebut juga produsen. Kecuali ada beberapa jenis tumbuhan yang mempunyai keunikan dalam memperoleh makanannya, seperti tumbuhan pemakan serangga (kantung semar) dan bunga bangkai di kategorikan sebagai produsen juga sebagai konsumen.

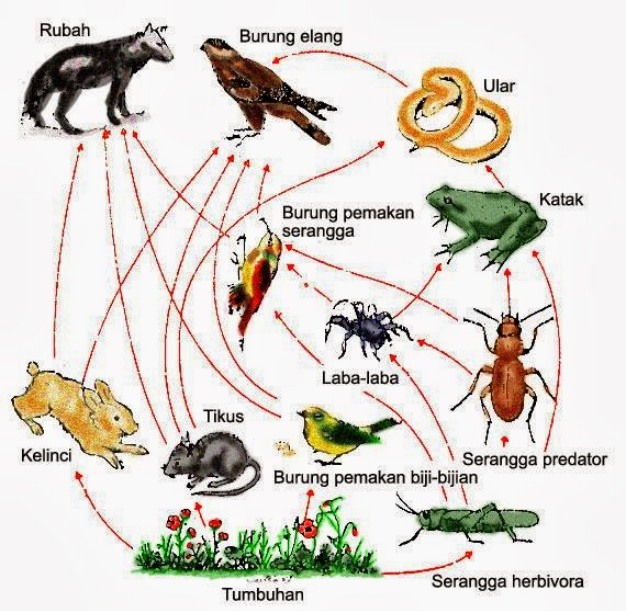
Tumbuhan hijau tidak dapat menghasilkan makanan tanpa adanya cahaya dan bahan baku seperti karbondioksida (CO_2) dan air. Makanan tidak hanya merupakan sumber energi langsung bagi konsumen tetapi juga merupakan sumber materi yang diperlukan untuk membangun tubuhnya.

Di ekosistem pekarangan, sawah dan kebun, kita dapat melihat ulat memakan daun-daunan dan ayam memakan padi dan rumput. Semua makhluk hidup memerlukan makanan untuk pertumbuhan dan aktivitas hidupnya. Padi tidak hanya dimakan oleh ayam saja tetapi juga oleh tikus. Di samping itu tikus juga memakan kentang, ubi jalar, jagung, dan sebagainya. Jadi hewan-hewan tersebut di atas tergantung pada tumbuh-tumbuhan, sedangkan tumbuhan hijau dapat membuat makanan sendiri.

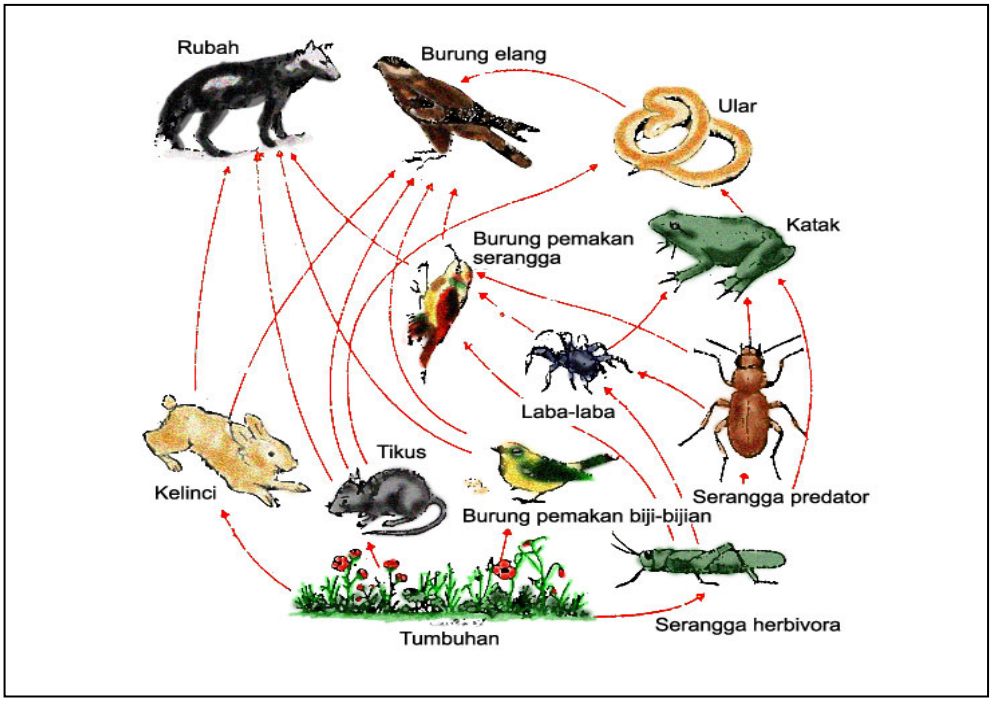
Ubi jalar dimakan tikus, tikus dimakan ular, ular dimakan lagi oleh burung elang. Disini terjadi perpindahan energi dan materi (zat) dari jagung ke tikus, dari tikus ke ular, dan dari ular ke burung elang. Melalui proses makan-dimakan terjadilah perpindahan energi dan materi ke dalam tubuh makhluk hidup. Perpindahan energi dari sumbernya melalui rangkaian organisme disebut rantai makanan. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa rantai makanan adalah serangkaian peristiwa makan-dimakan antar makhluk hidup.

Di dalam ekosistem jarang ditemukan rantai makanan sederhana seperti contoh di atas. Tumbuhan jagung tidak hanya dimakan oleh tikus, tetapi tumbuhan ini juga dimakan oleh ulat, kelinci, sapi, belalang, domba, kambing, kerbau, kijang, dan bijinya dimakan oleh ayam, bebek, dan manusia. Tikus tidak hanya dimakan oleh ular tetapi juga dimakan oleh kucing, Kucing makanannya tidak hanya tikus saja, tetapi juga burung gereja, ikan, nasi, daging sapi. Burung elang tidak selalu memakan ular, burung elang juga memakan ayam, burung, katak, tikus, kelinci, dan atau marmot.

Jika diagram rantai makanan ini dibuat banyak sekali dan berbentuk jalin menjalin antara rantai makanan yang satu dengan yang lainnya, maka akan berbentuk seperti jaring-jaring. Oleh karena itu, rantai makanan yang jalin menjalin itu disebut juga jaring-jaring makanan. Dalam dunia kehidupan proses makan-dimakan seperti yang diuraikan di atas disebut jaring-jaring kehidupan.



Gambar 3.3 Jaring-jaring Makanan di Ekosistem Air Tawar (Sumber: Soemarwoto 1, 1980)



Gambar 3.4. Jaring-jaring Makanan di ekosistem darat (sumber : http://www.e-dukasi.net/modul_online/)

D. Aktivitas Pembelajaran

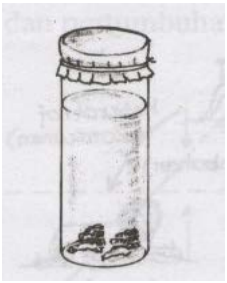
Saling Ketergantungan Antara Hewan dan Tumbuhan

Alat dan Bahan :

- Botol, 4 buah
- Plastik transparan, 4 buah
- Karet gelang, 4 buah
- Tanaman air, 4 pohon
- Siput air, 4 ekor
- Air yang sudah disimpan selama 48 jam
- Larutan metilen biru atau larutan biru brom timol

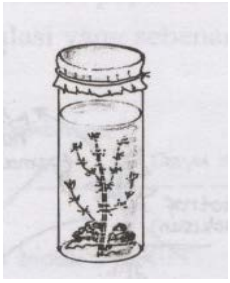
Cara Kerja :

1. Berilah tanda A, B, C, dan D pada keempat botol atau gelas.
2. Isi botol dengan air dan beberapa tetes larutan metilen biru yang telah disediakan
3. Botol A diisi dengan 2 ekor siput. Botol B diisi 2 pohon tanaman air (bagian pucuk). Botol C diisi dengan 2 ekor siput dan 2 pohon tanaman air. Botol D dibiarkan kosong.
4. Tutuplah masing-masing botol dengan plastik dan ikat dengan karet gelang.
5. Letakkan keempat botol tersebut pada tempat yang cukup mendapat sinar matahari.
6. Lakukan pengamatan selama 2 hari pada pagi hari dan siang hari.
7. Catat hasilnya dalam tabel pengamatan yang telah disiapkan.

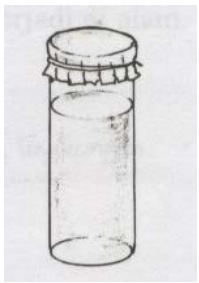


Tabung A
2 ekor siput air

Tabung B
2 tanaman air



Tabung C
siput dan tanaman air



Tabung D
tanpa makhluk hidup

Perangkat Percobaan Saling Ketergantungan Antara Hewan dan Tumbuhan

Hasil Pengamatan

Tabel 3.1. Pengamatan Saling Ketergantungan Antara Hewan dan Tumbuhan

Hari ke-	Warna Air							
	Botol A		Botol B		Botol C		Botol D	
	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang	Pagi	Siang
1								
2								

Catatan : Amati tiap Botol A dengan teliti, segera setelah terjadi perubahan warna keluarkan siput dari botol supaya siput tersebut tidak mati.

Tabel 3.2. Perubahan Warna Larutan Metilen Biru

Perubahan Warna Larutan Metilen Biru	Berwarna kuning, jika CO_2 lebih banyak dari O_2 di dalam air
	Berwarna biru, jika O_2 lebih banyak dari CO_2 di dalam air
	Tidak berwarna atau biru muda, O_2 seimbang dengan CO_2 di dalam air

Pertanyaan

1. Mengapa botol percobaan diatas diletakkan pada tempat yang cukup mendapatkan sinar matahari ?
2. Bandingkan botol B dan botol C, perbedaan apakah yang terlihat pada hasil akhir?
3. Bandingkan botol A dan B, perbedaan akhir apakah yang diperlihatkan?
4. Bagaimana hasil akhir pada botol C ? Apa yang dapat disimpulkan dari data tersebut?
5. Berdasarkan hasil pengamatan ternyata :
   a. ..... menghasilkan oksigen untuk pernapasan
   b. ..... mengeluarkan karbondioksida yang digunakan oleh tanaman air untuk .....
6. Apa yang dapat disimpulkan dari hasil kegiatanmu?

E. Latihan/Kasus/Tugas

Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, atau D pada jawaban yang kamu anggap benar!

1. Cara hidup bersama antar dua jenis makhluk hidup yang berbeda jenisnya disebut . . . .
   A. simbiosis
   B. ekosistem
   C. ekologi
   D. Biosfer

2. Simbiosis dua jenis makhluk hidup yang saling menguntungkan disebut simbiosis . . . .
   A. komensalisme
   A. mutualisme
   C. parasitisme
   D. Kanibalisme

3. Hubungan yang merupakan contoh simbiosis parasitisme adalah . . . .
   A. antara tali putri dengan kembang sepatu
   B. antara kerbau dengan burung
   C. antara tumbuhan paku dengan tumbuhan inangnya
   D. antara ikan remora dengan ikan hiu

4. Setiap makhluk hidup bergantung pada lingkungan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, tumbuhan yang bermanfaat . . . .
   A. dibatasi
   B. dikembangbiakkan
   C. Dibiarkan liar
   D. Dimusnahkan

5. Perubahan ekosistem di muka bumi ini terutama disebabkan oleh . . . .
   A. tumbuhan dan hewan yang selalu berkembang biak
   B. manusia yang selalu menuntut kemajuan
   C. adanya bencana alam
   D. iklim yang tidak menentu

F. Rangkuman

Tidak satu pun jenis makhluk hidup yang bisa hidup sendiri. Makhluk hidup dalam kehidupannya akan melakukan hubungan timbal balik dengan segala sesuatu di sekitarnya. Hubungan timbal balik atau interaksi antara makhluk hidup

dengan lingkungannya dapat berlangsung dalam berbagai bentuk. Bentuk hubungan itu dapat dalam bentuk rantai makanan dan simbiosis ataupun antibiosis.

Rantai makanan merupakan transfer atau pemindahan energi dari sumbernya melalui serangkaian organisme yang dimakan dan yang memakan (Odum, 1993 dalam Indriyanto, 2006). Energi makanan yang dibuat oleh tumbuhan hijau itu sebagian digunakan untuk dirinya sendiri dan sebagian lain merupakan sumber daya yang dimanfaatkan oleh herbivora. Herbivora dimangsa oleh karnivora, dan karnivora dimangsa oleh karnivora lainnya, demikian seterusnya terjadilah proses pemindahan energi dan materi dari satu organisme ke organisme lain dan lingkungannya. Dari hal tersebut dapat terlihat bahwa suatu kehidupan dapat menyokong kehidupan lainnya.

Jaring makanan, yaitu gabungan dari berbagai rantai makanan (Odum, 1993). Semua rantai makan dalam suatu ekosistem tidak berdiri sendiri, melainkan saling berkaitan antarrantai makanan. Bahkan di dalam ekosistem, ketiga kelompok rantai makanan yang telah disebutkan di atas (rantai pemangsa, rantai parasit, dan rantai saprofit) saling berkaitan. Dengan kata lain, jika tiap-tiap rantai makanan yang ada di dalam ekosistem disambung-sambungkan dan membentuk gabungan rantai makan yang lebih kompleks, maka terbentuk jaring makanan.

Jaring makanan dalam suatu ekosistem dapat menggambarkan kestabilan ekosistem tersebut. Makin banyak rantai makanan dan makin besar kemungkinan terbentuknya gabungan dalam jaring makanan, untuk menjaga kestabilan ekosistem makin tinggi. Oleh karena itu untuk menjaga kestabilan ekosistem, di dalam setiap kegiatan pengelolaan sumber daya alam tidak diperkenankan memutuskan rantai makanan yang ada, apalagi menghilangkan satu atau lebih rantai makanan yang ada dalam ekosistem.

Fenomena interaksi yang terjadi dalam rantai makanan dan hubungan antara ukuran organisme dan metabolismenya menghasilkan berbagai komunitas dengan struktur trofik tertentu. Struktur dan fungsi trofik dapat terlihat pada masing-masing tipe piramida.

Hubungan antarkomponen dalam ekosistem menyebabkan terjadinya proses pemindahan mineral dan energi yang berjalan melalui rantai makanan dan jaring

makanan. Adanya aliran energi dan siklus materi yang berjalan melalui rantai makanan dan jaring makanan menyebabkan rantai makanan dan jaring makanan menjadi salah satu proses ekologi yang mewujudkan hubungan timbal balik antarorganisme dengan lingkungannya.

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 80%, silahkan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali mempelajari kegiatan Pembelajaran ini.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4:
ASAM, BASA DAN GARAM

Kata ”asam” berasal dari bahasa Latin *“acidum”* atau *“acid”* dalam bahasa Inggris. Kata asam ini dikaitkan dengan rasa asam dari senyawa-senyawanya. Lawan dari asam yaitu ”alkali”, kata ini berasal dari bahasa Arab yang berarti abu tanam-tanaman. Senyawa alkali lebih dikenal dengan nama basa. Menurut Rouelle (1774), basa dapat bereaksi dengan asam membentuk garam. Banyak contoh garam yang digunakan dalam kehidupan. Yang paling sering digunakan adalah garam dapur atau natrium klorida.

Pada modul ini akan diuraikan tentang larutan asam, basa, dan garam serta indikator asam basa. Materi tentang larutan asam, basa dan garam pada Kurikulum 2013 disajikan di kelas VII semester 1 SMP dengan Kompetensi Dasar (KD) sebagai berikut. KD dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) Aspek Pengetahuan: 3.2 Mengidentifikasi ciri hidup dan tak hidup dari benda-benda dan makhluk hidup yang ada di lingkungan sekitar, KD dari kompetensi Inti 4 (KI 4) 4.7 Melakukan penyelidikan untuk menentukan sifat larutan yang ada di lingkungan sekitar. Kompetensi guru pada PKB *grade* 2 untuk materi ini adalah 20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori IPA serta penerapannya secara fleksibel.

A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan peserta dapat:

1. Memahami konsep asam, basa, garam dan indikator asam basa
2. Menjelaskan sifat asam, basa, dan garam melalui percobaan
3. Menjelaskan cara pembuatan dan penggunaan indikator alam mengelompokkan bahan kimia kedalam asam, basa dan netral

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan dicapai melalui kegiatan ini adalah:

1. Menjelaskan sifat asam, basa, dan garam
2. Menyebutkan sifat bahan kimia berdasarkan sifat asam dan sifat basa
3. Menentukan sifat asam, netral, dan basa dari bahan-bahan kimia sehari-hari dengan menggunakan indikator alam dan buatan
4. Mengelompokkan bahan kimia berdasarkan sifat asam dan sifat basa

C. Uraian Materi

Berikut ini Anda dapat mempelajari materi tentang asam, basa dan garam mulai dari sifat, rumus, reaksi-reaksi dan kegunaan dalam kehidupan sehari-hari.

Gambar 4.1 Buah jeruk mengandung asam sitrat

Apa yang anda pikirkan pada saat mendengar kata asam? Semua orang mengenal kata asam dari hal-hal yang rasanya asam seperti buah apel, jeruk, dan buah-buahan lainnya. Selain itu dikenal beberapa larutan asam yang sering digunakan seperti asam cuka dan asam sulfat. Asam berhubungan juga dengan penyakit serta masalah pencemaran lingkungan contohnya kelebihan asam lambung dan hujan asam.

Sebenarnya banyak kegunaan asam dalam kehidupan sehari-hari misalnya asam cuka untuk memasak, asam askorbat dalam vitamin C dan asam sulfat yang digunakan dalam aki. Selain asam ada juga senyawa basa dikenal dalam kehidupan sehari-hari seperti aluminium hidroksida dan magnesium hidroksida yang terdapat pada obat maag dan kalsium hidroksida atau air kapur.

Asam-basa juga dikenal di bidang pertanian dan lingkungan hidup yaitu berkaitan dengan pH atau derajat keasaman tanah atau air. Pengukuran pH dapat dilakukan dengan indikator universal.

Larutan asam, basa, dan garam memiliki sifat yang berbeda. Hal ini dapat diamati melalui suatu percobaan dengan menggunakan indikator atau dengan mempelajari rumus dan reaksi-reaksinya. Salah satu cara yang paling mudah

untuk membedakan sifat larutan asam dan basa yaitu dengan menggunakan lakmus merah dan lakmus biru.

Tabel 4.1 Sifat larutan berdasarkan perubahan warna kertas lakmus

Larutan		Warna lakmus merah dan biru	Sifat
Asam klorida Asam sulfat Asam nitrat	HCl H_2SO_4 HNO_3	Lakmus biru berubah menjadi merah	Asam
Gula (glukosa) Garam (natrium klorida)	$C_6H_{12}O_6$ NaCl	Tidak terjadi perubahan warna	Netral
Amonia Natrium hidroksida Natrium karbonat	NH_3 NaOH Na_2CO_3	Lakmus merah berubah menjadi biru	Basa

Dari data tabel tersebut diketahui bahwa larutan asam, basa, dan garam dapat dibedakan dengan menggunakan lakmus merah dan lakmus biru. Larutan asam dapat merubah warna lakmus biru menjadi merah, larutan basa mengubah warna lakmus merah menjadi biru. Larutan yang netral tidak mengubah warna lakmus merah maupun biru.

1. Larutan Asam

Asam merupakan zat yang larutannya berasa asam dan dapat memerahkan warna lakmus biru. Senyawa asam sangat banyak tetapi dapat dikelompokkan berdasarkan jenis dan sifatnya.

a. Sifat Asam

Asam merupakan larutan elektrolit yang dalam air terurai menghasilkan ion positif dan ion negatif. Menurut Arrhenius, jika asam dilarutkan dalam air akan terjadi reaksi ionisasi sebagai berikut:

$H_xZ\ (aq) \longrightarrow x\ H^+\ (aq) + Z^{x-}\ (aq)$ atau

$H_xZ\ (aq) + H_2O(l) \longrightarrow x\ H_3O^+\ (aq) + Z^{x-}\ (aq)$

Asam akan melepaskan ion H^+ atau ion H_3O^+. Ion H_3O^+ terjadi karena ion H^+ diikat oleh molekul air. Reaksi ionisasi asam biasanya ditulis dengan melepaskan ion H^+. Ion H^+ inilah yang merupakan pembawa sifat asam.

Contoh reaksi ionisasi beberapa larutan asam:

1) $HCl\ (aq) \longrightarrow H^+\ (aq) + Cl^-(aq)$
2) $H_2SO_4\ (aq) \longrightarrow 2H^+\ (aq) + SO_4^{2-}\ (aq)$
3) $CH_3COOH(aq) \longrightarrow H^+\ (aq) + CH_3COO^-\ (aq)$

b. Pengelompokan Asam

Asam dapat dikelompokkan berdasarkan jumlah ion H^+ yang dilepaskannya, rumusnya, dan kekuatannya.

Berdasarkan jumlah ion H^+ yang dilepaskan, senyawa asam dikelompokkan menjadi senyawa asam *monoprotik, diprotik, dan tripotik.*

1) *Asam monoprotik*, yaitu asam yang melepaskan **satu** ion H^+ dalam pelarut air, misalnya:
   a) $HCl(aq) \longrightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$
   b) $HNO_3(aq) \longrightarrow H^+(aq) + NO_3^-(aq)$
   c) $CH_3COOH(aq) \longrightarrow H^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$
2) *Asam diprotik*, yaitu asam yang melepaskan **dua** ion H^+ ke dalam pelarut air, misalnya:
   a) $H_2SO_4(aq) \longrightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$
   b) $H_2S_iO_3(aq) \longrightarrow 2H^+(aq) + S_iO_3^{2-}(aq)$
   c) $H_2S(aq) \longrightarrow 2H^+(aq) + S^{2-}(aq)$
3) *Asam tripotik, yaitu asam yang melepaskan tiga ion H+ ke dalam pelarut air,* misalnya:
   a) H3PO4 (aq) ⟶ 3H+ (aq) + PO43- (aq)
   b) H3PO3 (aq) ⟶ 3H+ (aq) + PO33- (aq)

   Berdasarkan rumus kimianya, senyawa asam dibedakan sebagai asam *non oksi, asam oksi, dan asam organik.*

1) Asam non oksi yaitu asam yang tidak mengandung oksigen. Contoh beberapa asam non oksi dan reaksi ionisasinya dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Beberapa contoh asam nonoksi

Rumus Senyawa	Nama Asam	Reaksi Ionisasi
HF	Asam fluorida	$HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$
HCl	Asam klorida	$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$
HBr	Asam bromida	$HBr \rightleftharpoons H^+ + Br^-$
HCN	Asam sianida	$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$
H_2S	Asam sulfida	$H_2S \rightleftharpoons 2H^+ + S^{2-}$

2) Asam oksi yaitu asam yang mengandung oksigen

Contoh beberapa asam oksi dan reaksi ionisasinya dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Beberapa contoh asam oksi

Rumus Senyawa	Nama Asam	Reaksi Ionisasi
$HClO$	Asam hipoklorit	$HClO \rightleftharpoons H^+ + ClO^-$
HNO_3	Asam nitrat	$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$
H_2SO_4	Asam sulfat	$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$
H_2CO_3	Asam karbonat	$H_2CO_3 \rightleftharpoons 2H^+ + CO_3^{2-}$
H_3PO_4	Asam fosfat	$H_3PO_4 \rightleftharpoons 3H^+ + PO_4^{3-}$

3) Asam organik yaitu asam oksi yang umumnya terdapat pada senyawa organik.

Contoh asam organik dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Beberapa contoh asam organik

Rumus Senyawa	Nama Asam	Reaksi Ionisasi
$HCOOH$	Asam format	$HCOOH \rightleftharpoons H^+ + HCOO^-$
CH_3COOH	Asam asetat	$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$
C_2H_5COOH	Asam propionat	$C_2H_5COOH \rightleftharpoons H^+ + C_2H_5COO^-$
C_6H_5COOH	Asam benzoat	$C_6H_5COOH \rightleftharpoons H^+ + C_6H_5COO^-$

Berdasarkan kekuatannya, asam terdiri dari asam kuat dan asam lemah yang ditentukan oleh besarnya derajat ionisasi asam di dalam air.

1) *Asam kuat* yaitu asam yang derajat ionisasinya sama dengan 1 atau mengalami ionisasi sempurna, misalnya: HCl, HBr, HI, HNO_3, $HClO_3$, $HClO_4$, dan H_2SO_4.
2) *Asam lemah* yaitu asam yang derajat ionisasinya kurang dari 1 atau mengalami ionisasi sebagian, seperti: HCOOH, CH_3COOH, H_2CO_3, HCN, dan H_2S.

c. Pembentukan Asam dari Oksida Non Logam

Asam dapat dihasilkan dari reaksi antara senyawa oksida non logam dengan air.

Contoh : $CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$

$N_2O_5 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3$

$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$

d. Asam Dalam Kehidupan Sehari-hari

Sumber: Google Images
Gambar 4.2 Tomat

Buah-buahan umumnya mengandung asam sitrat atau asam askorbat. Seperti jeruk, tomat, apel dan nenas. Asam askorbat dikenal dengan nama *vitamin C*. Asam asetat terdapat di dalam cuka dapur yang umumnya di kemas dalam botol atau plastik dengan kadar 25%.

Berikut ini beberapa asam yang ada di sekitar kita dan keberadaannya.

Tabel 4.5 Beberapa asam yang ada di sekitar kita

Nama	Keberadaan
Asam askorbat	Dalam buah-buahan dikenal sebagi vitamin C
Asam sitrat	Dalam jus jeruk atau buah-buahan
Asam asetat	Dalam cuka dapur
Asam klorida	Dalam asam lambung, pembersih lantai
Asam laktat	Dalam susu asam
Asam fosfat	Dalam bahan pupuk
Asam sulfat	Dalam aki mobil dan bahan pupuk

Asam sulfat diproduksi secara besar-besaran di pabrik karena banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan produk sehari-hari seperti pembuatan zat warna pada cat, pupuk, pemutih kain, plastik, pembersih logam, sabun, dan penyamakan kulit. Selain banyak manfaatnya, asam dapat pula menimbulkan pencemaran udara dan air sehingga merusak lingkungan misalnya pada logam-logam dan bangunan.

Gambar 4.3 Reaksi batu karang dengan asam

Asam bersifat korosif. Jika terkena logam dan marmer akan menimbulkan reaksi. Limbah pabrik yang mengandung asam sangat berbahaya jika dibuang ke sungai atau ke laut karena menimbulkan korosi pada bangunan atau jembatan dan batu karang

Di beberapa daerah, sekarang telah terjadi hujan asam. Asap kendaraan yang mengandung gas karbon dioksida akan bereaksi dengan air membentuk asam karbonat. Sedangkan asap pabrik yang mengeluarkan gas sulfur dioksida bereaksi dengan air membentuk asam sulfat, dan gas nitrogen dioksida bereaksi dengan air menghasilkan asam nitrat.

Sumber: http://www.pollutionissues.com/A-Bo/Air-Pollution.html
http://environment.nationalgeographic.com/

Gambar 4.4 Asap pabrik dan akibat hujan asam

2. Larutan Basa

Orang yang sakit maag atau kelebihan asam lambung biasanya diobati dengan obat maag atau *antacid*. Antacid mengandung senyawa basa sehingga dapat mengurangi kelebihan asam lambung.

a. Sifat Basa

Basa mempunyai sifat kebalikan dari asam. Larutannya dapat membirukan lakmus merah, karena itu jika kita mereaksikan asam dengan basa pada jumlah yang sama akan menghasilkan larutan netral.

Menurut Arrhenius, jika basa dilarutkan dalam air akan terjadi reaksi ionisasi dan terbentuk ion OH^-, sehingga ion OH^- merupakan pembawa sifat basa. Reaksi ionisasi basa secara umum dapat ditulis sebagai berikut:

$$L(OH)_x(aq) \longrightarrow L^+(aq) + x\ OH^-(aq)$$

Beberapa senyawa basa yang banyak digunakan adalah NaOH, $Ca(OH)_2$, dan $Mg(OH)_2$.

$$NaOH(aq) \longrightarrow Na+(aq) + OH-(aq)$$
$$Ca(OH)2(aq) \longrightarrow Ca2+(aq) + 2OH-(aq)$$
$$Mg(OH)_2(aq) \longrightarrow Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

b. Pengelompokan Basa

Basa dapat dikelompokkan berdasarkan jumlah ion OH^- yang dilepaskannya dan kekuatannya. Berdasarkan ion OH^- yang dilepaskan di dalam larutannya, basa dikelompokkan menjadi basa monohidroksi dan basa polihidroksi. Basa monohidroksi yaitu basa yang melepaskan satu ion OH^- dalam larutannya, sedangkan basa polihidroksi yaitu basa yang melepaskan lebih dari satu ion OH^- dalam larutannya. Beberapa contoh senyawa basa dan reaksi ionisasinya tertera pada Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Beberapa contoh senyawa basa

Rumus Senyawa Basa	Nama Basa	Reaksi Ionisasi
Basa Monohidroksi		
LiOH	Litium hidroksida	$LiOH \longrightarrow Li^+ + OH^-$
NaOH	Natrium hidroksida	$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$
KOH	Kalium hidroksida	$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$
Basa Polihidroksi		
$Mg(OH)_2$	Magnesium(II)hidroksida	$Mg(OH)_2 \longrightarrow Mg^{2+} + 2OH^-$
$Ba(OH)_2$	Barium(II)hidroksida	$Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{2+} + 2OH^-$
$Al(OH)_3$	Aluminium(III)hidroksida	$Al(OH)_3 \longrightarrow Al^{3+} + 3OH^-$
$Fe(OH)_2$	Besi(II)hidroksida	$Fe(OH)_2 \longrightarrow Fe^{2+} + 2OH^-$
$Fe(OH)_3$	Besi(III)hidroksida	$Fe(OH)_3 \longrightarrow Fe^{3+} + 3OH^-$

Berdasarkan kekuatannya, basa terdiri dari basa kuat dan basa lemah yang ditentukan oleh besarnya derajat ionisasi basa di dalam larutan air.

1. Basa kuat yaitu basa yang derajat ionisasinya sama dengan 1 atau mengalami ionisasi sempurna, misalnya: LiOH, NaOH, KOH.
2. Basa lemah yaitu basa yang derajat ionisasinya lebih kecil dari 1 atau mengalami ionisasi sebagian seperti: $Mg(OH)_{2,}$ $Al(OH)_{3,}$ dan $NH_3(aq)$.

c. Pembentukan Basa Dari Oksida Logam

Basa dapat dihasilkan dari reaksi antara senyawa oksida logam dengan air.

Contoh :

$$Na_2O + H_2O \longrightarrow 2NaOH$$
$$K_2O + H_2O \longrightarrow 2KOH$$
$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$
$$MgO + H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2$$

d. Basa dalam Kehidupan Sehari-hari

Beberapa senyawa basa terdapat didalam berbagai produk yang digunakan sehari-hari.

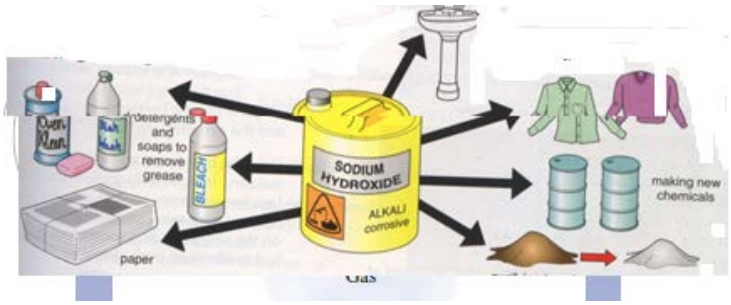
Gambar 4.5 Bahan sehari-hari yang mengandung basa

Contoh nama senyawa basa pada beberapa produk tertera pada Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Beberapa basa yang ada di sekitar kita

Nama	Keberadaan
Amonia atau amonium hidroksida	Dalam pupuk dan bahan pembersih kaca
Kalsium hidroksida	Dalam air kapur, untuk cat tembok
Magnesium hidroksida	Dalam obat antacid
Natrium hidroksida	Dalam sabun dan pembersih

Basa yang banyak digunakan untuk produk industri adalah natrium hidroksida (NaOH) yang dikenal sebagai soda api. NaOH banyak digunakan untuk pembuatan sabun, detergen, dan bahan pembersih lain seperti pada gambar berikut.



Sumber . Chemistry for You

Gambar 4.6 Produk dari natrium hidroksida

Basa umumnya bersifat higroskopis atau mudah menyerap air, sehingga akan cepat rusak jika disimpan dalam keadaan terbuka. Jika terkena tangan akan terasa panas atau gatal.

3. Larutan Garam

Garam yang paling dikenal adalah natrium klorida dengan rumus senyawa NaCl. Garam dapur terkandung di dalam air laut dengan jumlah yang cukup banyak sehingga garam dapur dapat diperoleh dengan menguapkan air laut. Di beberapa tempat, garam dapur dapat juga ditambang dari bumi. Untuk memurnikannya dilakukan proses pemisahan campuran.

a. Sifat-sifat garam

Natrium klorida tidak mengubah warna lakmus merah menjadi biru atau lakmus biru menjadi merah. Hal ini berarti larutannya bersifat netral. Di laboratorium, garam dapur dapat dibuat dari reaksi antara asam dan basa.

Reaksi pembentukan garam dari asam dan basa disebut *penetralan* atau *reaksi netralisasi*.

Reaksinya: $HCl(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$

Asam klorida — Natrium hidroksida — Natrium klorida — Air

Garam umumnya berbentuk kristal. Pada umumnya garam terjadi karena adanya penggantian ion hidrogen pada asam oleh ion logam. Selain itu pembentukan kristal garam NaCl dapat diperoleh dengan mencampurkan larutan jenuh natrium nitrat dengan larutan jenuh kalium klorida. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:

$$NaNO_3(aq) + KCl(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + KNO_3(l)$$

Tabel 4.8 Tata nama garam

Asam		Ion Logam	Garam	
Nama	Rumus		Nama	Rumus
Asam klorida	HCl	Na^+ K^+	Natrium klorida Kalium klorida	NaCl KCl
Asam sulfat	H_2SO_4	Na^+ Mg^{2+}	Natrium sulfat Magnesium sulfat	Na_2SO_4 $MgSO_4$
Asam fosfat	H_3PO_4	K^+ Ca^{2+}	Kalium fosfat Kalsium fosfat	K_3PO_4 $Ca_3(PO_4)_2$

b. Pengelompokan Garam

Garam dapat dikelompokkan berdasarkan sifat asam basa dan kelarutannya. Garam ada yang bersifat asam, basa, dan netral. Sifat asam basa suatu garam bergantung pada jenis asam basa pembentuknya. Beberapa garam, asam basa pembentuknya, dan sifatnya tertera pada Tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9 Rumus, nama dan sifat garam

Rumus	Nama	Asam pembentuk	Basa pembentuk	Sifat Garam
NaCl	Natrium klorida	HCl	NaOH	Netral
Na_2CO_3	Natrium karbonat	H_2CO_3	NaOH	Basa
Na_2SO_4	Natrium sulfat	H_2SO_4	NaOH	Netral
KCN	Kalium sianida	HCN	KOH	Basa
NH_4Cl	Amonium klorida	HCl	NH_4OH	Asam

Berdasarkan kelarutannya, garam ada yang mudah larut dan sukar larut dalam air. Contohnya tertera pada Tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10 Garam yang mudah larut dan sukar larut

Garam yang mudah larut		Garam yang sukar larut	
Rumus	Nama	Rumus	Nama
NaCl	Natrium klorida	AgCl	Perak klorida
$CaCl_2$	Kalsium klorida	$PbCl_2$	Timbal (II) klorida
KI	Kalium iodida	PbI_2	Timbal (II) iodida
KNO_3	Kalium nitrat	$CaCO_3$	Kalsium karbonat
$Pb(NO_3)_2$	Timbal(II)nitrat	$BaCO_3$	Barium karbonat

c. Reaksi Penggaraman

Garam banyak kegunaannya dalam kehidupan. Untuk memenuhi kebutuhan itu maka garam banyak diproduksi di pabrik. Selain melalui reaksi antara asam dan basa, garam juga dapat dibuat dengan mereaksikan asam dengan logam atau asam dengan senyawa karbonat

Contoh:

Asam	+	logam	⟶	garam	+	Hidrogen		
H_2SO_4	+	Mg	⟶	$MgSO_4$	+	H_2		
Asam	+	senyawa karbonat	⟶	garam	+	karbon dioksida	+	air
2 HCl	+	$CaCO_3$	⟶	$CaCl_2$	+	CO_2	+	H_2O

Pembuatan kristal garam biasanya dilakukan melalui reaksi antara larutan asam dengan senyawa oksida basa dan senyawa karbonat.

Reaksi pembentukan garam tembaga (II) sulfat adalah:

$CuO(s) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow CuSO_4(s) + H_2O(l)$

Garam yang sukar larut dapat pula dibuat dengan cara reaksi pengendapan. Contohnya pembuatan garam timbal(II)iodida dari reaksi antara timbal(II)nitrat dengan kalium iodida.

Reaksi yang terjadi adalah:

$$Pb(NO_3)_2(aq) + 2\,KI(aq) \longrightarrow PbI_2(s) + 2\,KNO_3(aq)$$

Reaksi yang terjadi dapat ditulis dalam reaksi ion-ionnya saja

$$Pb^{2+}(aq) + I^-(aq) \longrightarrow PbI_2(s)$$

Garam PbI_2 yang sukar larut akan mengendap, sedangkan ion K^+ dan NO_3^- tidak mengalami perubahan dan tetap berada dalam larutan sehingga tidak dituliskan dalam reaksi ion.

Contoh reaksi pembuatan garam melalui pengendapan:

$$Pb(NO_3)_2(aq) + 2\,KCl(aq) \longrightarrow PbCl_2(s) + 2\,KNO_3(aq)$$

$$BaCl_2(aq) + 2\,Na_2CO_3(aq) \longrightarrow BaCO_3(s) + 2\,NaCl(aq)$$

$$AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \longrightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$$

$$AgNO_3(aq) + KI(aq) \longrightarrow AgI(s) + NaNO_3(aq)$$

d. Garam dalam kehidupan sehari-hari

Beberapa senyawa garam banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari misalnya di bidang pertanian, kedokteran, farmasi, dll. Kegunaan beberapa senyawa garam dalam kehidupan sehari-hari tertera pada Tabel 4.11 berikut.

Tabel 4.11 Kegunaan beberapa garam dalam kehidupan sehari-hari

Bidang	Senyawa Garam		Kegunaan
	Rumus	Nama	
Pertanian	$CuSO_4$	Tembaga (II) Sulfat	Membasmi jamur tanaman seperti anggur dan kentang
Kedokteran	$CaSO_4.2H_2O$	Kalsium sulfat dihidrat	Gips untuk patah tulang
	CaF_2	Kalsium fluorida	Menguatkan email gigi
Rumah tangga	Na_2CO_3	Natrium karbonat	Bahan-bahan alat pembersih
	$NaHCO_3$	Natrium hidrogen karbonat	Soda kue
	NaCl	Natrium klorida	Penambah rasa asin

Penambahan larutan asam ke dalam larutan basa akan menghasilkan larutan yang netral, jika jumlah ion H^+ dari asam sama dengan ion OH^- dari basa. Reaksi penetralan banyak digunakan dalam berbagai bidang sangat membantu kehidupan manusia.

Contoh:

Di bidang pertanian, tanah biasanya bersifat asam, sedangkan banyak tumbuhan yang tumbuh baik pada suasana basa. Umumnya petani menetralisir asam dengan menggunakan kapur. Di bidang kesehatan contohnya Darah mempunyai pH sekitar 7,3 yang berarti sedikit basa. Penyuntikan obat-obatan melalui infus harus berisi cairan dengan pH yang hampir sama. Perubahan pH pada darah seseorang dapat mengakibatkan kematian. Cairan dalam lambung manusia bersifat asam dengan pH sekitar 2. Jika terlalu asam akan menyebabkan gangguan pencernaan makanan. Cara menetralisir kelebihan asam yaitu dengan menelan antacid seperti magnesium hidroksida, aluminium hidroksida, magnesium karbonat, dan natrium bikarbonat.

4. Mengidentifikasi Sifat Asam, Basa, dan Garam

Sifat asam, basa, dan garam dapat diidentifikasi dengan menggunakan indikator. Indikator asam basa adalah zat yang dapat berubah warna dalam keadaan asam atau basa. Indikator asam basa ada yang berupa indikator buatan dan indikator alam.

a. Indikator Buatan

Gambar 4.7 Lakmus merah dan lakmus biru

Indikator buatan adalah indikator yang sudah dibuat di laboratorium atau di pabrik alat-alat kimia, kita tinggal menggunakannya. Untuk mengidentifikasi sifat asam, basa, dan garam biasanya digunakan *kertas lakmus*. Kertas lakmus terdiri dari lakmus merah dan lakmus biru. Indikator buatan lainnya adalah indikator universal, indikator asam basa seperti fenolptalin dan metil jingga.

b. Indikator Alam

Indikator alam merupakan bahan alam yang dapat berubah warnanya dalam larutan yang sifatnya berbeda, asam, basa atau netral. Indikator alam yang biasa digunakan untuk pengujian asam basa adalah bunga-bungaan, umbi, kulit buah dan daun yang berwarna. Perubahan warna indikator bergantung pada warna jenis tanamannya, misalnya kembang sepatu merah di dalam asam berwarna merah dan di dalam basa berwarna hijau. Kol ungu dalam asam merah ungu dalam basa hijau.

Tabel 4.12 Contoh indikator alam dan perubahan warnanya

Bahan dan warna ekstrak bunga	Warna dalam		
	Air aki (Asam sulfat) H_2SO_4	Larutan garam dapur NaCl	Air kapur $Ca(OH)_2$
Mawar merah	merah	merah	hijau
Bunga kembang sepatu	merah	merah	hijau

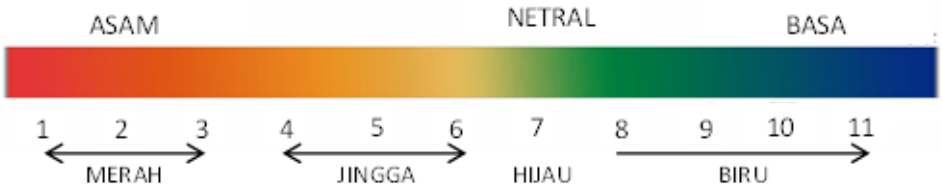
Bahan dan warna ekstrak bunga	Warna dalam		
	Air aki (Asam sulfat) H_2SO_4	Larutan garam dapur NaCl	Air kapur $Ca(OH)_2$
Kunyit	merah	merah	Hijau
Kulit manggis	merah	merah	Hijau

c. Derajat Keasaman (pH)

Di daerah pertanian, keasaman atau kebasaan suatu tanah sangat diperhatikan karena harus sesuai dengan tanaman yang akan diproduksi. Ada tanaman yang dapat berkembang baik dalam keasaman rendah atau tinggi. Untuk menentukan berapa derajat keasaman suatu larutan digunakan skala pH dan alatnya dapat berupa kertas indikator universal, indikator universal cair dan pH meter seperti gambar berikut.

Gambar 4.8 Indikator universal dan pH meter

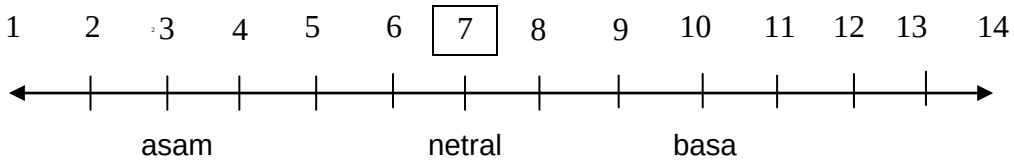
Indikator universal, umumnya berbentuk pita kertas berwarna kuning. Jika dicelupkan ke dalam larutan asam atau basa, warna kertas akan berubah sesuai keasaman dan kebasaan larutan tersebut. Untuk menentukan pH larutan yang diuji, bandingkan warna yang timbul dengan warna-warna pada skala pH indikator seperti berikut.



Gambar 4.9 Warna-warna pada skala pH indikator

Indikator universal ada yang memiliki skala pH dari 1 sampai 11, 1 sampai 14, juga yang sangat akurat dengan harga pH pecahan.

Skala pH digambarkan sebagai berikut.



Larutan yang bersifat asam mempunyai harga pH < 7

Larutan yang bersifat netral mempunyai harga pH = 7

Larutan yang bersifat basa mempunyai harga pH > 7

Contoh harga pH beberapa bahan dalam kehidupan sehari-hari.

Tabel 4.13 pH beberapa bahan dalam kehidupan sehari-hari

Bahan	Skala pH
Asam lambung	1,6-3,0
Minuman ringan	2,0-4,0
lemon	2,2-2,4
cuka	2,4-3,4
Urine manusia	4,8-8,4
Susu sapi	6,3-6,6
Darah manusia	7,3-7,5
Putih telur	7,6-8,0

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mengkaji materi tentang larutan asam, basa dan garam serta pH larutan Anda dapat mempelajari kegiatan eksperimen yang 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

Membuat Indikator Alam dari Tumbuhan

Pada percobaan ini akan diselidiki bahan alam dari bunga-bungaan, daun dan kulit buah, umbi yang dapat digunakan sebagai indikator alam, serta menentukan perubahan-perubahan warnanya di dalam larutan asam, basa, dan garam.

Alat dan bahan

Alat:	Bahan:
Lumpang/alu	Air
Plat tetes	Alkohol
Pipet tetes	Umbi kunyit, Bunga dan daun berwarna, kulit buah manggis atau buah naga dan kol ugu, larutan cuka, air kapur
Gelas kimia	

Langkah Kerja:

A. Pembuatan Indikator.

1. Siapkan kelopak bunga berwarna kira-kira satu lumpang. Tumbuk sampai halus. Tambahkan ± 5 mL alkohol. Jika tidak ada ganti alkohol dengan air.
2. Aduk campuran sampai menghasilkan ekstrak yang cukup pekat, diamkan sebentar kemudian pisahkan larutan ekstrak bunganya yang akan digunakan sebagai indikator.
3. Amati warna ekstrak bunga, kemudian catat pada tabel pengamatan dengan menggunakan pensil warna atau krayon yang sesuai.
4. Buat lagi indikator alam lainnya dengan cara yang sama.
   (*Membuat indikator alam dari kol ungu dan kulit buah naga dapat dilakukan dengan merebusnya air rebusannya berwarna)*

B. Pengujian indikator alam dengan air ,larutan asam dan basa.

1. Siapkan 5 tetes larutan cuka, air kapur dan air dalam plat tetes
2. Tambahkan masing-masing 2 atau 3 tetes indikator, aduk dan amati perubahan warna indikator tersebut.
3. Amati perubahan warna masing-masing indikator
4. Catat pada tabel pengamatan dengan menggunakan pensil warna /krayon yang sesuai.

(*untuk mendapatkan data yang akurat, hasil pengamatan sebaiknya di foto)*

Tabel Pengamatan

Bahan Indikator	**Warna sebelum ditumbuk**	**Warna Indikator**	**Perubahan Warna Indikator Alam**		
			Air	**Cuka Dapur**	**Air Kapur**
Bunga mawar merah					
....					
....					
.....					
....					

Pertanyaan:

1. Bagaimana kecenderungan perubahan warna dari bunga yang berwarna sama didalam asam dan basa?
2. Bagaimana kecenderungan perubahan warna dari daun yang berwarna sama didalam asam dan basa?
3. Tentukan indikator alam apa yang paling baik untuk menguji sifat larutan asam dan basa, jelaskan!

Lembar Kegiatan 2

Sifat Asam Basa Berbagai Bahan di Lingkungan Sekitar

Pada percobaan ini akan diselidiki sifat asam, basa, atau netral dari bahan kimia di rumah, makanan atau minuman dengan menggunakan indikator alam yang kamu buat

Alat dan Bahan

Alat	Bahan
Plat tetes Pipet tetes	Cuka, alkohol, larutan garam dapur, sabun, detergen, pembersih lantai, minuman ringan, Jus buah yang tidak berwarna atau berwarna putih dan Indikator alam

Langkah kerja:

1. Siapkan larutan indikator alam yang akan digunakan
2. Siapkan bahan yang akan diuji pada plat tetes
3. Teteskan indikator pada bahan yang diuji, aduk dengan lidi dan amati warna yang terjadi.
4. Tulis hasil pengamatan pada pengamatan.

Tabel Pengamatan Uji bahan dengan indikator

Nama Bahan	Warna indikator alam		Sifat Bahan yang Diuji
	Mula-mula	Setelah ditambah bahan	
1. Cuka			
2. Larutan garam dapur			
3.			
4.			
5.			

Pertanyaan

4. Tentukan bahan yang bersifat asam, basa atau netral!
5. Setelah kamu mengetahui sifat larutan yang digunakan sehari-hari diskusikan bagaimana cara kamu menggunakan bahan tersebut?

Lembar Kegiatan 3

Menguji pH beberapa Larutan

Pada percobaan ini akan diselidiki harga pH beberapa larutan untuk menentukan sifat keasaman atau kebasaannya menggunakan kertas indikator universal.

Alat dan bahan :

- Kertas indikator universal
- Pipet tetes
- Cuka, air sabun, air mineral, air jeruk, air kapur, dan minuman ringan dan bahan lain yang akan diuji pHnya

Langkah kerja :

1. Teteskan larutan cuka kepada kertas indikator universal. Bandingkan warna yang muncul dengan warna-warna pada skala pH indikator universal.
2. Tentukan harga pH larutan cuka.
3. Lakukan percobaan dengan menggunakan larutan yang lain.
4. Catat hasil percobaan pada tabel seperti berikut.

Larutan	Warna Indikator pada Larutan	Harga pH	Sifat Larutan
1. Cuka 0,1 M		3	Asam
2. Air sabun			
3.....			
4.			
dst			

Pertanyaan :

1. Larutan apa yang paling asam dan yang paling basa pada percobaan ini?
2. Urutkan berdasarkan keasamaan dan kebasaannya.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Pilihlah satu jawaban yang benar.

1. Data pengujian beberapa larutan dengan lakmus merah dan lakmus biru adalah sebagai berikut.

Larutan	Perubahan Warna pada Lakmus	
	Lakmus Merah	Lakmus Biru
P	biru	merah
Q	merah	biru
R	biru	biru
S	merah	merah

Larutan yang bersifat asam adalah . . . .

A. P
B. Q
C. R
D. S

2. Suatu larutan diuji dengan lakmus merah menghasilkan warna biru, diuji dengan lakmus biru menghasilkan warna biru. Diperkirakan larutan tersebut adalah . . . .

A. air garam
B. cuka
C. air kapur
D. air mineral

3. Berikut ini adalah bahan-bahan yang ada di rumah:

i. sirup rasa jeruk
ii. gula
iii. cuka 25%
iv. garam meja

Dari bahan-bahan di atas, yang mengandung senyawa asam adalah ....

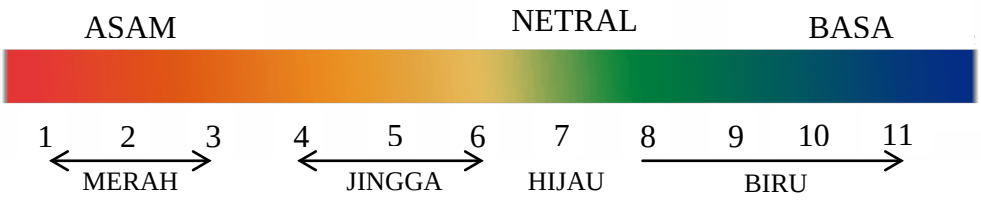
A. i dan ii
B. i dan iii
C. ii dan iii
D. iii dan iv

4. Jenis-jenis tumbuhan berikut dapat dijadikan indikator asam basa, *kecuali* ....

A. kangkung
B. kunyit
C. bunga mawar
D. kulit manggis

5. Deretan rumus-rumus asam berikut yang termasuk rumus asam monoprotik, diprotik, dan triprotik adalah ....
   A. $HClO_2$, H_2S, H_3PO_4
   B. $H_2S_iO_3$, H_2S, HCl
   C. H_2SO_4, $H_2S_iO_3$, HCl
   D. CH_3COOH, H_2S, $HClO_3$

6. Selain kertas lakmus, untuk menentukan sifat larutan asam basa dapat dilakukan dengan kertas indikator universal. Perubahan warna indikator asam basa pada larutan asam dan basa adalah sebagai berikut



   Jika natrium hidroksida berlebih ditambahkan ke dalam larutan asam klorida yang mengandung indikator universal maka akan terjadi perubahan warna, yaitu....
   A. indikator menjadi hijau
   B. indikator berubah dari merah ke hijau
   C. indikator berubah dari merah ke hijau kemudian biru
   D. indikator berubah dari biru ke hijau kemudian merah

7. Berikut ini merupakan sifat-sifat larutan. Yang merupakan sifat larutan basa adalah ….
   A. memerahkan lakmus biru
   B. larutannya tidak mengantar listri
   C. di dalam larutan melepaskan ion OH^-
   D. senyawanya menimbulkan pencemaran udara

8. Garam yang berasal dari air laut dapat dibuat melalui kristalisasi adalah garam dapur. Contoh garam tersebut adalah ....
   A. barium sulfat
   B. kalsium karbonat
   C. natrium klorida
   D. timbal(ii) iodida

9. Beberapa larutan asam dan basa terdapat di dalam produk atau bahan yang sering digunakan sehari-hari, seperti yang tertera pada tabel berikut.

	Nama Produk	Senyawa
P	Deterjen	Asam klorida
Q	Antacid	Magnesium hidroksida
R	Cuka	Asam asetat
S	Aki mobil	Natrium hidroksida

Senyawa yang sesuai dengan produknya adalah....

A. P dengan Q
B. Q dengan R
C. R dengan S
D. S dengan P

10. Sekelompok siswa akan menguji sifat larutan asam dan basa. Mereka membuat dulu indikator alam dan data yang diperoleh dari berbagai tanaman

Bahan indikator alam	**Warna dalam larutan**	
	Asam	**Basa**
Daun pandan	Hijau muda	Hijau
Kulit buah naga	merah	Kuning hijau
Bunga soka	Merah	Hijau
Kol ungu	Merah ungu	Hijau
Tomat	Merah	Merah

Bahan indikator yang seharusnya tidak dipilih mereka untuk menguji sifat larutan agar tepat adalah ....

A. daun pandan dan tomat
B. kol ungu dan kulit buah naga
C. bunga soka dan kol ungu
D. bunga soka dan kulit buah naga

Soal Uraian

1. Jelaskan perbedaan sifat larutan asam dan basa dan berikan contoh masing-masing berikut reaksi ionisasinya!
2. Jelaskan hubungan sifat asam dengan masalah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari!

3. Tuliskan nama senyawa asam dan basa berikut sifatnya!

   a. H_2CO_3
   b. HNO_3
   c. H_2SO_4
   d. NaOH
   e. $Mg(OH)_2$
   f. $Sr(OH)_2$

4. Bagaimana cara membedakan larutan asam, basa dan garam dengan menggunakan kertas lakmus !
5. Jelaskan perbedaan indikator alam dengan dengan indikator buatan, berikan contohnya !
6. Seorang siswa menguji beberapa larutan dengan kertas indikator universal. Dia menuliskan pH-nya secara berurutan : 1, 3, 5, 7, 11, 14 tetapi dia lupa menuliskan larutannya. Dapatkah anda menolongnya untuk mencocokkan pH dengan larutan yang tepat. Tuliskan jawaban pada tabel berikut!

Larutan yang diuji	pH
Air destilat Asam sulfat Natrium hidroksida Cuka Amonia	

7. Berikut ini tabel yang menunjukkan beberapa kondisi pH tanah dari beberapa tumbuhan.

Tumbuhan	pH
Apel	5,0 – 6,5
Kentang	4,5 – 6,0
Blackcurrant	6,0 – 8,0
Mint	7,0 – 8,0
Bawang	6,0 – 7,0
Strawberi	5,0 – 7,0

   a. Tumbuhan manakah yang tumbuh baik diatas harga pH?
   b. Tumbuhan yang manakah yang dapat tumbuh pada tanah yang sedikit asam?
   c. Jelaskan bagaimana cara anda dapat menguji pH tanah?
   d. Bagaimakah anda dapat menetralisasi tanah asam?

8. Seorang siswa mempunyai larutan yang perkiraannya bersifat asam. Jelaskan 3 cara pengujian yang dapat dilakukannya untuk menentukan perkiraan sifat larutan tersebut apakah bersifat asam atau bukan?

F. Rangkuman

1. Kata ”asam” berasal dari bahasa Latin “acidum” atau “acid“ bahasa Inggris. Kata asam ini dikaitkan dengan rasa asam dari senyawa-senyawanya. Lawan dari asam yaitu ”alkali”, kata ini berasal dari bahasa Arab yang berarti abu tanan-tanaman. Senyawa alkali lebih dikenal dengan nama basa.

2. Sifat asam basa tertera pada tabel berikut ini.

Asam	Basa
(a) Molekul asam terionisasi dalam air menghasilkan ion hidrogen (H^+).	(a) Molekul basa terionisasi dalam air menghasilkan ion hidroksida (OH^-).
(b) Asam berasa kecut.	(b) Basa terasa licin ketika di sentuh
(c) Asam mengubah warna kertas lakmus biru menjadi merah.	(c) Basa mengubah warna kertas lakmus merah menjadi biru.
(d) Asam kuat di dalam air terionisasi seluruhnya, asam lemah di dalam air terionisasi sebagian.	(d) Basa kuat di dalam air terionisasi seluruhnya, basa lemah di dalam air terionisasi sebagian.
(e) Asam dapat menghantarkan arus listrik.	(e) Basa dapat menghantarkan arus listrik.
(f) Asam yang bereaksi dengan logam akan menghasilkan gas.	(f) Beberapa basa merupakan oksida logam atau hiroksida.
(g) Asam yang bereaksi dengan karbonat akan menghasilkan karbon dioksida.	(g) Basa bereaksi dengan asam menghasilkan garam dan air. Reaksi ini dinamakan *netralisasi*.
(h) Asam dikelompokkan menjadi asam monoprotik, diprotik, dan tripotik Asam dibedakan sebagai asam non oksi, asam oksi, dan asam organik.	(h) Basa dikelompokkan menjadi basa monohidroksi dan basa polihidroksi

3. Garam yang paling terkenal adalah natrium klorida dengan rumus NaCl, tata nama garam diambil dari nama logam dan asam pembentuknya. Garam ada yang bersifat asam, basa dan netral. Sifat asam basa suatu garam bergantung pada jenis asam basa pembentuknya. Garam ada yang sukar larut dan mudah larut. Di laboratorium garam dapat dibuat dari reaksi antara asam dan basa , reaksi asam dengan logam atau asam dengan senyawa karbonat.

4. Indikator asam basa adalah zat yang dapat berubah warna dalam keadaan asam atau basa. Indikator asam basa ada yang berupa indikator buatan dan indikator alam. Contoh indikator buatan adalah kertas lakmus merah dan lakmus biru, indikator universal bentuk kertas, stik dan cair serta larutan indikator asam basa. Lakmus hanya dapat digunakan untuk menentukan sifat asam dan basa dari suatu larutan, indikator universal dapat digunakan untuk menentukan derajat keasaman atau pH larutan dari pH 1 sampai 14. Indikator asam basa lainnya seperti fenolftalin dan metil merah digunakan untuk menentukan pH larutan pada trayek pH tertentu.

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 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan Pembelajaran ini.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5
DAMPAK PENCEMARAN TERHADAP LINGKUNGAN

Seperti kita ketahui bahwa lingkungan hidup kita sudah sangat mengkhawatirkan, bencana alam karena kelalaian manusia selalu terjadi di musim hujan seperti banjir dan longsor. Demikian halnya, kejadian kekeringan terjadi di musim hujan. Disadari atau tidak, semua itu akibat ulah manusia yang tidak hidup sesuai dengan alam, yakni memanfaatkan alam tanpa perhitungan.

Mata pelajaran IPA memiliki peranan penting dalam usaha pengelolaan lingkungan hidup. Hal tersebut karena IPA mempelajari aspek kehidupan, baik di masa lampau maupun sekarang, termasuk di dalamnya lingkungan hidup. Selain itu, pembelajaran IPA dapat mengembangkan teknologi dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, mempelajari lingkungan hidup termasuk cakupan pembelajaran IPA. Memahami lingkungan hidup merupakan tanggung jawab setiap warga negara untuk memeliharanya. Di samping itu, setiap organisme memerlukan lingkungan sebagai tempat hidupnya.

A. Tujuan

Setelah mempelajari uraian materi dalam modul ini, diharapkan peserta dapat:

1. Mendeskripsikan pencemaran air.
2. Mendeskripsikan pencemaran udara.
3. Mendeskripsikan pencemaran tanah.
4. Memahami dampak pencemaran bagi makhluk hidup.

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

1. Peserta dapat menjelaskan pencemaran air.
2. Peserta dapat menjelaskan pencemaran udara.
3. Peserta dapat menjelaskan pencemaran tanah.
4. Peserta dapat menjelaskan dampak pencemaran bagi makhluk hidup.

C. Uraian Materi

Pemanfaatan ilmu dan teknologi untuk meningkatkan kesejahteraan hidup manusia memberikan efek sampingan terhadap lingkungan. Adanya berbagai macam industri, banyaknya kendaraan bermotor, penggunaan hasil teknologi di bidang pertanian (penggunaan insektisida, pestisida, penggunaan pupuk buatan, dan lain-lain) menyebabkan peningkatan pencemaran lingkungan.

Pencemaran air, udara, dan tanah adalah masuknya zat, energi, makhluk hidup dan atau komponen lain ke udara atau ke dalam air, ke tanah sehingga berubahnya komposisi air, udara, tanah oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas air, udara, tanah menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air, udara, tanah tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Keputusan Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup No.02/I/1988).

A. Pencemaran Air

Air yang ada di alam ini tidak dalam bentuk murni (H_2O), hal ini tidak berarti bahwa air tersebut telah tercemar. Air permukaan dan air sumur umumnya mengandung zat-zat yang terlarut, seperti senyawa Natrium (Na), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), dan Ferum (Fe). Air yang tidak tercemar tidak selalu merupakan air murni, tetapi merupakan air yang tidak mengandung bahan-bahan asing tertentu yang melebihi batas yang telah ditentukan, sehingga air tersebut dapat digunakan untuk air minum, mandi, pengairan tanaman, dan keperluan industri. Adanya bahan-bahan asing yang mengakibatkan air itu tidak dapat digunakan sesuai peruntukannya secara normal disebut pencemaran air. Kebutuhan makhluk hidup terhadap air bervariasi, oleh sebab itu batas pencemaran terhadap berbagai jenis makhluk hidup juga berbeda. Air kali yang jernih di pegunungan tidak dapat langsung digunakan sebagai air minum karena belum memenuhi persyaratan untuk dikategorikan sebagai air minum.

Untuk menetapkan standar air yang bersih tidaklah mudah, karena tergantung pada beberapa faktor. Faktor penentu itu tergantung pada kegunaan air (untuk minum, untuk industri, keperluan rumah tangga, untuk industri, untuk mengairi sawah, dan kolam perikanan) dan asal sumber air (mata air, air danau, sungai, sumur, dan air hujan).

Baku mutu air pada sumber air adalah batas kadar zat yang diperbolehkan terdapat di dalam air. Air menurut kegunaan dibedakan menjadi 4 golongan yaitu: (1) golongan A adalah air yang dapat digunakan untuk air minum secara langsung tanpa harus diolah terlebih dahulu. (2) Golongan B adalah air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga. (3) Golongan C adalah air yang dapat digunakan untuk pertanian dan peternakan. (4) Golongan D adalah air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, dapat dimanfaatkan untuk industri, dan pembangkit listrik tenaga air. Baku mutu limbah cair adalah batas kadar zat yang diperbolehkan untuk dibuang dari sumber pencemar ke dalam badan air, sehingga baku mutu air terpenuhi.

1) Indikator Pencemaran Air

Air telah tercemar dapat diketahui dengan mengamati perubahan-perubahan yang terjadi yaitu sebagai berikut.

a) Perubahan suhu air

Dalam kegiatan berbagai proses industri, sering menggunakan air untuk pendinginan mesin. Air pendingin ini akan mendapatkan panas dari bahan yang didinginkan, sehingga air tersebut menjadi panas. Suhu air buangan tersebut biasanya lebih tinggi daripada suhu air asalnya. Air ini kemudian dikembalikan ke tempat asalnya yaitu sungai atau sumber air lainnya. Air yang panas akan menurunkan jumlah oksigen yang terlarut dalam air dan meningkatkan kecepatan reaksi kimia. Karena jumlah oksigen yang terlarut kurang dalam air akan mempengaruhi kehidupan hewan air seperti ikan, udang, dan siput. Jika batas suhu yang mematikan terlampaui, hewan-hewan air ini mungkin akan mati.

b) Perubahan pH atau Derajat Keasaman

Air yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan adalah yang mempunyai pH antara 6,5 sampai 7,5. Air dapat bersifat asam atau basa tergantung pada besar atau kecilnya konsentrasi ion hidrogen di dalam air. Air yang mempunyai pH di bawah 7 bersifat asam, sedangkan air yang mempunyai pH di atas 7 akan bersifat basa. Kebasaan berkaitan dengan kesadahan air dan merupakan salah satu sifat air. Adanya ion kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) di dalam air akan mengakibatkan kesadahan air tersebut. Garam-garam ini biasanya terdapat dalam bentuk fosfat, karbonat, dan klorida. Air yang kesadahannya terlalu tinggi

akan menimbulkan korosi pada alat-alat yang terbuat dari besi, menyebabkan sabun kurang berbusa, dan menimbulkan kerak di wadah-wadah untuk pemanasan air. Oleh karena itu, air yang digunakan industri harus dihilangkan dahulu kesadahannya (dinetralkan dengan asam).

c) Perubahan Warna, Bau, dan Rasa Air

Air yang normal biasanya tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna sehingga kelihatan bening atau jernih. Warna air yang terdapat di alam bervariasi, misalnya air di rawa berwarna kuning, coklat atau kehijauan. Air sungai yang berwarna coklat biasanya mengandung lumpur atau tanah liat. Air yang mengandung zat besi (Fe) dalam jumlah yang cukup tinggi umumnya berwarna coklat kemerahan. Air yang berwarna tidak normal menunjukkan terjadinya pencemaran air. Air yang berwarna hijau biasanya banyak mengandung ganggang hijau atau tercemar oleh zat warna tekstil yang berwarna hijau.

Air limbah industri dan limbah rumah tangga berupa bahan organik dan anorganik yang sering larut dalam air, maka akan terjadi perubahan warna air. Selain itu degradasi bahan buangan industri dapat pula menyebabkan terjadi perubahan warna air di badan air.

Tingkat pencemaran air tidak mutlak tergantung pada warna air karena bahan buangan industri yang berwarna belum tentu lebih berbahaya daripada bahan buangan industri yang tidak berwarna. Sering bahan-bahan bersifat racun yang ada dalam bahan buangan industri tidak menyebabkan perubahan warna, sehingga air tersebut kelihatan jernih.

Air yang berbau dapat langsung berasal dari bahan buangan atau air limbah buangan industri berupa bahan-bahan kimia atau perombakan bahan buangan, perombakan tumbuhan atau hewan air yang sudah mati oleh mikroba yang hidup dan ganggang serta zooplankton yang sudah mati. Jadi bau air tergantung pada sumber airnya dan bahan pencemar. Bahan buangan industri yang bersifat organik atau bahan buangan kegiatan industri pengolahan bahan makanan sering menimbulkan bau yang sangat menyengat. Mikroba di dalam air akan mengubah bahan buangan organik terutama protein menjadi bahan yang mudah menguap dan berbau busuk. Timbulnya bau pada air di lingkungan secara

mutlak dapat dipakai sebagai indikator terjadinya pencemaran air yang tinggi. Air yang berbau tidak alami juga dianggap mempunyai rasa yang tidak alami. Pada umumnya adanya rasa pada air diikuti pula dengan perubahan pH dari air tersebut.

d) Adanya Endapan, Koloid, dan Busa

Endapan dan koloid berasal dari bahan buangan industri yang berbentuk padat. Bahan buangan padat yang tidak dapat larut sempurna akan mengendap di dasar perairan dan yang dapat larut sebagian akan menjadi koloid. Endapan sebelum mengendap di dasar perairan akan melayang-layang di dalam air bersama dengan koloid, hal ini akan menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam lapisan air.

Dengan adanya oksigen yang terlarut dalam air, endapan dan koloid yang berasal dari bahan buangan organik, akan diuraikan oleh mikroba menjadi bahan yang lebih sederhana. Hal ini menyebabkan kandungan oksigen yang terlarut di dalam air tersebut berkurang, sehingga organisme lain akan kekurangan oksigen. Ada beberapa jenis ikan, seperti ikan mas yang tidak dapat hidup dengan kadar oksigen di bawah 4 bpj (bagian per se juta).

Padatan tersuspensi merupakan padatan yang tidak larut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri atas partikel-partikel yang ukuran maupun bobotnya lebih kecil daripada endapan, misalnya tanah liat, bahan organik tertentu, dan sel-sel mikroba. Air permukaan yang mengandung tanah liat dalam bentuk suspensi dapat bertahan berbulan-bulan, kecuali jika ada zat-zat lain (tawas) yang mengakibatkan terjadinya penggumpalan yang kemudian diikuti dengan pengendapan.

Air limbah rumah tangga (pencucian pakaian dan perabot dapur) dan tempat pencucian pakaian, mobil, motor sering mengandung diterjen dan sabun yang larut dalam air. Air yang mengandung sabun atau diterjen jika dikocok akan kelihatan berbusa. Air mengandung deterjen atau sabun ini akan mengganggu kehidupan hewan-hewan air dan tumbuhan air.

e) Adanya Mikroorganisme

Adanya mikroorganisme dalam air berasal dari udara, tanah, sampah, lumpur, hewan yang hidup atau bangkai, kotoran manusia atau hewan. Mikroorganisme

ini ada yang dapat tahan lama hidup di air dan ada yang tidak tahan lama karena lingkungan hidupnya tidak cocok. Air dapat berupa medium pembawa bakteri patogen yang berbahaya terhadap kesehatan. Bakteri patogen yang sering ditemukan di dalam air yang tercemar kotoran manusia dan hewan terutama adalah bakteri dan protozoa penyebab penyakit saluran pencernaan, seperti V*ibrio cholera* penyebab penyakit kolera, *Shigella dysenterie* penyebab penyakit disentri basil, *Salmonella typhosa* penyebab penyakit tifus, *S. paratyphosa* penyebab penyakit para tifus, *Entamoeba histolytica* penyebab disentri amuba.

Mikroorganisme atau mikroba sangat berperan dalam proses perombakan bahan buangan dari kegiatan industri yang dibuang ke badan air. Jika bahan buangan yang harus didegradasi cukup banyak, berarti mikroba ikut berkembangbiak dan jumlahnya akan banyak. Dan tidak tertutup kemungkinan bahwa mikroba patogen juga ikut berkembangbiak. Banyaknya bakteri *E. coli* di dalam air menunjukkan bahwa air itu tercemar kotoran manusia, hewan, dan air tersebut tidak layak untuk diminum. Oleh sebab itu bakteri *E. Coli* ini digunakan sebagai salah satu indikator terjadinya pencemaran air.

f) Peningkatan Radioaktivitas di Badan Air

Pemanfaatan, penerapan ilmu dan teknologi nuklir dalam berbagai bidang akhir-akhir ini banyak dilakukan, antara lain di bidang kedokteran, farmasi, pertanian, dan pertambangan. Sisa buangan radioaktif ini ada yang dibuang ke lingkungan oleh industri pemakainya, sehingga akan masuk ke badan air. Sebetulnya sudah ada peraturan perundangan yang mengatur bahan sisa radioaktif ini, akan tetapi ada industri yang tidak mematuhi peraturan tersebut. Pembakaran batu bara merupakan salah satu sumber yang dapat menaikkan radioaktivitas di lingkungan. Untuk mendeteksi radioaktivitas air dapat digunakan alat Geiger Counter.

B. Komponen-komponen Pencemar Air dan Pengaruhnya Terhadap Makhluk Hidup

Berbagai kegiatan industri dan teknologi yang ada saat ini, jika tidak disertai dengan pengelolaan limbah yang baik akan terjadi pencemaran air, secara langsung dan maupun tidak langsung. Bahan buangan rumah tangga dan air limbah industri merupakan penyebab utama terjadi pencemaran air. Komponen pencemar air ikut menentukan indikator pencemaran air.

Komponen pencemar air dikelompokkan sebagai berikut.

- Logam-logam berat
- Pupuk, pestisida, herbisida, dan insektisida
- Deterjen dan bahan pewarna tekstil
- Minyak bumi dan lain-lain

1. Logam-logam Berat dan Pengaruhnya Terhadap Makhluk Hidup

Air buangan industri kimia biasanya mengandung mineral-mineral seperti arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr), klor (Cl_2), timbal (Pb), dan raksa (Hg), serta garam-garam kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Garam Ca dan Mg akan menyebabkan kesadahan air. Air yang mempunyai kesadahan tinggi dapat menyebabkan perkaratan pada alat-alat yang terbuat dari besi, sabun kurang berbusa, dan dapat menimbulkan kerak-kerak di wadah yang digunakan untuk memasak air. Oleh sebab itu air yang digunakan untuk industri harus dihilangkan sifat kesadahannya lebih dahulu.

Beberapa polutan logam berat yang sering terdapat dalam air buangan, seperti raksa, timbal, kadmium, dan krom yang sangat berbahaya terhadap kehidupan di sekitar limbah tersebut. Raksa digunakan dalam berbagai bentuk dan keperluan, misalnya dalam industri klor alkali, alat-alat listrik, cat, katalis, kedokteran gigi, industi kertas, dan amalgam. Penggunaan logam berat terbesar adalah dalam industri klor alkali untuk memproduksi klorin (Cl_2) dan natrium hidroksida (NaOH). Fungsi raksa di sini adalah sebagai katode sel elektrolisis. Penggunaan raksa yang kedua terbesar adalah untuk pembuatan alat-alat listrik, misalnya untuk pembuatan lampu merkuri. Penggunaan ketiga terbanyak adalah dalam pembuatan baterai merkuri. Raksa juga digunakan sebagai fungisida untuk membunuh jamur, dalam pembuatan beberapa jenis cat, bubur kertas, dan bidang pertanian. Cat untuk kapal-kapal supaya tahan air sering ditambahkan merkuri oksida (HgO).

Penggunaan raksa untuk pengawetan kertas sejak tahun 1970 telah dilarang, karena kertas sering digunakan untuk membungkus makanan. Raksa juga digunakan sebagai katalis pada industri vinil klorida yang merupakan bahan dasar plastik. Keracunan raksa (merkuri) di teluk Minamata di Jepang disebabkan karena buangan raksa dari pabrik vinil klorida (tahun 1953-1960). Logam merkuri ini bersifat terakumulasi (penumpukan) dalam tubuh makhluk

hidup melalui rantai makanan. Limbah yang mengandung merkuri yang dibuang ke sungai akan diserap oleh ganggang dan protozoa, mikroorganisme ini akan dimakan oleh ikan kecil atau oleh kerang. Dalam tubuh ikan dan kerang akan terjadi akumulasi merkuri. Jika ikan dan kerang tersebut dimakan oleh manusia, dalam tubuh orang ini akan mengandung merkuri. Jika orang ini sering memakan kerang dan ikan yang mengandung merkuri, maka logam ini akan menumpuk (terakumulasi) di dalam tubuh orang tersebut.

World Health Organisation (WHO) menetapkan batas maksimum merkuri dalam air adalah 0,001 mg/l. Semua senyawa merkuri dalam jumlah 0,0065 mg/L beracun terhadap tubuh kita. Ion merkuri ($Hg^{2+)}$ dapat merusak ginjal. Senyawa merkuri organometal seperti dimetil merkuri, Hg $(CH_3)_2$ juga sangat toksik. Merkuri di dalam tubuh akan menghambat kerja enzim dan mengakibatkan kerusakan sel karena logam ini berikatan dengan bahan yang mengandung sulfur yang terdapat di dalam molekul enzim dan dinding sel. Kerusakan tubuh yang disebabkan oleh merkuri biasanya bersifat permanen dan sampai sekarang belum dapat disembuhkan.

Timbal (Pb) banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena titik cairnya rendah, logam lunak, dan dapat membentuk alloy. Penggunaan Pb terbesar adalah untuk memproduksi baterai aki mobil, untuk pelapis kabel, pipa, solder, dan pewarna. Bahan penyolder mengandung 50-95 % Pb, sisanya adalah timah.

Tidak semua Pb yang tertelan atau terhisap akan tertinggal di dalam tubuh. Kira-kira 8 % dari Pb yang tertelan diserap melalui saluran pencernaan dan kira-kira 30% terhisap melalui saluran pernafasan. Hanya 5-30 % yang terserap saluran pernafasan akan tertinggal dalam tubuh karena dipengaruhi oleh ukuran partikel.

Daya racun Pb di dalam tubuh antara lain disebabkan oleh terhambatnya kerja enzim. Enzim yang dihambat adalah enzim yang diperlukan untuk pembentukan haemoglobin. Pb juga mempengaruhi sistem saraf perifer dan sistem saraf pusat, serta ginjal. Pb juga dapat mempengaruhi pertumbuhan jaringan tulang pada anak-anak. Pb yang tertinggal dalam tubuh akan menumpuk terutama di dalam tulang (90-95 %). Timbal dalam tulang dapat menggantikan Kalsium (Ca) yang dapat menyebabkan kelumpuhan.

Jumlah Pb dalam darah yang dapat menyebabkan keracunan biasanya 60-100 mikrogram dalam 100 mL darah. Kandungan Pb maksimal yang boleh ada dalam makanan yang dipersyaratkan oleh FAO (1975) dan Ditjen Pengawasan Obat dan Makanan adalah 2 ppm.

Krom (Cr) sering digunakan untuk penyamakan kulit pada industri penyamakan kulit. Kebanyakan industri penyamakan itu membuang sisa larutan penyamak (krom) ke lingkungan. Air yang tercemar krom tidak layak untuk dikonsumsi, jika konsentrasinya tinggi dalam air akan mematikan biota air.

2. Deterjen dan Pewarna Tekstil

Air buangan rumah tangga dan industri pencucian mengandung deterjen yang larut dalam air. Penggunaan deterjen saat ini semakin meningkat untuk berbagai keperluan, yang menjadi masalah utama bukan racunnya, tetapi busanya yang mengganggu di lingkungan air. Surfaktan yang digunakan dalam deterjen sebelum tahun 1965 tidak dapat diuraikan dengan cepat sehingga menumpuk di tempat badan air atau sungai.

Bahan pembentuk utama deterjen adalah natrium tripolifosfat ($Na_5P_3O_{10}$). Senyawa ini tidak begitu bermasalah, dalam proses dekomposisi (penguraian)nya di lingkungan, senyawa tersebut diubah menjadi ortofosfat yang tidak beracun bagi makhluk hidup. Fosfat ini jika berada dalam perairan akan mengakibatkan eutrofikasi, sehingga terjadi penyuburan tumbuhan air. Eutrofikasi yang berlebihan akan mengganggu kehidupan di dalam air tersebut, karena oksigen yang terlarut menjadi kurang. Sabun atau deterjen bekas pencucian yang dibuang ke dalam air akan menaikkan pH air tersebut, sehingga akan mengganggu kehidupan dalam air. Bahan antiseptik yang ditambahkan ke dalam deterjen juga akan mengganggu kehidupan hewan air.

Bahan buangan industri tekstil berupa pencelup (pewarna), bahan kimia lain yang ditambahkan supaya warna tetap awet, jika limbahnya dibuang ke badan air akan menyebabkan pencemaran. Industri tekstil yang nakal sering membuang limbahnya ke sungai sebelum diolah, walaupun sudah aturan dari pemerintah bahwa limbah tersebut harus diolah terlebih dahulu baru boleh dibuang ke badan air. Bahan-bahan ini jika konsentrasinya tinggi akan mematikan biota air dan ada yang bersifat karsinogenik.

3. Pupuk, Insektisida, dan Pestisida

Pupuk buatan sepeti urea, NPK, trisuperfosfat, amonium sulfat yang digunakan secara berlebihan oleh petani juga merupakan sumber pencemaran. Pupuk buatan ini larut di dalam air, jika digunakan berlebihan akan dihanyutkan oleh air hujan dan terbawa oleh aliran air ke sungai atau ke badan air lainnya. Pupuk ini juga akan menyebabkan eutrofikasi di badan air.

Pemakaian bahan insektisida pada lahan pertanian sering meliputi daerah yang luas, sehingga pemakaian bahan ini cukup banyak. Sisa bahan ini dapat sampai ke sungai (badan air) melalui hujan yang jatuh pada daerah pertanian tersebut, dan dialirkan melalui pengairan sawah kemudian mengalir ke sungai atau danau sekitarnya. Insektisida umumnya sulit diuraikan oleh mikroorganisme, walaupun ada yang dapat terurai tetapi memerlukan waktu yang lama. Waktu penguraiannya antara beberapa minggu sampai beberapa tahun tergantung jenis insektisidanya. Insektisida ini sering dicampur dengan minyak bumi sehingga air yang kena bahan buangan ini permukaannya tertutup oleh lapisan minyak, sehingga akan menyebabkan menurunnya kandungan oksigen dalam air.

Insektisida yang paling banyak digunakan adalah insektisida organik sintetis. Penggunaan insektisida ini menimbulkan masalah di lingkungan. Insektisida organik sintetis dapat dibedakan atas 3 kelompok berdasarkan struktur dan komposisinya yaitu sebagai berikut.

a) Insektisida organoklorin, contohnya DDT (Dikloro Difenil Triklor etan), metoksiklor, aldrin, dan dieldrin. Senyawa DDT ini sebetulnya sudah dilarang penggunaannya karena sukar diuraikan oleh mikroorganisme, sehingga dapat terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup. Akan tetapi DDT ini masih saja digunakan oleh petani secara sembunyi-sembunyi karena dianggap lebih ampuh.
b) Insektisida organofosfor, contohnya paration dan malation.
c) Insektisida karbamat, misalnya karbaril dan baygon.

Sifat-sifat insektisida berbeda-beda meskipun termasuk ke dalam satu kelompok. Dua sifat insektisida yang penting jika dilihat dari segi pencemaran terhadap lingkungan yaitu daya racun dan kemudahan terurai. Insektisida yang paling cepat terurai adalah karbamat dan organofosfor. Insektisida yang mempunyai

daya racun rendah adalah metoksiklor, malation, dan karbaril. Paration, aldrin, dieldrin, dan DDT yang mempunyai daya racun tinggi.

Insektisida yang sangat beracun terhadap hewan percobaan juga sangat beracun terhadap manusia. Kontaminasi bahan pangan oleh insektisida, seperti biji-bijian dan produknya menyebabkan keracunan yang bersifat epidemik. Tahun 1972 di Kolombia terjadi keracunan insektisida yang menyebabkan kematian 88 orang karena terkontaminasi paration pada bahan makanan.

Bagian tubuh yang dipengaruhi oleh insektisida ini adalah sistem saraf otonom sehingga menyebabkan tremor (gemetar), konvulsi, kematian pada serangga, burung, dan mammalia. Mekanisme kerja insektisida ini adalah melalui molekul organoklorin yang larut dalam membran lemak yang mengelilingi saraf, sehingga mengganggu transpor rangsangan yang masuk dan keluar melalui sistem saraf. Hal ini menyebabkan terjadi tremor dan konvulsi.

4. Bahan Organik

Pada umumnya bahan buangan organik berupa limbah yang dapat dibusukkan atau diuraikan oleh mikroba. Bahan organik ini ada yang berupa koloid dan ada yang dapat mengendap dan ada yang larut dalam air. Karena bahan organik ini dapat membusuk atau terurai maka akan bijaksana jika bahan buangan ini tidak dibuang ke badan air. Bahan organik ini juga dapat menyebabkan meningkatnya populasi mikroba dalam air. Sebaiknya bahan buangan organik ini dikumpulkan untuk dijadikan kompos yang berguna bagi pemupukan tanaman.

Jika bahan makanan olahan yang mengandung protein dan gugus amin, diuraikan oleh mikroba akan terurai menjadi asam belerang yang berbau telur busuk, dan amoniak yang mudah menguap. Air yang mengandung bahan buangan makanan olahan, misalnya limbah tahu, tempe akan mengandung banyak mikroba. Mikroba ini memerlukan oksigen untuk menguraikan limbah tersebut, sehingga air yang tercemar bahan organik kurang kandungan oksigennya. BOD (Biochemical oxygen Demand) digunakan untuk mengukur banyaknya pencemar organik. BOD adalah kebutuhan oksigen biologis untuk reaksi oksidasi terhadap buangan di air Menurut peraturan Menteri Kesehatan, kandungan oksigen dalam air minum atau BOD tidak boleh kurang dari 3 ppm.

5. Minyak Bumi

Minyak bumi yang terdapat di dalam air, ada yang berasal dari pembersihan kapal laut, pencucian kapal motor, kebocoran kapal pembawa minyak bumi, dan buangan pabrik. Minyak bumi dan lemak tidak larut dalam air, oleh karena itu jika minyak dan lemak mencemari badan air akan tetap terapung di permukaan air. Jika buangan minyak mengandung senyawa yang dapat menguap akan terjadi penguapan dan luas permukaan minyak yang menutupi air akan berkurang. Luas penyusutan tergantung pada jenis minyak dan waktu. Lapisan minyak yang menutupi permukaan air ada yang dapat terurai oleh mikroorganisme tertentu, tetapi ada yang memerlukan waktu yang lama untuk menguraikannya.

Lapisan minyak di permukaan air akan mengganggu organisme di dalam air tersebut, karena akan menghalangi difusi oksigen ke dalam air, mengganggu masuknya sinar matahari ke dalam air sehingga mengganggu fosintesis tumbuhan air. Di samping itu adanya lapisan minyak di permukaan air akan mengganggu kehidupan burung air karena burung-burung ini berenang dan menyelam, sehingga bulunya akan ditutupi minyak dan menjadi lengket, yang berakibat kemampuan terbangnya menurun.

C. Pencemaran Udara

Udara yang bersih hanya mengandung gas oksigen, nitrogen, uap air, sedikit gas karbondioksida, dan gas-gas mulia. Komposisi udara kering yang uap airnya telah dihilangkan relatif konstan. Komposisi udara kering normal di permukaan laut dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Komposisi udara kering di permukaan laut

Komponen	Rumus kimia	Persen volume
Nitrogen	N_2	78,03
Oksigen	O_2	20,99
Argon	Ar	0,94
Karbon dioksida	CO_2	0,033
Neon	Ne	0,0015
Helium	He	0,00052
Kripton	Kr	0,00014
Xenon	Xe	0,000006

(Sumber : Chang Raymond, 1998)

Pada saat ini, di beberapa tempat terutama di kota-kota besar, udara sudah jauh dari keadaan bersih. Banyak polutan yang sudah tercampur ke udara yang berasal dari hasil pembakaran batu bara, minyak bumi, dan pembakaran sampah, serta asap kendaraan bermotor. Apa saja jenis polutan itu? Bagaimana cara polutan-polutan tersebut sampai ke udara dan dari mana asalnya? Apa akibatnya pada manusia atau makhluk hidup dan lingkungan ? Uraian berikut ini berusaha memberi jawaban untuk pertanyaan tersebut di atas.

1. Jenis-jenis Polutan di Udara

a) Polutan Karbon, Karbonmonoksida, dan Karbondioksida

Polutan karbon yang mencemari udara ini umumnya dapat berwujud gas atau padat. Polutan yang berwujud padat biasanya berupa butiran-butiran yang sangat halus dan cukup stabil di udara dalam waktu yang cukup lama dan ini biasanya disebut partikulat. Senyawa karbon dapat menjadi polutan di udara dalam dua bentuk di atas. Mengapa hal tersebut dapat demikian? Polutan karbon biasanya berasal dari pembakaran bahan bakar minyak atau batu bara, kayu untuk keperluan energi yang digunakan untuk memasak, pembangkit tenaga listrik, menjalankan kendaraan bermotor, dan lain-lain.

Hidrokarbon (HC) berasal dari bermacam-macam sumber, yaitu tidak terbakarnya bahan bakar secara tidak sempurna dan tidak sempurna terbakarnya minyak pelumas. Emisi HC kebanyakan berasal dari mesin-mesin diesel berbahan bakar solar. Emisi HC ini dalam bentuk gas metan (CH_4). Emisi gas metan ini dapat menyebabkan penyakit leukemia dan kanker.

Bahan-bahan sumber energi tersebut jarang sekali yang dapat mengalami pembakaran sempurna. Hal ini dapat dibuktikan pada persamaan reaksi kimia pada pembakaran lilin, yaitu

$$C_5H_{12} + 3\,O_2 \longrightarrow 5\,C + 6\,H_2O$$

Pentana Oksigen Karbon Air

Di sini yang digunakan senyawa hidrokarbon dengan rumus molekul C_5H_{12}. Bahan bakar minyak bumi atau batu bara terdiri atas senyawa hidrokarbon. Persamaan reaksi di atas menunjukkan bahwa reaksi tidak berlangsung sempurna. Unsur karbon (C) yang tidak terbakar akan kelihatan sebagai

asap hitam. Selanjutnya pembakaran yang tidak sempurna ini akan menimbulkan masalah baru yaitu karbon berikatan dengan oksigen membentuk karbonmonoksida, seperti reaksi di bawah ini.

$$2\,C + O_2 \longrightarrow 2\,CO$$

Karbon Oksigen Karbon monoksida

Jika terjadi pembakaran yang sempurna pada karbon akan terjadi reaksi berikut.

$$2\,C + 2\,O_2 \longrightarrow 2\,CO_2$$

Karbon Oksigen Karbon dioksida

Asap kendaraan bermotor merupakan sumber utama karbon monoksida di berbagai kota, terutama kota besar yang banyak kendaraan bermotornya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 60% pencemaran di kota Jakarta disebabkan oleh kendaraan bermotor terutama yang berbahan bakar solar. Konsentrasi CO di udara pada tempat tertentu dipengaruhi oleh kecepatan emisi (pelepasan) CO ke udara dan kecepatan penyebaran CO di udara. Di daerah perkotaan kecepatan penyebaran CO dari udara sangat lambat. Kecepatan penyebarannya dipengaruhi oleh kecepatan dan arah angin, turbulensi udara, dan stabilitas atmosfir. Di kota-kota besar walaupun turbulensi timbul karena adanya kendaraan yang bergerak dan aliran udara di atas dan di sekeliling bangunan, tetapi karena keterbatasan ruangan maka gerakan udara menjadi sangat terbatas sehingga konsentrasi CO di udara meningkat.

Karbon monoksida ini merupakan gas yang beracun dan dengan adanya gas ini di udara dapat menimbulkan malapetaka. Orang yang keracunan gas karbonmonoksida kemampuan darahnya untuk mengikat gas oksigen dari paru-paru akan menurun karena Fe dalam haemoglobin yang berfungsi mengikat gas oksigen dalam darah telah berikatan dengan gas karbon monoksida (CO). Hal ini terjadi karena kemampuan Fe-haemoglobin mengikat CO jauh lebih besar dibandingkan dengan kemampuan untuk mengikat oksigen (200X lebih kuat). Haemoglobin di dalam darah secara normal berfungsi dalam sistem transpor untuk membawa oksigen dalam bentuk oksihaemoglobin (HbO_2) dari paru-paru ke sel-sel tubuh dan membawa CO_2 dalam bentuk $HbCO_2$ dari sel-sel tubuh ke paru-paru.

Dengan adanya CO, haemoglobin dapat membentuk karboksi-haemoglobin (HbCO). Jadi dengan adanya CO kemampuan darah membawa oksigen menjadi berkurang.

Reaksinya adalah sebagai berikut.

$$Hb\ (4FeH_2O) + 4\ CO \rightleftharpoons Hb\ (4FeCO) + 4\ H_2O$$

Haemoglobin karbonmonooksida karboksi-haemoglobin air

Pengaruh CO terhadap tubuh manusia ditentukan oleh konsentrasi HbCO yang terdapat dalam darah, semakin tinggi persentase haemoglobin yang berikatan dengan CO semakin parah pengaruhnya terhadap kesehatan manusia. Konsentrasi CO yang tinggi di udara dapat menyebabkan turunnya berat janin dan meningkatnya jumlah kematian bayi serta kerusakan otak. Hubungan antara konsentrasi HbCO di dalam darah dan pengaruhnya terhadap manusia dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 5.2 Pengaruh konsentrasi HbCO dalam darah terhadap kesehatan manusia

Konsentrasi HbCO dalam darah (%)	Pengaruhnya terhadap kesehatan
< 1,0	Tidak ada pengaruhnya
1,0 -2,0	Penampilan agak tidak normal
2,0 -5,0	Berpengaruh terhadap sistem saraf pusat, reaksi alat indera tidak normal, pan-dangan kabur.
> 5,0	Perubahan fungsi jantung
10,0 -80,0	Kepala pusing, mual, berkunang-kunang, pingsan, sukar bernapas dan dapat menyebabkan kematian

Secara normal sebenarnya darah mengandung HbCO dalam jumlah sekitar 0,5%, ini berasal dari CO yang diproduksi oleh tubuh selama metabolisme pemecahan komponen haemoglobin. Yang lainnya berasal dari CO yang terdapat di udara dalam konsentrasi yang rendah.

Sumber utama gas CO di kota-kota besar adalah asap kendaraan bermotor roda empat. Untuk menunjukkan adanya karbon monoksida dapat digunakan senyawa paladium sulfat. Senyawa ini merupakan indikator yang sangat peka terhadap karbon monoksida. Jika gas ini ada di udara, paladium sulfat yang berwarna kuning akan berubah menjadi hijau.

Dalam jumlah tertentu karbon dioksida (CO_2) diperlukan oleh tumbuhan untuk berfotosintesis menghasilkan karbohidrat (glukosa) dan oksigen, akan

tetapi penggunaan bahan bakar oleh kendaraan yang banyak sekali mengakibatkan gas CO_2 di udara melebihi dari yang dibutuhkan tumbuhan. Tingginya kadar CO_2 di udara dapat mengubah iklim, misalnya suhu udara menjadi tinggi. Suhu yang tinggi akan mempengaruhi kehidupan makhluk hidup. Perubahan iklim itu terjadi karena CO_2 yang disebut gas penyebab timbulnya "green house effect" yang membentuk selimut isolasi sekeliling bumi yang menahan kembalinya panas bumi setelah disinari matahari, sehingga suhu udara menjadi tinggi. Kadar CO_2 yang tinggi di udara akan berpengaruh negatif terhadap pernafasan manusia (menjadi lebih cepat), peredaran darah, dan gangguan pada sistem saraf pusat.

b) Polutan Oksida Nitrogen (NOx)

Beberapa nitrogen oksida di udara terutama berasal dari asap kendaraan bermotor. Minyak bumi berasal dari fosil-fosil makhluk hidup yang banyak mengandung senyawa nitrogen. Gas NO_2 juga dikeluarkan dari industri kimia, industri pembangkit tenaga listrik, dan asap rokok.

Nitrogen (N_2) termasuk gas yang sukar bereaksi, akan tetapi pada kondisi tertentu, misalnya suhu dan tekanan udara yang tinggi gas ini dapat juga bersenyawa dengan oksigen membentuk oksida-oksida nitrogen, seperti reaksi di bawah ini.

$$N_2 + O_2 \xrightarrow[\text{Tekanan tinggi}]{\text{Suhu tinggi}} 2\,NO$$

Telah diketahui bahwa pembakaran selalu berhubungan dengan udara, sedangkan udara sendiri mengandung gas nitrogen. Oleh sebab itu pembentukan gas nitrogen monoksida (NO) tidak dapat dihindari pada waktu terjadi pembakaran. Makin tinggi suhu yang dihasilkan pembakaran makin banyak dibentuk gas NO. Untuk memperoleh efisiensi yang baik dari kendaraan bermotor atau pembakaran batu bara pada pembangkit tenaga listrik, maka suhu harus tinggi, sehingga gas NO ini banyak dihasilkan. Hal ini memang masalah yang belum terpecahkan atau merupakan suatu dilema. Gas NO di udara bereaksi dalam beberapa jam dengan gas oksigen menghasilkan gas nitrogen dioksida (NO_2) yang daya racunnya lebih tinggi daripada gas NO. NO_2 ini merupakan suatu gas yang berwarna coklat kemerahan, berbau sangat tajam, dan berbahaya. Sifat racun gas NO_2

empat kali lebih kuat daripada gas NO. Jika gas ini terhisap pada waktu bernapas, akan bersenyawa dengan uap air dalam paru-paru membentuk asam nitrat (HNO_3), yang mengakibatkan gangguan pada paru-paru. Paru-paru yang kena gas NO_2 akan membengkak, sehingga orang tersebut sukar bernapas yang akhirnya dapat menyebabkan kematian. Pencemaran oleh gas NO dan NO_2 dapat juga menyebabkan mata terasa pedih dan berair. Gas NO_2 dapat menghalangi jarak penglihatan karena menghasilkan kabut fotokimia yang berwarna kejinggaan.

Gas NO dan NO_2 di udara dengan adanya uap air akan membentuk asam, jadi akan menyebabkan hujan asam. Hujan asam ini akan berpengaruh buruk terhadap pertanian, hutan, hewan dan tumbuhan air, juga merusak bangunan. Bahaya asam nitrat atau nitrit pada tumbuhan antara lain adalah timbulnya bintik-bintik di permukaan daun. Pada konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan daun, sehingga daun tidak dapat befotosintesis dan tanaman tidak dapat berproduksi. Konsentrasi NO sebesar 10 bpj (bagian persejuta) dapat menurunkan kemampuan daun dalam berfotosintesis sampai 70%.

c) Polutan Oksida Belerang (SOx)

Belerang bebas atau unsur belerang murni tidak menimbulkan masalah polusi udara. Akan tetapi oksida-oksida belerang (SOx) yang terdiri atas belerang dioksida dengan rumus kimia SO_2 dan belerang trioksida dengan rumus kimia SO_3 menimbulkan masalah polusi, apabila zat ini tercampur di udara. Kedua jenis oksida belerang ini dapat membentuk asam jika terlarut dalam air, menurut persamaan reaksi berikut ini.

$$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3 \text{ (asam sulfit)}$$
$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4 \text{ (asam sulfat)}$$

Asam sulfat ini sangat reaktif, mudah bereaksi dengan benda-benda lain yang mengakibatkan kerusakan, seperti proses perkaratan dan proses kimia lainnya. Belerang dioksida pada suhu kamar berwujud gas dan berbau tajam dan tidak mudah terbakar, akan tetapi belerang trioksida dapat berwujud zat padat dengan warna putih, sangat reaktif dan akan melebur pada suhu $16{,}8^0$C. Jadi pada suhu kamar SO_3 dapat berwujud cair. Konsentrasi gas

SO_2 di udara akan mulai tercium baunya jika konsentrasinya berkisar antara 0,3 - 1 bpj. Pada umumnya gas buangan hasil pembakaran mengandung lebih banyak gas SO_2 daripada gas SO_3. Jadi di udara yang dominan adalah gas SO_2.

Polutan-polutan SO_2 dan SO_3 ini berasal dari hasil pembakaran batu bara dan minyak bumi yang memang mengandung sejumlah senyawa-senyawa belerang, sedangkan sumber alami adalah dari letusan gunung berapi. Ketika kedua jenis bahan ini dibakar maka senyawa belerang yang terkandung di dalamnya mengalami reaksi, berubah menjadi senyawa SO_2 dan SO_3. Gas ini mudah dicirikan dengan baunya yang sangat tajam dan mempunyai efek pada selaput mata dan rongga hidung. Anda dapat mencium bau SO_2 selama satu atau dua detik pada waktu menggoreskan korek api.

Walaupun sedikit sekali senyawa belerang terdapat dalam batu bara atau minyak bumi, tetapi karena bahan ini dibakar dalam jumlah yang banyak sekali, maka jumlah SO_2 yang dikeluarkan ke udara cukup besar. Sebagai contoh, suatu pembangkit listrik tenaga uap dengan kapasitas pembakaran batu bara sebanyak 50.000 ton per hari, akan mengeluarkan 300 sampai 400 ton SO2 per hari. Badan WHO menyatakan pada tahun1987 jumlah SO_2 di udara telah mencapai ambang batas yang ditetapkan WHO.

Beberapa logam seperti tembaga, antimon, arsen, dan besi terdapat di alam dalam bentuk senyawa-senyawa belerang atau sulfida-sulfida. Sulfida-sulfida ini biasanya diubah menjadi oksida belerang (SOx). Pada tingkat pengolahan senyawa tersebut, akan dibebaskan belerang dalam bentuk gas SO_2 dan asap putih SO_3. Oksida-oksida belerang yang sangat beracun ini biasanya dibuang saja ke udara melalui cerobong-cerobong asap yang amat tinggi.

Belerang dioksida di udara dapat mematikan tumbuh-tumbuhan dan dapat merusak kontruksi beton atau besi. Jika gas ini masuk ke dalam saluran pernapasan akan bereaksi dengan air di dalam jaringan paru-paru membentuk asam sulfit (HSO_3). Asam sulfit ini berbahaya bagi jaringan paru-paru yang sangat lembut itu. Dalam jumlah yang sangat kecil sekali gas SO_2 dapat menyebabkan paru-paru terbakar dan menimbulkan rasa sesak dan

perasaan yang tidak enak dalam paru-paru. Konsentrasi SO_2 sebesar 0,1-0,2 ppm dapat menyebabkan asma dan paru-paru membengkak (emfisema). Akhir-akhir ini ditemukan, dalam percobaan dengan hewan, bahwa SO_2 dapat menimbulkan gangguan pada fungsi genetik. Hal ini disebabkan terjadinya mutasi yang tidak diinginkan pada generasi makhluk hidup berikutnya.

Gas SO_x bereaksi dengan uap air di udara membentuk asam sulfit atau asam sulfat. Jika asam sulfit dan asam sulfat yang ada di udara ini turun ke tanah bersama-sama dengan air hujan, terjadilah hujan asam. Hujan asam dapat merusak tanaman dan menurunkan kesuburan tanah. Tetesan asam sulfat pada daun yang telah basah dapat menyebabkan bintik-bintik pada daun. Tumbuhan yang banyak menyerap asam sulfat dapat menyebabkan daunnya gugur.

d) Polutan Hidrogen Sulfida (H2S)

Gas ini berbau seperti telur busuk dan tidak berwarna, serta mudah berubah menjadi SO_2 dalam udara. Gas ini dihasilkan oleh pembusukan protein hewan oleh bakteri secara anaerob, asap gunung berapi, dan dari industri. Gas H_2S ini di udara mudah berubah menjadi belerang dioksida (SO_2). H_2S dalam kadar yang tinggi (di atas 30 mg/m^3 udara) dapat merusak sel-sel saraf pusat. H_2S ini dapat menyebabkan kepala pusing, mual, batuk, dan merusak paru-paru. Juga dapat menyebabkan kematian mendadak, jika kadarnya telah mencapai 900 mg/m^3 udara. Nilai ambang batas (NAB) untuk H_2S adalah 2 bpj.

e) Dioksin

Dioksin sebagian besar berasal dari pembakaran sampah rumah tangga, sampah rumah sakit, dan sampah industri. Pembakaran sampah rumah tangga terutama sampah yang mengandung plastik dan kertas yang mengandung bahan pengawet, dan daun-daunan yang mengandung pestisida merupakan sumber utama dioksin. Industri yang menggunakan klor, seperti industri kimia, insektisida, plastik, bubur kertas, pabrik kertas, pembakaran minyak bumi dan batu bara juga menghasilkan dioksin. Dioksin dalam jumlah kecil juga terdapat dalam asap rokok.

Dioksin adalah istilah yang digunakan untuk kelompok senyawa yang mengandung klor yang membahayakan dan termasuk golongan senyawa CDD (Chlorinated dibenzo-p dioksin), CDF (Chlorinated dibenzofuran) atau PCB (Polychlorinated biphenyl). Ada ratusan senyawa yang termasuk kelompok dioksin. Salah satu senyawa yang paling beracun adalah TCDD (2.3.7.8. tetrachloro dibenzo-p-dioksin). Dioksin mempunyai struktur kimia yang sangat stabil dan bersifat tidak larut dalam air, tetapi larut dalam lemak. Karena strukturnya stabil, maka zat ini tidak mudah terurai, sehingga sangat berbahaya. Dioksin ini larut dalam lemak sehingga dapat terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup. Nilai ambang batas aman bagi dioksin adalah 1-4 sepertriliun gram perberat badan.

Senyawa dioksin yang ada di udara, dalam waktu beberapa hari akan berada di tanah, di badan air dan menumpuk di tanah, di badan air, dan masuk ke dalam tubuh hewan air, termasuk ikan dan menumpuk dalam tubuh hewan tersebut. Jika ikan itu dimakan oleh manusia akan ada dalam tubuhnya. Dioksin mudah tersebar di alam melalui bantuan angin dan air.

Hasil penelitian akhir-akhir ini menunjukkan bahwa dioksin merupakan penyebab kanker, terutama kanker prostat dan kanker testis pada laki-laki, kanker payudara dan rahim pada wanita. Dioksin dapat juga menyebabkan penyakit kulit yang parah, gangguan saraf perifer, depresi, hepatitis, pembengkakan hati, gangguan sistem imunitas, dan gangguan proses pertumbuhan pada anak-anak.

f) CFC (Chloro Fluo Carbon)

CFC banyak digunakan untuk mengembangkan busa kasur, kursi, untuk AC, pendingin lemari es, gas pendorong (aerosol) pada botol semprot, misalnya pada ‘hair spray’. Senyawa CFC lebih dikenal dengan merek dagang freon. Gas ini tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berbahaya terhadap kesehatan. Tetapi gas ini dapat merusak lapisan ozon.

Jika gas ini ada di udara, akan naik ke atas dan sampai ke lapisan stratosfir. Lapisan ozon ini terdapat di stratosfir dan berfungsi sebagai pelindung bumi dari sinar ultraviolet. Radiasi ultraviolet dapat menyebabkan kanker kulit dan mata, mutasi, dan tumbuhan menjadi kerdil. Sinar ultraviolet dapat juga menyebabkan suhu bumi menjadi naik.

Setelah sampai di lapisan ozon, CFC ini bereaksi dengan ozon, ozonnya akan terurai menjadi O_2, sehingga lapisan ozon menjadi rusak. Reaksinya adalah sebagai berikut.

$Cl_2\ F_2C$ + ultraviolet $\longrightarrow$ $ClF_2C + Cl^*$

O_3 + Cl* (radikal bebas) $\longrightarrow$ $ClO + O_2$

Cl0 + 0 $\longrightarrow$ $Cl + O_2$

Pada saat ini kerusakan lapisan ozon ini terlihat di atas kutub selatan, berupa lubang ozon. Kerusakan ini harus dicegah supaya tidak meluas, yaitu dengan tidak menggunakan CFC. Jika tidak dicegah kerusakan ini akan sampai meluas di atas stratosfir Indonesia.

g) Partikel-partikel

Polutan udara, di samping berwujud gas, ada juga yang berbentuk partikel-partikel kecil padat dan butiran cairan yang terdapat dalam jumlah yang cukup besar di udara. Pencemaran udara akibat partikel-partikel tersebut merupakan masalah di lingkungan yang perlu mendapat perhatian, terutama di daerah perkotaan. Sebagian partikel yang keluar dari cerobong pabrik sebagai asap hitam tebal, tetapi yang paling berbahaya adalah partikel-partikel halus, sehingga dapat masuk ke jaringan paru-paru. Bermacam-macam partikel polutan dan bentuknya yang terdapat di udara dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Karena banyaknya jenis partikel dengan sifat kimia yang berbeda, mengenai sifat kimia tidak akan diuraikan dalam makalah ini. Sifat fisik partikel yang penting yaitu ukurannya berkisar antara 0,0002 mikron sampai 500 mikron. Partikel tersebut mempunyai umur antara beberapa detik sampai beberapa bulan dalam bentuk tersuspensi di udara. Umur partikel ini dipengaruhi oleh ukuran dan banyak partikel, serta aliran udara.

Tabel 5.3. Berbagai komponen partikel dan bentuk umum yang terdapat di udara

Komponen	Bentuk
Besi	Fe_2O_3; Fe_3O_4
Magnesium	MgO
Kalsium	CaO
Aluminium	Al_2O_3
Sulfur	SO_2
Titanium	TiO_2
Karbonat	CO_3^-
Silikon	SiO_2
Posfor	P_2O_5
Kalium	K_2O
Natrium	Na_2 O

Berbagai proses alami, seperti letusan gunung merapi, debu atau tanah yang diterbangkan oleh angin mengakibatkan penyebaran partikel-partikel ke udara. Di samping itu aktivitas manusia juga berperan dalam penyebaran partikel, misalnya partikel-partikel debu dan asbes dari bahan bangunan, abu dari proses peleburan baja, asap dari proses pembakaran tidak sempurna terutama arang.

Partikel yang beracun umumnya tidak terdapat dalam jumlah yang banyak di udara. Berbagai partikel logam yang berbahaya yang biasanya terdapat dalam jumlah yang kecil dan konsentrasi tersebut dapat meningkat karena aktivitas manusia.

Tabel 5.4. Komponen partikel, sumber dan pengaruhnya

Komponen	Sumber	Pengaruh terhadap kesehatan
Nikel	Minyak diesel, minyak residu, batu bara, asap rokok, katalis, baja, dan logam lain	Kanker paru-paru
Berilium	Batu karang dan industri tenaga nuklir	Keracunan akut dan kronis, serta kanker
Germanium	Batu bara	Keracunan ringan
Arsenik	Batu bara, petroleum, deterjen, dan pestisida	Kanker
Selenium	Batu bara dan sulfur	Karang gigi, karsinogenik pada tikus.
Titrium	Batu bara dan petroleum	Karsinogenik pada tikus jika kontak dalam waktu lama
Raksa	Batu bara, baterai elektrik, dan industri lain	Kerusakan saraf dan dapat juga menyebabkan kematian
Kadmium	Batu bara, peleburan seng (Zn), pipa air, dan asap tembakau.	Penyakit jantung dan hipertensi pada manusia, mengganggu metabolisme Zn dan Cu
Antimoni	Industri	Memperpendek umur tikus.
Timbal	Buangan mobil (dari bensin)	Kerusakan otak, gangguan tingkah laku, dan kematian.

(Sumber: Anonimous, 1971)

D. Pencegahan terhadap Pencemaran Udara

Beberapa pencegahan terhadap pencemaran udara adalah sebagai berikut.

1. Untuk menghindari terjadi pencemaran yang berbentuk asap hitam atau jelaga dianjurkan pabrik mengolah asap tersebut dengan cara pengendapan atau penyaringan.
2. Kendaraan bermotor yang sudah tua biasanya mengeluarkan gas CO lebih banyak karena perbandingan bahan bakar dan udara sudah menyimpang dari semula (alat pengaturnya sudah rusak). Oleh karena itu kendaraan bermotor ini harus diperiksa kadar CO (uji emisi) yang dikeluarkan secara periodik sebelum dinyatakan layak untuk dioperasikan. Jika tidak dinyatakan layak tidak boleh dioperasikan.
3. Sampah-sampah yang masih basah jangan dibakar, sebaiknya dikubur dalam tanah. Di dalam kendaraan atau dalam ruangan tidak merokok.
4. Di seluruh kota-kota besar dianjurkan untuk menanam pohon-pohonan karena gas CO_2 dapat digunakan oleh tumbuh-tumbuhan dalam proses fotosintesis. Di samping itu debu-debu dapat mengendap pada daun-daun tumbuhan. Kadar yang membahayakan dari polutan-polutan ini dapat diketahui pengaruhnya pada tumbuhan. Dengan banyaknya tumbuh-tumbuhan akan mengurangi jumlah polusi udara.
5. Untuk mengurangi dan mencegah emisi SOx ke udara dapat dilakukan beberapa metode berikut.
   a. Menggunakan bahan bakar batu bara atau minyak yang mempunyai kadar sulfur rendah. Harga bahan bakar bersulfur rendah lebih mahal daripada yang bersulfur tinggi.
   b. Mensubsitusi bahan pembakaran dengan sumber energi lain, misalnya alkohol dan energi surya.
   c. Menghilangkan sulfur dari bahan bakar sebelum pembakaran.
   d. Mendirikan suatu unit alat yang dapat mengubah gas SO_2 menjadi belerang bebas. Belerang bebas dapat dijual di pasaran, yang hasilnya dapat digunakan untuk biaya operasi pencegahan polusi udara tersebut.
   e. Menghilangkan SOx dari gas buangan industri dan knalpot kendaraan dengan cara melewatkan gas ini ke dalam larutan kalsium oksida (CaO) sehingga terbentuk $CaSO_4$.

E. Pencemaran Tanah

Tanah merupakan tempat hidup bagi makhluk hidup dan diharapkan tanah tersebut dapat memberikan kelangsungan hidup yang baik bagi makhluk hidup yang menempatinya. Dengan kemajuan teknologi dan pemakaian produknya pada saat ini menyebabkan terjadinya pencemaran tanah. Pencemaran tanah umumnya akan berakibat pula terjadinya pencemaran air.

Pencemaran tanah disebabkan antara lain sebagai berikut.

1. Pupuk yang digunakan secara berlebihan yang tujuannya menyuburkan tanaman malahan dapat mematikan tanaman dan hewan kecil yang ada di dalam tanah jika digunakan berlebihan, terutama pupuk anorganik (urea, TSP, Amonium sulfat, dan KCL).
2. Pestisida yang digunakan untuk membunuh hewan pengganggu (hama), insektisida yang digunakan untuk membunuh serangga, fungisida untuk mematikan jamur yang masuk ke dalam tanah dan juga mematikan mikroba-mikroba pengurai di tanah, sehingga akan menyebabkan siklus zat di alam terganggu atau terputus.
3. Deterjen dan sabun yang digunakan berlebihan dan dibuang ke tanah dan ke air akan mengganggu kehidupan organisme di tanah atau di air tersebut, terutama deterjen yang sukar diuraikan oleh mikroorganisme.
4. Sampah berupa plastik yang sukar hancur, botol-botol, dan kaleng-kaleng bekas, kulit bekas sepatu, karet yang sukar dan tidak bisa terurai jika dibuang ke tanah atau ditumbuk di tanah akan mengganggu kehidupan organisme di tempat tersebut. Sampah berupa kertas bekas, bagian tanaman atau hewan yang sudah mati dapat terurai, akan tetapi ini mengganggu kehidupan di tanah tersebut dan akan menimbulkan bau yang busuk.
5. Sampah berupa zat radioaktif yang mempunyai waktu paruh yang lama, yang dibuang ke tanah dapat mempengaruhi faktor genetis organisme yang terkena zat tersebut.

F. Pencegahan Pencemaran Air dan Tanah

Usaha-usaha yang dilakukan untuk mencegah terjadinya pencemaran air dan tanah adalah sebagai berikut.

1. Memberikan penyuluhan kepada masyarakat untuk tidak membuang sampah dan limbah rumah tangga ke sungai dan ke tanah yang digunakan untuk pertanian.
2. Pabrik harus melakukan pengolahan limbah sebelum dibuang ke badan air. Untuk warga yang tinggal dekat pabrik, mengawasi pabrik-pabrik supaya mengolah air limbahnya sebelum dibuang ke sungai dan melaporkan kepada petugas Amdal jika ada yang melakukan kecurangan yaitu membuang limbah pabriknya ke badan air.
3. Penggunaan pupuk anorganik, pestisida, herbisida, insektisida harus sesuai aturan dan tidak boleh berlebihan, serta jangan melakukan penyemprotan pupuk atau insektisida terhadap tanaman pertanian pada waktu akan turun hujan, karena zat-zat tersebut akan dihanyutkan oleh air hujan.
4. Penggunaan deterjen dan sabun untuk mencuci pakaian dan perabotan jangan berlebihan. Air cucian pakaian yang sudah diencerkan dapat digunakan untuk menyiram tanaman.
5. Sampah-sampah organik yang berupa daun-daun, dahan-dahan tanaman dan limbah rumah tangga dapat dibuat menjadi kompos. Kompos ini dapat digunakan untuk menanam tanaman.

D. Aktivitas Pembelajaran

Pengaruh deterjen dalam konsentrasi yang berbeda pada kehidupan ikan.

Alat dan Bahan:

Gelas kimia 250 mL	4 buah/kelompok
Gelas ukur	1 buah
Deterjen	0, 1 g
Ikan seribu atau ikan mas kecil	8 ekor/ kelompok

Cara Kerja:

1. Larutkan 1 g deterjen ke dalam akuades sebanyak 999 mL. Encerkan larutan ini menjadi 0,1 %, 0,07 %, 0,04 %, 0,01 % !
2. Masukkan ke dalam gelas kimia masing-masing larutan deterjen sebanyak 100 mL larutan deterjen 0,1 %, 0,07 %, 0,04 %, 0,01 % !

3. Masukkan 2 ekor ikan ke dalam gelas kimia yang berisi larutan deterjen yang telah disediakan!
4. Amatilah setiap 5 menit, catatlah hasil pengamatan (keadaan ikan) setelah 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, apakah ikan masih segar atau sudah lemas?

Tabel pengamatan

Pengaruh diterjen dengan konsentrasi yang berbeda terhadap ikan

No.	Konsentrasi deterjen	Keadaan ikan dalam waktu			
		5 menit	10 menit	15 menit	20 menit
1.	0,1 %	……	……	……	……
2.	0,07 %	……	……	……	……
3.	0,04 %	……	……	……	……
4.	0,01 %	……	……	……	……

Pertanyaan:

1) Apa kesimpulan dari percobaan di atas?
2) Menurut pendapat Anda, apakah deterjen juga berpengaruh terhadap hewan air lainnya?
3) Apa yang harus dilakukan, supaya deterjen tidak banyak mencemari badan air?

E. Latihan/Kasus/Tugas

Pilihlah satu jawaban yang benar.

1. Suhu lingkungan yang meningkat akan menyebabkan pemanasan global. Dampak dari pemanasan global adalah sebagai berikut, kecuali...
   A. Mencairnya es di kutub menyebabkan turunnya permukaan air laut
   B. Keseimbangan ekosistem menjadi terganggu
   C. Berkurangnya keanekaragaman hayati
   D. Mencairnya es di kutub menyebabkan pulau-pulau kecil terendam

2. Penanggulangan yang dapat dilakukan untuk mencegah pencemaran tanah diantaranya, kecuali....
   A. Menanggulangi sampah plastik
   B. Sistem tanam monokultur
   C. Mengelola sisa radioaktif
   D. Pemakaian pupuk sesuai kebutuhan

3. Pembangunan perumahan merupakan salah satu sebab semakin berkurangnya air tanah dan timbulnya banjir pada musim hujan karena …
   A. Semakin banyak perumahan semakin sedikit air yang terserap tanah
   B. Semakin banyak perumahan semakin sedikit orang bercocok tanam
   C. Semakin banyak perumahan semakin banyak sampah yang dibuang
   D. Semakin banyak perumahan semakin banyak air yang tercemar

4. Keseimbangan lingkungan dapat menjadi rusak, artinya …
   A. Lingkungan menjadi tidak seimbang jika terjadi kematian makhluk hidup
   B. Lingkungan menjadi tidak seimbang jika terjadi perubahan yang melebihi daya dukung dan daya lentingnya
   C. Lingkungan rusak karena tingkah manusia dan hewan
   D. Lingkungan menjadi tidak seimbang jika terjadi perubahan yang tidak melebihi daya dukung dan daya lentingnya

5. Pernyataan berikut yang benar adalah …
   A. Penggunaan pupuk buatan dapat menyebabkan erosi
   B. Penggunaan pupuk buatan tidak dapat menyuburkan perairan
   C. Penggunaan pupuk buatan harus ditingkatkan agar hasil panen bertambah
   D. Penggunaan pupuk buatan harus diselingi dengan penggunaan kompos

F. Rangkuman

Bahan atau zat-zat yang menyebabkan pencemaran disebut polutan. Pencemaran air adalah penyimpangan dari keadaan air yang normal. Indikator terjadinya pencemaran air dapat dilihat dari perubahan suhu, warna, pH, bau, rasa, timbul endapan, adanya mikroorganisme, adanya minyak, logam berat, kandungan bahan radioaktif. Komponen pencemar air adalah logam berat (As, Cd, Cr, Cl_2, Pb, dan Hg), deterjen, pewarna tekstil, pupuk, insektisida, pestisida, dan bahan buangan organik.

Usaha pencegahan pencemaran air dan tanah adalah memberikan penyuluhan kepada masyarakat untuk tidak membuang sampah ke badan air dan ke tanah, pabrik harus mengolah limbah sebelum dibuang ke badan air, penggunaan pupuk anorganik, pestisida, insektisida, herbisida harus sesuai aturan,

penggunaan deterjen jangan berlebihan. Sampah-sampah organik yang berupa bagian-bagian tanaman dibuat menjadi kompos.

Jenis-jenis polutan udara adalah oksida karbon, oksida nitrogen, oksida belerang, hidrogen sulfida, dioksin, CFC, dan partikel-partikel. Polutan karbonmonoksida dapat menyebabkan darah akan kekurangan oksigen. Polutan ini berasal dari pembakaran bahan bakar yang kurang sempurna. Sumber utama gas CO adalah asap kendaraan bermotor.

Polutan gas karbondioksida dapat merubah iklim, misalnya suhu udara menjadi tinggi. Gas ini berasal dari pembakaran sempurna dan pernapasan makhluk hidup. Polutan nitrogen oksida dihasilkan dari pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor, pembangkit tenaga listrik. Polutan nitrogen dioksida berasal dari gas NO. Gas NO_2 berasal dari asap kendaraan bermotor, industri kimia, pembangkit tenaga listrik, tenaga uap, dan asap rokok.

Polutan SO_2 dan SO_3 berasal dari pembakaran batu bara dan minyak bumi. Gas ini mempunyai efek pada selaput mata dan rongga hidung. Gas SO_2 bereaksi dengan air jaringan paru-paru membentuk asam sulfit dan asam tersebut dapat menyebabkan paru-paru terbakar dan akan menimbulkan rasa sesak napas.

Dioksin umumnya berasal dari pembakaran sampah rumah tangga yang berupa plastik dan kertas yang mengandung bahan pengawet dan daun-daunan yang mengandung pestisida. Juga dari pembakaran sampah rumah sakit, dan sampah industri yang menggunakan klor. Dioksin adalah istilah yang digunakan untuk kelompok senyawa yang mengandung klor yang membahayakan. Dioksin menyebabkan penyakit kanker prostat, kanker testis pada laki-laki, kanker payudara dan rahim pada wanita. Dioksin dapat juga menyebabkan penyakit kulit yang parah, gangguan saraf tepi, depresi, hepatitis, hati bengkak, dan gangguan sistem imunitas.

Debu asbes dapat menyebabkan penyakit asbestosis pada paru-paru. Debu yang mengandung bibit penyakit dapat menimbulkan penyakit saluran pernapasan, kulit, dan mata.

Usaha pencegahan pencemaran udara antara lain mengusahakan agar kenda-raan bermotor mempunyai saringan pada knalpot, pabrik-pabrik mempunyai

sepe-rangkat alat untuk pengolahan gas, larangan merokok di ruangan tertutup, dan mengurangi bahan bakar yang menggunakan timbal.

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 80%, silahkan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali mempelajari kegiatan Pembelajaran ini.

KUNCI JAWABAN

A. KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

ENERGI DALAM SISTEM KEHIDUPAN

Bagian I

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

Bagian II

1. Posisi I (posisi awal h):

   $Ep_1 = m\ g\ h$

   $Ek_1 = 0$

   Posisi II (posisi ½h):

   $Ep_2 = ½\ m\ g\ h$

   $Ek_2 > Ek_1$

   Posisi III (sesaat sebelum menyentuh tanah):

   Ep_3 = minimal

   Ek_3 = maksimal

2. Ketika bola jatuh ke lantai, tidak semua energi kinetik diubah menjadi energi potensial elastis bola. Sebagian energi kinetik ini diubah menjadi bunyi ketika bola menubruk lantai, dan sebagian lagi diubah menjadi panas, sehingga bola, lantai, dan udara di sekitarnya terasa lebih panas. Oleh karena itu, bola yang seharusnya memantul kembali pada tinggi yang sama dengan posisi awalnya, sekarang memantul dan mencapai

tinggi yang lebih rendah dari semula. Lama-kelamaan bola berhenti karena seluruh energi kinetiknya diubah menjadi energi yang lain (panas dan bunyi).

B. KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

FOTOSINTESIS

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

C. KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

INTERAKSI ANTAR MAKHLUK HIDUP

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

D. KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

ASAM, BASA DAN GARAM

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

E. KEGIATAN PEMBELAJARAN 5

INTERAKSI ANTAR MAKHLUK HIDUP

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

EVALUASI

Pilihlah satu jawaban yang benar.

1. Satuan Joule dapat digunakan untuk mengukur:
   1) usaha yang dilakukan untuk mengangkat sebuah bola basket
   2) energi potensial ketika sebuah bola basket ada di udara
   3) energi kinetik pada sebuah bola basket yang menggelinding

   Jawaban yang benar adalah ....

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

2. Peristiwa mana yang tidak menyebabkan terjadinya perubahan energi potensial menjadi energi kinetik?
   A. Sebuah apel yang jatuh dari pohonnya
   B. Melepaskan anak panah dari busur panah
   C. Menarik sebuah pegas dari dudukannya
   D. Air sungai yang mengalir ke bawah

3. Seorang pendaki 65 kg menaiki sebuah tebing. Berapa besar energi potensial gravitasi yang dimilikinya pada jarak 35 m dari dasar tebing?
   A. $2{,}2 \times 10^4$ J
   B. 22×10^4 J
   C. $1{,}1 \times 10^4$ J
   D. 11×10^4 J

4. Berapa besar energi kinetik yang dimiliki seekor macan 44 kg yang berlari dengan kecepatan 31 m/s?
   A. 1.364 J
   B. 13.640 J
   C. 21.142 J
   D. 30.008 J

5. Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa ....
   A. energi di dalam sistem semakin lama semakin berkurang
   B. tidak ada mesin yang 100 persen efisien
   C. energi tidak dapat hilang ataupun diciptakan
   D. bumi memiliki sumber energi yang terbatas

6. Energi fotosintesis berasal dari ... yang diserap oleh ... yang terdapat di dalam ...
   Kata-kata yang tepat untuk mengisi titik-titik pada kalimat di atas berturut-turut adalah ...
   A. matahari, klorofil, kloroplas
   B. matahari, kloroplas, klorofil
   C. CO_2, stomata, daun
   D. H_2O, rambut akar, akar

7. Pada reaksi terang fotosintesis terjadi hal-hal berikut, *kecuali* ....
   A. klorofil dan pigmen lain menyerap energi cahaya
   B. dibebaskannya oksigen
   C. pengubahan energi cahaya menjadi ATP dan NADPH
   D. terbentuk glukosa dan produk organik yang lain

8. Fotosintesis mengambil tiga komponen untuk dapat membentuk energi, yaitu ....
   A. karbon dioksida, air, dan energi
   B. karbon monoksida, air, dan energi
   C. karbon dioksida, sitoplasma, dan energi
   D. karbon monoksida, sitoplasma, dan energi

9. Apa peran NADPH dalam fotosintesis?
   A. menyimpan energi cahaya
   B. menyimpan karbon dioksida
   C. menyimpan air seluler
   D. menyimpan energi seluler

10. Manakah dari produk reaksi terang fotosintesis yang digunakan dalam siklus Calvin?
    A. H2O dan O2
    B. ADP, Pi, dan NADP +
    C. elektron dan H +
    D. ATP dan NADPH

11. Apa peran utama dari antena molekul pigmen di dalam membran tilakoid,?
    A. memecah air dan melepaskan oksigen ke pusat reaksi
    B. memanen foton dan memindahan energi cahaya ke pusat reaksi
    C. mensintesis ATP dari ADP dan Pi
    D. mentransfer elektron ke ferredoxin, kemudian ke NADPH

12. Manakah dari pernyataan berikut ini yang paling menggambarkan hubungan antara fotosintesis dan respirasi?
    A. Respirasi adalah kebalikan dari jalur biokimia fotosintesis.
    B. Fotosintesis menyimpan energi dalam molekul organik kompleks, sementara respirasi melepaskan energi.
    C. Fotosintesis hanya terjadi pada tanaman dan respirasi hanya terjadi pada hewan.
    D. molekul ATP yang diproduksi dalam fotosintesis dan hanya digunakan dalam respirasi.

13. Cara hidup bersama antar dua jenis makhluk hidup yang berbeda jenisnya disebut . . . .
    A. simbiosis
    B. ekologi
    C. ekosistem
    D. Biosfer

14. Simbiosis dua jenis makhluk hidup yang saling menguntungkan disebut simbiosis . . . .
    A. komensalisme
    B. parasitisme

C. mutualisme
D. Kanibalisme

15. Hubungan yang merupakan contoh simbiosis parasitisme adalah . . . .
A. antara tali putri dengan kembang sepatu
B. antara kerbau dengan burung
C. antara tumbuhan paku dengan tumbuhan inangnya
D. antara ikan remora dengan ikan hiu

16. Setiap makhluk hidup bergantung pada lingkungan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, tumbuhan yang bermanfaat . . . .
A. Dibatasi
B. Dibiarkan liar
C. Dikembangbiakkan
D. Dimusnahkan

17. Perubahan ekosistem di muka bumi ini terutama disebabkan oleh . . . .
A. tumbuhan dan hewan yang selalu berkembang biak
B. manusia yang selalu menuntut kemajuan
C. adanya bencana alam
D. iklim yang tidak menentu

18. Data pengujian beberapa larutan dengan lakmus merah dan lakmus biru adalah sebagai berikut.

Larutan	Perubahan Warna pada Lakmus	
	Lakmus Merah	Lakmus Biru
P	biru	merah
Q	merah	biru
R	biru	biru
S	merah	merah

Larutan yang bersifat asam adalah . . . .
A. P
B. Q
C. R
D. S

19. Larutan diuji dengan lakmus merah menghasilkan warna biru, diuji dengan lakmus biru menghasilkan warna biru. Diperkirakan larutan tersebut adalah ...

A. air garam
B. cuka
C. air kapur
D. air mineral

20. Berikut ini adalah bahan-bahan yang ada di rumah:

i. sirup rasa jeruk
ii. gula
iii. cuka 25%
iv. garam meja

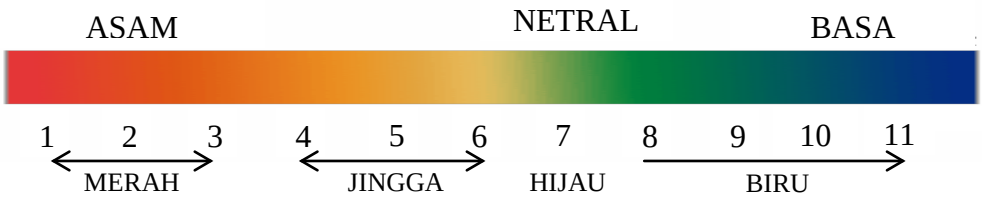
Dari bahan-bahan di atas, yang mengandung senyawa asam adalah ....

A. i dan ii
B. i dan iii
C. ii dan iii
D. iii dan iv

21. Deretan rumus-rumus asam berikut yang termasuk rumus asam monoprotik, diprotik, dan triprotik adalah ...

A. $HClO_2$, H_2S, H_3PO_4
B. $H_2S_iO_3$, H_2S, HCl
C. H_2SO_4, $H_2S_iO_3$, HCl
D. CH_3COOH, H_2S, $HClO_3$

22. Selain kertas lakmus, untuk menentukan sifat larutan asam basa dapat dilakukan dengan kertas indikator universal. Perubahan warna indikator asam basa pada larutan asam dan basa adalah sebagai berikut



Jika natrium hidroksida berlebih ditambahkan ke dalam larutan asam klorida yang mengandung indikator universal maka akan terjadi perubahan warna, yaitu....

A. indikator menjadi hijau
B. indikator berubah dari merah ke hijau
C. indikator berubah dari merah ke hijau kemudian biru

D. indikator berubah dari biru ke hijau kemudian merah

23. Berikut ini merupakan sifat-sifat larutan. Yang merupakan sifat larutan basa adalah ….
    A. memerahkan lakmus biru
    B. larutannya tidak mengantar listri
    C. di dalam larutan melepaskan ion OH^-
    D. senyawanya menimbulkan pencemaran udara

24. Beberapa larutan asam dan basa terdapat di dalam produk atau bahan yang sering digunakan sehari-hari, seperti yang tertera pada tabel berikut.

	Nama Produk	Senyawa
P	Deterjen	Asam klorida
Q	Antacid	Magnesium hidroksida
R	Cuka	Asam asetat
S	Aki mobil	Natrium hidroksida

Senyawa yang sesuai dengan produknya adalah....

A. P dengan Q
B. Q dengan R
C. R dengan S
D. S dengan P

25. Sekelompok siswa akan menguji sifat larutan asam dan basa. Mereka membuat dulu indikator alam dan data yang diperoleh dari berbagai tanaman

Bahan indikator alam	**Warna dalam larutan**	
	Asam	**Basa**
Daun pandan	Hijau muda	Hijau
Kulit buah naga	merah	Kuning hijau
Bunga soka	Merah	Hijau
Kol ungu	Merah ungu	Hijau
Tomat	Merah	Merah

Bahan iIndikator yang seharusnya tidak dipilih mereka untuk menguji sifat larutan agar tepat adalah ...

A. daun pandan dan tomat

B. kol ungu dan kulit buah naga
C. bunga soka dan kol ungu
D. bunga soka dan kulit buah naga

26. Suhu lingkungan yang meningkat menyebabkan pemanasan global. Dampak dari pemanasan global adalah sebagai berikut, kecuali...
    A. Mencairnya es di kutub menyebabkan turunnya permukaan air laut
    B. Keseimbangan ekosistem menjadi terganggu
    C. Berkurangnya keanekaragaman hayati
    D. Mencairnya es di kutub menyebabkan pulau-pulau kecil terendam

27. Penanggulangan yang dapat dilakukan untuk mencegah pencemaran tanah diantaranya, kecuali....
    A. Menanggulangi sampah plastik
    B. Sistem tanam monokultur
    C. Mengelola sisa radioaktif
    D. Pemakaian pupuk sesuai kebutuhan

28. Pembangunan perumahan merupakan salah satu sebab semakin berkurangnya air tanah dan timbulnya banjir pada musim hujan karena …
    A. Semakin banyak perumahan semakin sedikit air yang terserap tanah
    B. Semakin banyak perumahan semakin sedikit orang bercocok tanam
    C. Semakin banyak perumahan semakin banyak sampah yang dibuang
    D. Semakin banyak perumahan semakin banyak air yang tercemar

29. Keseimbangan lingkungan dapat menjadi rusak, artinya …
    A. Lingkungan menjadi tidak seimbang jika terjadi kematian makhluk hidup
    B. Lingkungan menjadi tidak seimbang jika terjadi perubahan yang melebihi daya dukung dan daya lentingnya
    C. Lingkungan rusak karena tingkah manusia dan hewan
    D. Lingkungan menjadi tidak seimbang jika terjadi perubahan yang tidak melebihi daya dukung dan daya lentingnya

30. Pernyataan berikut yang benar adalah …
    A. Penggunaan pupuk buatan dapat menyebabkan erosi
    B. Penggunaan pupuk buatan tidak dapat menyuburkan perairan
    C. Penggunaan pupuk buatan harus ditingkatkan agar hasil panen bertambah
    D. Penggunaan pupuk buatan harus diselingi dengan penggunaan kompos

PENUTUP

Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA Kelompok Kompetensi B untuk kompetensi profesional dengan topik Energi dalam Ekosistem dan Klasifikasi Materi, disiapkan untuk guru pada kegiatan pembelajaran baik secara mandiri maupun tatap muka di lembaga pelatihan atau di MGMP. Materi di dalam modul ini disusun sesuai dengan kompetensi yang harus dicapai guru pada Kelompok Kompetensi B. Guru dapat belajar dan melakukan kegiatan pembelajaran dengan menggunakan modul ini sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul, baik berupa diskusi materi, praktik dan latihan. Modul ini juga mengarahkan dan membimbing guru pembelajar dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan pembelajaran.

Untuk pencapaian kompetensi pada Kelompok Kompetensi B ini, guru diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan berlatih soal-soal evaluasi yang tersedia pada modul.

Isi modul ini masih dalam penyempurnaan, oleh karena itu masukan-masukan atau perbaikan terhadap isi modul sangat kami harapkan.

DAFTAR PUSTAKA

Anchoto. 2008. *Pembakaran Alkana dan Sikloalkana.*.[Online]. Tersedia: http://smaniva.blogspot.com/2008/02/hidrokarbon.html ..[14 April 2010].

Arief Sidharta, Dadan Muslih. 1993. *Perancangan, Pembuatan, dan Pendayagunaan Alat Peraga Praktik (APP) IPA SMP Sederhana,* Jakarta: Direktorat Sarana Pendidikan.

Brown, Theodore L..,LeMay, Eugene., Bursten, Bruce E., Murphy, Catherine, J. 2009. *CHEMISTRY, The Central Science*. *Eleventh Edition*. USA: PearsonEducation. Inc. Inc.

Chang, Raymond. 2006. *General Chemistry, Fourth Edition*. New York:The McGraw–Hill Companies.

Chang Raymond. 2008. *General Chemistry: The Essensial Concepts. Fourth Edition*. New York: Mc Graw- Hill.

Chua S. 2000. *Chemistry MCQ with HELPS,GCE 'A'LEVEL.* Singapore: Redspot.

Davis, Peck, et all. 2*010. The Foundation of Chemistry*. USA: Brooks/Cole Cengage Learning.

Devi, Poppy, K., Siti Kalsum., dkk. 2009. *Kimia 3, Kelas X SMA dan MA*. Bandung: PT Remaja Rosda karya.

Fessenden & Fessenden.1987. *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga.

Hart dan Suminar. 1983. *Kimia Organik.* Jakarta: Erlangga.

Lee Eet Fong.1996. *Science Chemistry, Exel in O-Level*. Singapore: EPB Publisher.

Lewis, Michael and Guy Waller. 1997. *Thinking Chemistry*. London: Great Britain Oxford University Press.

Parlan dan Wahjudi. 2003. *Kimia Organik I.* Malang: Universitas Negeri Malang.

Ryan, Lawrie. 2001. *Chemistry For You*. London: Nelson Thornes.

Michael and Guy. 1997. *Thinking Chemistry. GCSE Edition Great Britain*. Oxford: Scotprint Ltd.

Silberberg. 2010. *Chemistry The Molecular Nature of Matter and Change*. New York: Mc Graw Hill Companies. Inc.

Sunarya, Yayan.,Setiabudi, Agus. 2009. *Mudah dan Aktif Belajar Kimia*. *Untuk kelas X Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah*. Edisi BSE. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

Whitten, Kenneth W., Davis, Raymond E., Peck, M. Larry., Stanley, George G. 2010. *Chemistry. Ninth Edition. International Edition*. USA: Brooks/Cole Cengange Learning.

Yayan sunarya dan Agus S, 2009. *Mudah dan Aktif Belajar Kimia*. Untuk kelas XI SMA/ MA. Jakarta: Puskurbuk Depdiknas.

Referensi Internet

http://acehlook.com/hukum-konservasi-massa-dan-mol/diunduhhariRabutanggal 02 September 2015, jam 13.45 WIB

https://carm.org/scientific-method last update Jan 2016

http://dictionary.reference.com/browse/scientific-method last update Jan 2016

http://en.Wikipedia.Org/wiki/Hydrogenbond

https://esdikimia.wordpress.com/2009/09/26/massa-atommolekul-relatif-armr-isotop-dan-kelimpahannya/ diunduhhariselasatanggal 25 Agustus 2015, jam 10.50 WIB

http://file.upi.edu/Direktori/SPS/PRODI.PENDIDIKAN_IPA/194909271978032-LILIASARI/MAKALAH_UNY_08.pdf*last update, Desember 2015*

https://id.wikipedia.org/wiki/Stoikiometri , diunduh hari selasa tanggal 25 Agustus 2015, jam 10.48 WIB

http://repository.upi.edu/12615/3/T_IPA_1200932_Table%20Of%20Content.pdf. *last update, Desember 2016*

http://www.Elmhurst.edu/chm/Vchembook/

http://www.kompasiana.com/sukowaspodo_99/7-macam-sikap-ilmiah_last update Jan 2016

Twenty Science Attitudes From the Rational Enquirer, Vol 3, No. 3, Jan 90.http://www.k- state.edu/biology/pob/modern_attitudes.html

Landasan Hukum

Kemdiknas. 2007. *Permendikas No. 16 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru*. Jakarta: Kementerian Pendidikan Nasional

Kemdikbud. 2014. *Permendikbud No. 58 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas / Madrasah Aliyah.*Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Kemdikbud. 2014. *Permendikbud No. 59 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas / Madrasah Aliyah.*Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Kemdikbud. 2014. *Permendikbud No. 103 Tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Dikdasmen.*Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Kemdikbud. 2014. *Permendikbud No. 104 Tahun 2014 tentang Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah.*Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

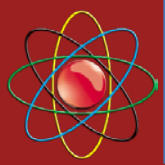
Permendikbud Nomor 65 tahun 2013 tentang Standar Proses

Permendikbud Nomor 68 Tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum SMP/MTs

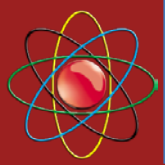
GLOSARIUM

Adisi	:	Penambahan masing-masing satu gugus kepada atom karbon yang berikatan rangkap dua atau tiga
Basa lemah	:	basa yang terionisasi lebih kecil dari 100% dalam air
Faktor Van't Hoff	:	Perbandingan sifat koligatif larutan elektrolit dengan larutan nonelektrolit yang berkonsentrasi sama.
Gugus Fungsi	:	Gugus yang paling mudah mengalami perubahan dan menentukan sifat-sifat organic
Keisomeran fungsi	:	Isomer senyawa bila dua senyawa atau lebih mempunyai rumus molekul sama tetapi gugusfungsi berbeda
Keisomeran posisi	:	Isomer senyawa yang terbentuk akibat perubahan letak posisi ikatan rangkap
Kenaikan titik didih	:	Perbedaan titik didih pelarut murni dengan titik didih larutan
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

Penurunan tekanan uap	:	Perbedaan tekanan uap jenuh pelarut murni dengan uap jenuh larutan
Penurunan titik beku	:	Perbedaan titik beku pelarut murni dengan titik beku larutan
Senyawa aromatik	:	Senyawa hidrokarbon yang mengandung inti benzena
Sifat koligatif	:	Sifat yang hanya bergantung pada jumlah partikel dan bukan pada ukurannya
Tekanan osmotik	:	Tekanan yang harus diberikan kepada larutan untuk mencegah mengalirnya molekul pelart ke dalam larutan melalui selaput semipermeable
Titih didih	:	Titik pada saat tekanan uap cairan sama dengan tekanan udara luar. Sama dengan titik embun
Titik beku	:	Suhu saat suatu zat membentuk kesetimbangan cair-padat. Sama dengan titik lebur
Titik triple	:	Suhu dan tekanan pada saat suatu zat membentuk kesetimbangan padat-cair-gas



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