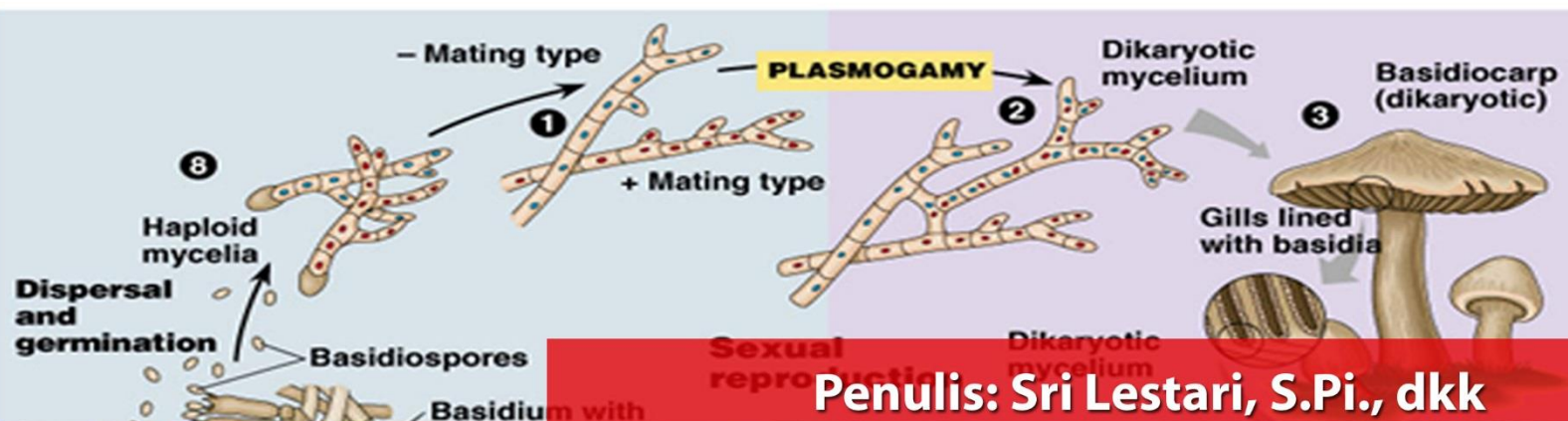
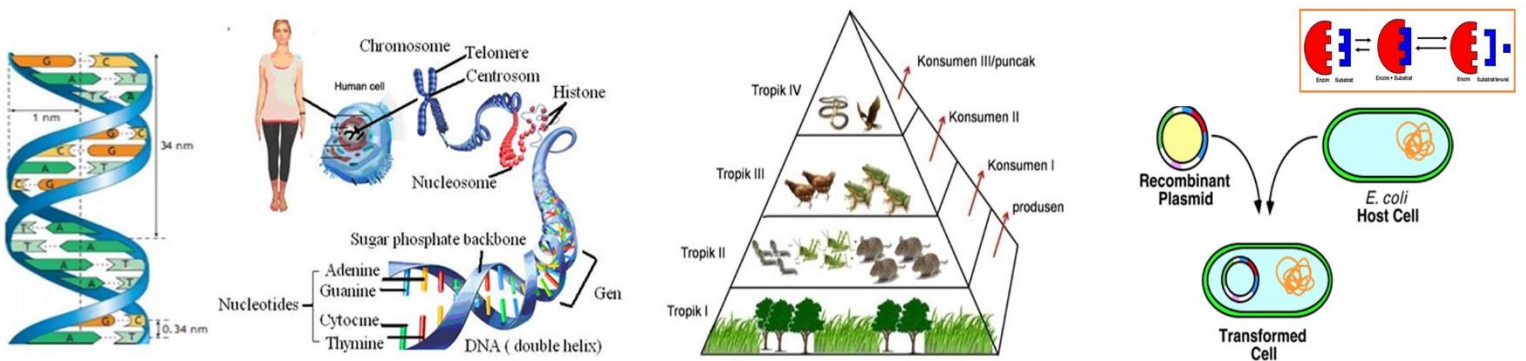




GURU PEMBELAJAR

MODUL MATA PELAJARAN BIOLOGI KESEHATAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN



Penulis: Sri Lestari, S.Pi., dkk
KELOMPOK KOMPETENSI H
ENZIM DAN RESPIRASI ANAEROB

MANFAAT PENILAIAN
DALAM PEMBELAJARAN



GURU PEMBELAJAR

**Modul Mata Pelajaran Biologi Kesehatan
Sekolah Menengah Kejuruan(SMK)**

KELOMPOK KOMPETENSI I

PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN PENDIDIK DAN
TENAGA KEPENDIDIKAN (PPPPTK) BISNIS DAN PARIWISATA
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016



Penanggung Jawab :
Dra. Hj. Djuariati Azhari, M.Pd

KOMPETENSI PROFESIONAL
Penulis:

Sri Lestari, S.Pi
087741485325
gurulestari@gmail.com

Penelaah:

Profillia Putri, S.Si., M.Pd
081310384447
profillia72@yahoo.com

KOMPETENSI PEDAGOGIK

Penulis:

Euis Siskaningrum, S.S
081319303157
siskanings2003@yahoo.com

Penelaah:

Drs. Sanusi, M.M
085883483492
sanusisri@gmail.com

Layout & Desainer Grafis:
Tim

GURU PEMBELAJAR
MODUL MATA PELAJARAN
BIOLOGI KESEHATAN
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)

Kelompok Kompetensi I

Kompetensi Profesional:
ENZIM DAN RESPIRASI
ANAEROB

Kompetensi Pedagogik:
MANFAAT PENILAIAN
DALAM
PEMBELAJARAN

Copyright © 2016

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga
Kependidikan Bisnis dan Pariwisata
Direktorat Jenderal Pendidik dan Tenaga Kependidikan

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Dilarang mengcopy sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk
kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan
Kebudayaan

Kata Sambutan

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru Profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. 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 (GP) merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik 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 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, 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 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 (GP) tatap muka dan GP online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program GP memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program GP ini untuk mewujudkan Guru Mulia Karena Karya.

Jakarta, Februari 2016
Direktur Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D.
NIP. 195908011985032001

Kata Pengantar

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas selesainya penyusunan Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran Biologi Kesehatan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dalam rangka Pelatihan Guru Pasca Uji Kompetensi Guru (UKG). Modul ini merupakan bahan pembelajaran wajib, yang digunakan dalam pelatihan Guru Pasca UKG bagi Guru SMK. Di samping sebagai bahan pelatihan, modul ini juga berfungsi sebagai referensi utama bagi Guru SMK dalam menjalankan tugas di sekolahnya masing-masing.

Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran Biologi Kesehatan SMK ini terdiri atas 2 materi pokok, yaitu: materi profesional dan materi pedagogik. Masing-masing materi dilengkapi dengan tujuan, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan dan kasus, rangkuman, umpan balik dan tindak lanjut, kunci jawaban serta evaluasi pembelajaran.

Pada kesempatan ini saya sampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan atas partisipasi aktif kepada penulis, editor, reviewer dan pihak-pihak yang terlibat di dalam penyusunan modul ini. Semoga keberadaan modul ini dapat membantu para narasumber, instruktur dan guru pembelajar dalam melaksanakan Pelatihan Guru Pasca UKG bagi Guru SMK.

Jakarta, Februari 2016

Kepala PPPPTK Bisnis dan Pariwisata

Dra. Hj. Djuariati Azhari, M.Pd

NIP.195908171987032001

Daftar Isi

	Halaman
Kata Sambutan.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar Isi.....	v
Daftar Gambar.....	vii
Daftar Tabel.....	viii
Daftar Lampiran.....	Error! Bookmark not defined.
Bagian I Kompetensi Profesional.....	1
Pendahuluan.....	2
A. Latar Belakang.....	2
B. Tujuan.....	3
C. Peta Kompetensi.....	3
D. Ruang Lingkup.....	3
E. Saran Cara Penggunaan Modul.....	4
Kegiatan Pembelajaran 1 Sifat–Sifat Enzim.....	7
A. Tujuan.....	7
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	7
C. Uraian Materi.....	7
D. Aktifitas Pembelajaran.....	28
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	28
F. Rangkuman.....	35
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	36
Kegiatan Pembelajaran 2 Respirasi Anaerob.....	38
A. Tujuan.....	38
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	38
C. Uraian Materi.....	38
D. Aktifitas Pembelajaran.....	51
E. Latihan//Kasus/Tugas.....	52
F. Rangkuman.....	63
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	64

Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas	68
Evaluasi.....	77
Penutup	84
Glosarium	85
Daftar Pustaka.....	85
Bagian II Kompetensi Pedagogik.....	87
Pendahuluan	88
A. Latar Belakang	88
B. Tujuan	89
C. Peta Kompetensi	90
D. Ruang Lingkup	91
E. Cara Penggunaan Modul.....	91
Kegiatan Pembelajaran 1 Penggunaan Informasi Hasil Penilaian dan Evaluasi.	93
A. Tujuan	93
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	93
C. Uraian Materi.....	94
D. Aktivitas Pembelajaran	109
E. Latihan/ Kasus /Tugas	110
F. Rangkuman	111
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	112
Kegiatan Pembelajaran 2 Pemanfaatan Informasi Hasil Penilaian dan Evaluasi.....	114
A. Tujuan	114
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	114
C. Uraian Materi.....	115
D. Aktivitas Pembelajaran	120
E. Latihan/Kasus/Tugas	121
F. Rangkuman	121
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	121
Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas	123
Evaluasi.....	125
Penutup	130
Daftar Pustaka.....	131
Glosarium	133

Daftar Gambar

Halaman

Kompetensi Profesional

Gambar 1.1 energy potensial pada suatu reaksi.....	8
Gambar 1.2 perbedaan energy yang diperlukan pada tahap a (grafitasi), b(difusi) dan c (reaksi Kimia)	8
Gambar 1.3 Struktur enzim.....	10
Gambar 1.4 Enzim bekerja secara spesifik.....	15
Gambar 1.5 Cara Kerja enzim dengan substratnya	15
Gambar 1.6 Enzim dapat berkerja secara reversibel	17
Gambar 1.7 Inhibitor a.Kompetitif b.non kompetitif.....	19
Gambar 1.8 Lock and key.....	23
Gambar 1.9 Induced fet	23
Gambar 2.1 Respirasi anaerob.....	39
Gambar 2.2 Fermentasi asam laktat.....	46
Gambar 2.3 Fermentasi Alkohol	47
Gambar 2.4 Nitrifikasi dan denitrifikasi.....	50

Kompetensi Pedagogik

Gambar 1. 1 Contoh Portofolio Siswa	95
Gambar 1. 2 Mastery Learning Bloom	96
Gambar 2.1. <i>Siklus penggalan sistematis dan pembangunan pemahaman guru untuk meningkatkan keberhasilan peserta didik</i>	118

Daftar Tabel

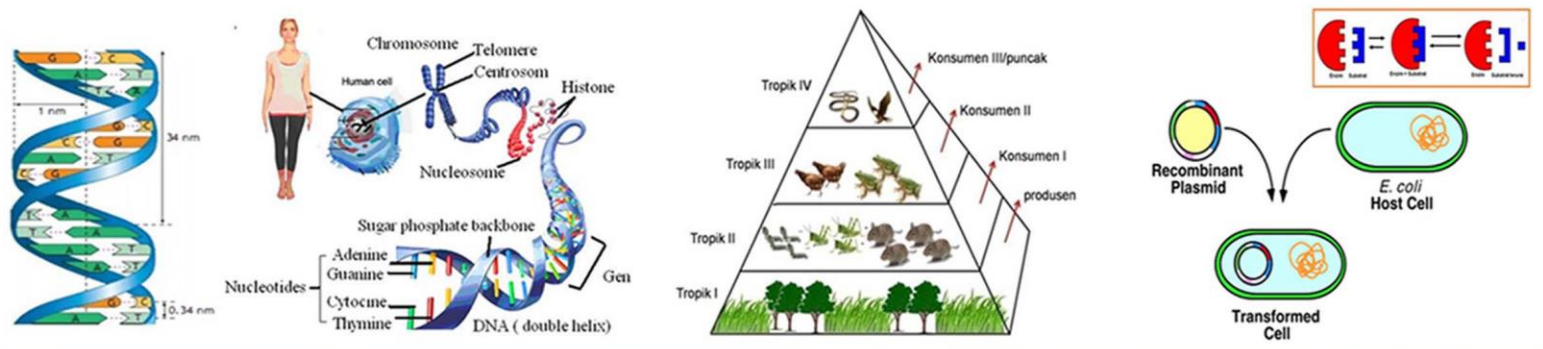
Halaman

Kompetensi Pedagogik

Tabel 1.1 Nilai Ketuntasan sikap.....	97
Tabel 1. 2 Nilai Ketuntasan Pengetahuan dan Keterampilan	98
Tabel 1. 3 Perbedaan antara pembelajaran biasa dengan remedial	101
Tabel 2.1 Contoh Rapor SMK.....	Error! Bookmark not defined.

Bagian I

Kompetensi Profesional



Pendahuluan

A. Latar Belakang

Pendidik adalah tenaga kependidikan yang berkualifikasi sebagai guru, dosen, konselor, pamong belajar, widyaiswara, tutor, instruktur, fasilitator, dan sebutan lain yang sesuai dengan kekhususannya, serta berpartisipasi dalam menyelenggarakan pendidikan. Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan kegiatan pengembangan keprofesian secara berkelanjutan agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya.

Pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai salah satu strategi pembinaan guru dan tenaga kependidikan diharapkan dapat menjamin guru dan tenaga kependidikan mampu secara terus menerus memelihara, meningkatkan, dan mengembangkan kompetensi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pelaksanaan kegiatan PKB akan mengurangi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki guru dan tenaga kependidikan dengan tuntutan profesional yang dipersyaratkan. Khusus untuk PKB dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru.

Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Penyusunan Modul Biologi pada diklat PKB bagi guru dan tenaga kependidikan ini merupakan acuan bagi penyelenggara pendidikan dan pelatihan dalam mengembangkan modul pelatihan yang diperlukan guru dalam melaksanakan kegiatan PKB.

B. Tujuan

Setelah Anda menyelesaikan pembelajaran pada modul ini Anda diharapkan mampu :

1. Merencanakan eksperimen sifat-sifat enzim
2. Melaksanakan eksperimen sifat-sifat enzim
3. Menyimpulkan hasil eksperimen sifat-sifat enzim.
4. Merencanakan eksperimen respirasi anaerob
5. Melaksanakan eksperimen respirasi anaerob
6. Mengevaluasi hasil eksperimen respirasi anaerob

C. Peta Kompetensi

1. Mengevaluasi hasil dari eksperimen pertumbuhan jamur (fungi)

2. Mengevaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri

3. Mengevaluasi hasil eksperimen sifat-sifat enzim

4. Mengevaluasi hasil eksperimen respirasi anaerob

D. Ruang Lingkup

Modul Biologi untuk diklat PKB tingkat Menengah ini selanjutnya disebut Modul Biologi Menengah terdiri dari : Eksperimen pertumbuhan jamur, Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri, eksperimen sifat-sifat enzim dan eksperimen respirasi anaerob.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

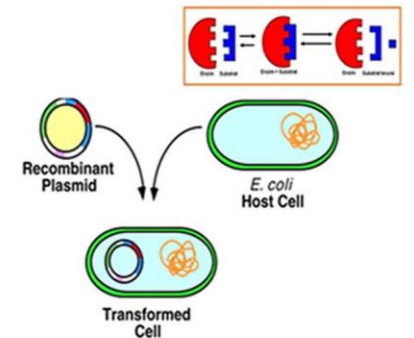
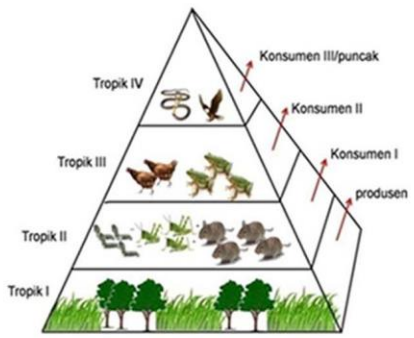
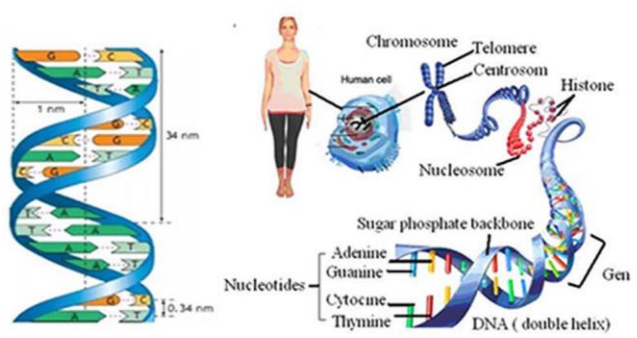
Modul Biologi Menengah diklat ini adalah substansi materi pelatihan yang dikemas dalam suatu unit program pembelajaran yang terencana guna membantu pencapaian peningkatan kompetensi yang didesain dalam bentuk *printed materials* (bahan tercetak). Modul Biologi Dasar Diklat PKB ini berbeda dengan handout, buku teks, atau bahan tertulis lainnya yang sering digunakan dalam kegiatan pelatihan guru, seperti diktat, makalah, atau ringkasan materi/bahan sajian pelatihan. Modul Diklat PKB pada intinya merupakan model bahan belajar (*learning material*) yang menuntut peserta pelatihan untuk belajar lebih mandiri dan aktif. Modul Diklat PKB digunakan pada diklat PKB 4 (empat) tingkatan (*grade*) diklat baik yang dilakukan melalui diklat oleh lembaga pelatihan tertentu maupun melalui kegiatan kolektif guru yang terbagi menjadi 10 (sepuluh) tingkatan/*grade*.

Modul ini terdiri dari beberapa manfaat Mengatasi kelemahan sistem pembelajaran konvensional dalam pelatihan. Melalui modul Diklat ini peserta pelatihan diharapkan dapat berusaha untuk mencari dan menggali sendiri informasi secara lebih aktif dan mengoptimalkan semua kemampuan dan potensi belajar yang dimilikinya.

Konsentrasi belajar dalam kegiatan pelatihan guru menjadi amat penting agar peserta pelatihan tidak mengalami kesulitan pada saat harus menyelesaikan tugas-tugas atau latihan yang disarankan. Sistem pelatihan dengan menggunakan modul dapat mewujudkan proses belajar dengan konsentrasi yang lebih meningkat.

Dengan menggunakan modul diklat PKB kegiatan pembelajaran dapat disesuaikan dengan kesempatan dan kecepatan belajarnya masing-masing, sehingga peran motivasi belajar akan menjadi indikator utama yang dapat mendukung peserta pelatihan dalam mencapai kompetensi pelatihan secara tuntas (*mastery*).

Melalui penggunaan modul seorang instruktur/fasilitator/narasumberdituntut untuk lebih kreatif dalam mempersiapkan rencana pembelajaran secara individual. Seorang instruktur/fasilitator/narasumberpelatihan guru harus mampu berfikir secara kreatif untuk menetapkan pengalaman belajar apa yang harus diberikan agar dapat dirasakan oleh peserta pelatihan yang mempelajari modul tersebut.



Kegiatan Pembelajaran 1



Kegiatan Pembelajaran 1

Sifat–Sifat Enzim

A. Tujuan

1. Peserta diklat dapat menjelaskan sifat-sifat enzim
2. Peserta diklat dapat menyusun langkah-langkah perencanaan dan pelaksanaan eksperimen sifat-sifat enzim.
3. Peserta diklat dapat mengevaluasi hasil eksperimen sifat-sifat enzim

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Peserta diklat dapat mendeskripsikan sifat-sifat enzim
2. Peserta diklat dapat merencanakan melaksanakan eksperimen sifat-sifat enzim
3. Peserta diklat menyimpulkan hasil eksperimen sifat-sifat enzim.

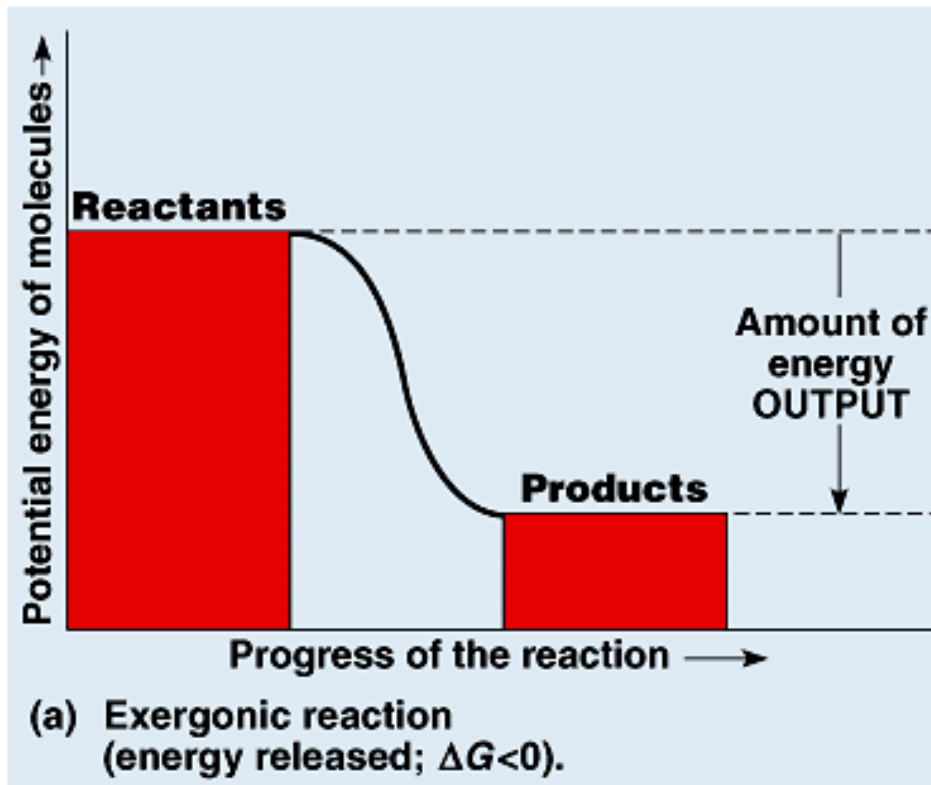
C. Uraian Materi

Pengertian Enzim

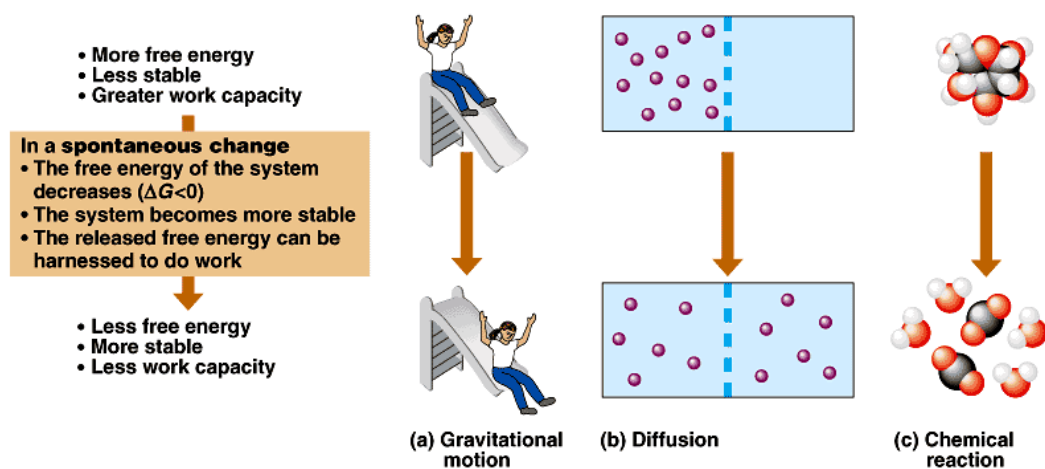
Kata enzim berasal dari “en-zyme” yang berarti dalam ragi (yeast), mulai dipakai sejak 1877. Sebelumnya telah dikenal diastase (A.Payen dan J.Persoz,1833), pepsin (T.Schwan,1836), emulsion (J.V.Liebig dan F.Wohler,1837), masing – masing adalah senyawa organik yang dapat menghidrolisis pati, protein dan glikosida.

Enzim adalah suatu biokatalisator yang dapat bertindak menguraikan molekul yang rantainya panjang menjadi lebih sederhana, serta dapat juga membantu mekanisme reaksi yang mana tergantung pada enzimnya. Walaupun enzim ikut

serta dalam reaksi dan mengalami perubahan fisik selama reaksi, enzim akan kembali kepada keadaan semula bila reaksi telah selesai.



Gambar 1.1 energy potensial pada suatu reaksi



Gambar 1.2 perbedaan energy yang diperlukan pada tahap a (grafitasi), b(difusi) dan c (reaksi Kimia)

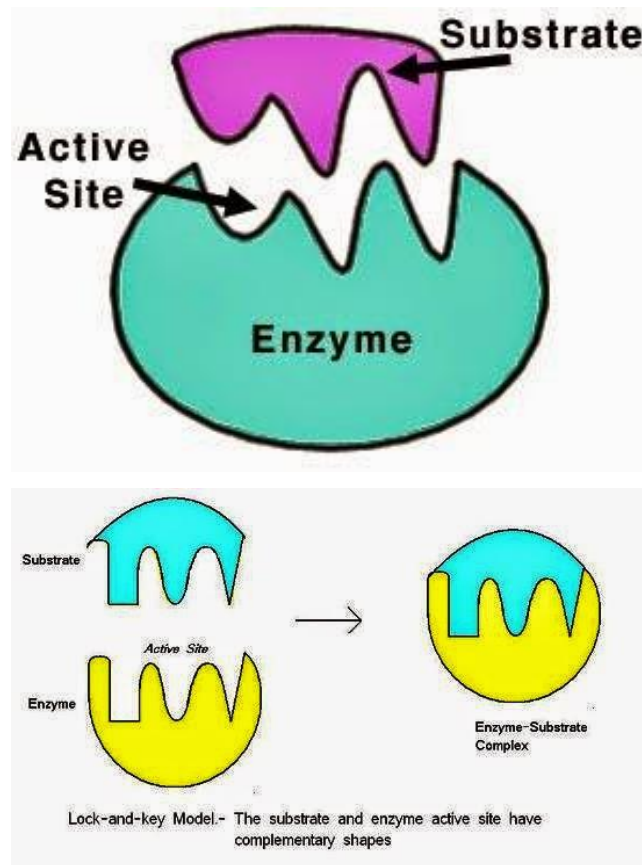
Enzim mempunyai tenaga katalitik yang luar biasa dan biasanya jauh lebih besar dari katalisator sintetik. Spesifitas enzim sangat tinggi terhadap substratnya. Enzim mempercepat reaksi kimia secara spesifik tanpa pembentukan produk samping. Enzim merupakan unit fungsional untuk metabolisme dalam sel, bekerja menurut urutan yang teratur. Sistem enzim terkoordinasi dengan baik menghasilkan suatu hubungan yang harmonis diantara sejumlah aktivitas metabolik yang berbeda.

Kebanyakan enzim diberi nama dengan penambahan akhiran *-ase* pada kata yang menunjukkan senyawa asal yang diubah oleh enzim atau pada nama jenis reaksi kimia yang dikatalisis enzim. Enzim adalah protein yang diproduksi dari sel hidup dan digunakan oleh sel-sel untuk mengkatalisis reaksi kimia yang spesifik. Enzim memiliki tenaga katalitik yang luar biasa dan biasanya lebih besar dari katalisator sintetik. Spesifitas enzim sangat tinggi terhadap substratnya. Tanpa pembentukan produk samping enzim merupakan unit fungsional untuk metabolisme dalam sel, bekerja menurut urutan yang teratur. Sistem enzim terkoordinasi dengan baik menghasilkan suatu hubungan yang harmonis diantara sejumlah aktivitas metabolic yang berbeda.

Struktur enzim = Bagian Enzim

1. Komponen utama enzim adalah protein (disebut **apoenzim**) Apoenzim disebut juga **apoprotein**
2. Komponen bukan protein disebut **gugus prostetik** yang terdiri dari koenzim dan ko-faktor. Gugus prostetik Jika berupa zat organik disebut **Koenzim**. Sedangkan jika bahan berupa anorganik disebut **kofaktor**. Sedangkan gabungan dari Apoenzim dan koenzim disebut **holoenzim**. Koenzim atau kofaktor yang terikat sangat kuat bahkan terikat dengan ikatan kovalen dengan enzim. **Koenzim (Kosubstrat = substrat kedua)** merupakan senyawa organik non protein diperlukan untuk kerjanya enzim tertentu biasanya berupa vitamin B kompleks yang telah mengalami perubahan struktur. Koenzim memiliki berat molekul

- rendah. stabil terhadap pemanasan terikat enzim secara non kovalen. Contoh koenzim: tiamin pirofosfat, koenzim A, pirodoksal posfat, dll. Contoh ko-faktor: Fe^{2+} , Mg^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} dll
3. **Sisi aktif enzim (*active site*)** yaitu bagian dari enzim tempat menempelnya/berikatan substrat.



Gambar 1.3 Struktur enzim

Pada umumnya enzim adalah protein 1980-an asam nukleat tertentu yang mampu sebagai katalitik. **Ribozim:** RNA spesifik adalah enzim yang bukan protein, mengkatalisis perubahan pre mRNA menjadi mRNA masak.

Sedangkan **lisozim** adalah enzim yang berada di dalam organel lisosom yang berperan dalam mencerna benda asing atau bahan yang tidak digunakan lagi oleh sel.

Kofaktor dan koenzim

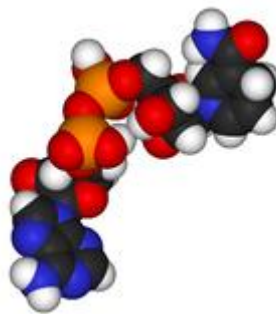
1. Kofaktor

Beberapa enzim tidak memerlukan komponen tambahan untuk mencapai aktivitas penuhnya. Namun beberapa memerlukan pula molekul non-protein yang disebut kofaktor untuk berikatan dengan enzim dan menjadi aktif. Kofaktor dapat berupa zat anorganik (contohnya ion logam) ataupun zat organik (contohnya flavin dan heme). Kofaktor dapat berupa *gugus prostetik* yang mengikat dengan kuat, ataupun *koenzim*, yang akan melepaskan diri dari sisi aktif enzim semasa reaksi.

Enzim yang memerlukan kofaktor namun tidak terdapat kofaktor yang terikat dengannya disebut sebagai *apoenzim* ataupun *apoprotein*. Apoenzim beserta dengan kofaktornya disebut *holoenzim* (bentuk aktif). Kebanyakan kofaktor tidak terikat secara kovalen dengan enzim, tetapi terikat dengan kuat. Namun, gugus prostetik organik dapat pula terikat secara kovalen (contohnya tiamina pirofosfat pada enzim piruvat dehidrogenase). Istilah *holoenzim* juga dapat digunakan untuk merujuk pada enzim yang mengandung subunit protein berganda, seperti DNA polimerase. Pada kasus ini, holoenzim adalah kompleks lengkap yang mengandung seluruh subunit yang diperlukan agar menjadi aktif.

Contoh enzim yang mengandung kofaktor adalah karbonat anhidrase, dengan kofaktor seng terikat sebagai bagian dari sisi aktifnya.

2. Koenzim

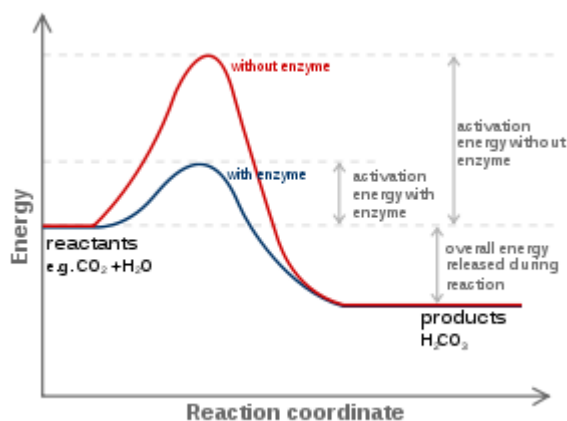


Model pengisian ruang koenzim NADH

Koenzim adalah kofaktor berupa molekul organik kecil yang mentranspor gugus kimia atau elektron dari satu enzim ke enzim lainnya. Contoh koenzim mencakup NADH, NADPH dan adenosina trifosfat. Gugus kimiawi yang dibawa mencakup ion hidrida (H^-) yang dibawa oleh NAD atau $NADP^+$, gugus asetil yang dibawa oleh koenzim A, formil, metenil, ataupun gugus metil yang dibawa oleh asam folat, dan gugus metil yang dibawa oleh S-adenosilmetionina. Beberapa koenzim seperti riboflavin, tiamina, dan asam folat adalah vitamin.

Oleh karena koenzim secara kimiawi berubah oleh aksi enzim, adalah dapat dikatakan koenzim merupakan substrat yang khusus, ataupun substrat sekunder. Sebagai contoh, sekitar 700 enzim diketahui menggunakan koenzim NADH. Regenerasi serta pemeliharaan konsentrasi koenzim terjadi dalam sel. Contohnya, NADPH diregenerasi melalui lintasan pentosa fosfat, dan S-adenosilmetionina melalui metionina adenosiltransferase.

Termodinamika



Tahapan-tahapan energi pada reaksi kimia. Substrat memerlukan energi yang banyak untuk mencapai keadaan transisi, yang akan kemudian berubah menjadi produk. Enzim menstabilisasi keadaan transisi, menurunkan energi yang diperlukan untuk menjadi produk.

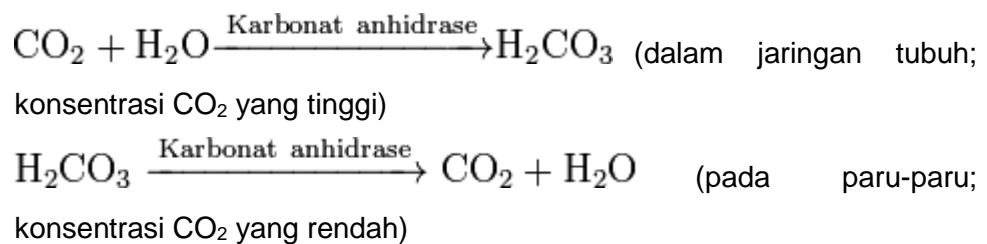
Energi aktivasi, Kestimbangan termodinamik, dan Kestimbangan kimia

Sebagai katalis, enzim tidak mengubah posisi kesetimbangan reaksi kimia. Biasanya reaksi akan berjalan ke arah yang sama dengan reaksi tanpa katalis.

Perbedaannya adalah, reaksi enzimatik berjalan lebih cepat. Namun, tanpa keberadaan enzim, reaksi samping yang memungkinkan dapat terjadi dan menghasilkan produk yang berbeda.

Lebih lanjut, enzim dapat menggabungkan dua atau lebih reaksi, sehingga reaksi yang difavoritkan secara termodinamik dapat digunakan untuk mendorong reaksi yang tidak difavoritkan secara termodinamik. Sebagai contoh, hidrolisis ATP sering kali menggunakan reaksi kimia lainnya untuk mendorong reaksi.

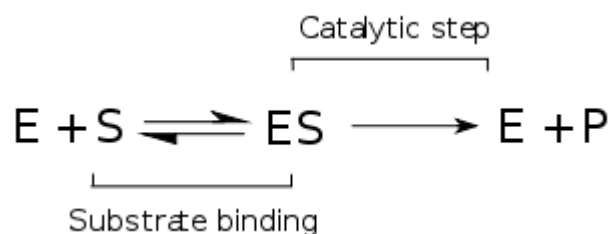
Enzim mengatalisasi reaksi maju dan balik secara seimbang. Enzim tidak mengubah kesetimbangan reaksi itu sendiri, namun hanya mempercepat reaksi saja. Sebagai contoh, karbonat anhidrase mengatalisasi reaksinya ke dua arah bergantung pada konsentrasi reaktan.



Walaupun demikian, jika kesetimbangan tersebut sangat memfavoritkan satu arah reaksi, yakni reaksi yang sangat eksergonik, reaksi itu akan menjadi irreversible. Pada kondisi demikian, enzim akan hanya mengatalisasi reaksi yang diijinkan secara termodinamik.

Kinetika

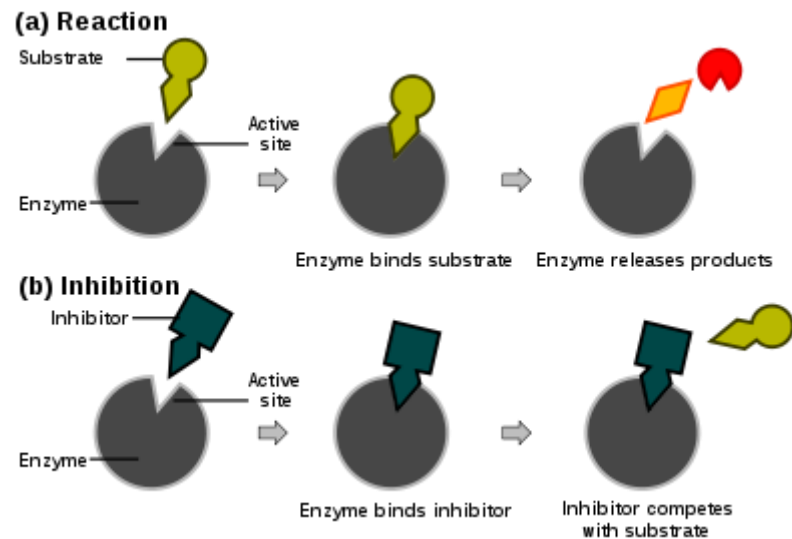
Kinetika enzim



Mekanisme reaksi enzimatik untuk sebuah substrat tunggal. Enzim (E) mengikat substrat (S) dan menghasilkan produk (P).

Kinetika enzim menginvestigasi bagaimana enzim mengikat substrat dengan mengubahnya menjadi produk. Data laju yang digunakan dalam analisis kinetika didapatkan dari asai enzim.

Inhibisi

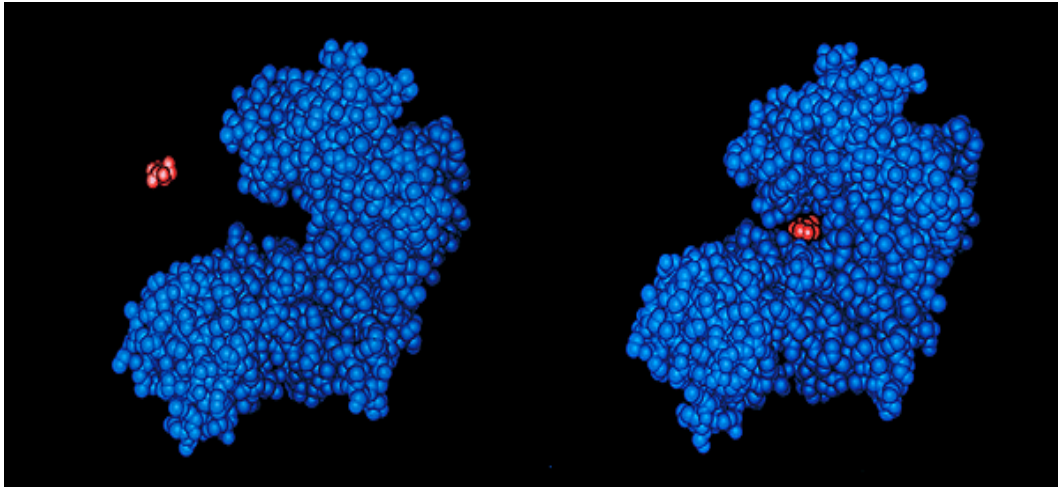


Inhibitor kompetitif mengikat enzim secara reversibel, menghalangi pengikatan substrat. Di lain pihak, pengikatn substrat juga menghalangi pengikatan inhibitor. Substrat dan inhibitor berkompetisi satu sama lainnya.

Sifat-Sifat Enzim

Secara ringkas sifat-sifat enzim dijelaskan sebagai berikut.

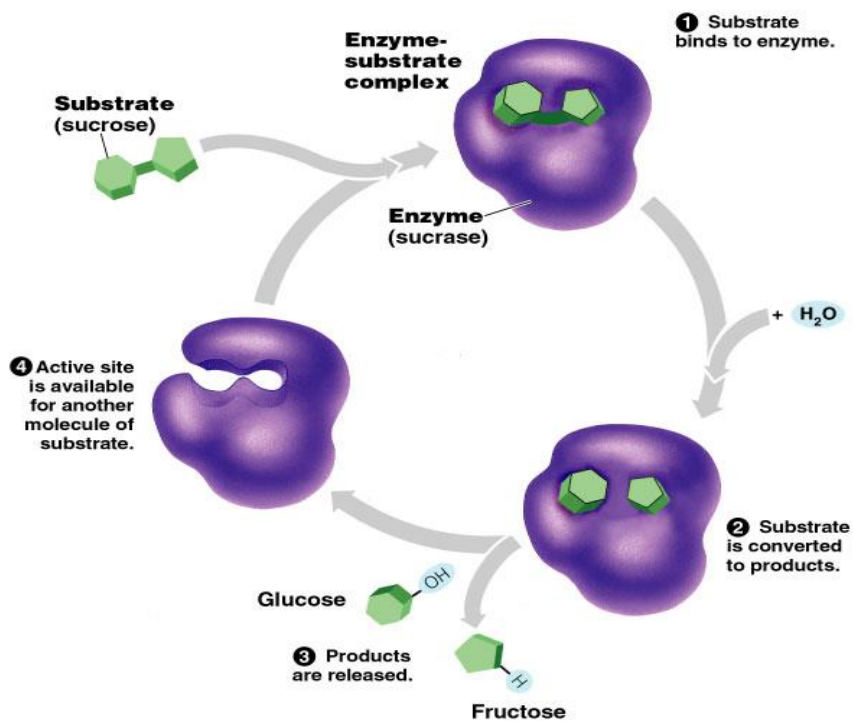
- Enzim merupakan biokatalisator.
Enzim dalam jumlah sedikit saja dapat mempercepat reaksi beribu-ribu kali lipat, tetapi ia sendiri tidak ikut bereaksi.
- Enzim bekerja secara spesifik.
Enzim tidak dapat bekerja pada semua substrat, tetapi hanya bekerja pada substrat tertentu saja. Misalnya, enzim katalase hanya mampu menghidrolisis H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 .



Sumber: Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings
 Gambar 1.4 Enzim bekerja secara spesifik

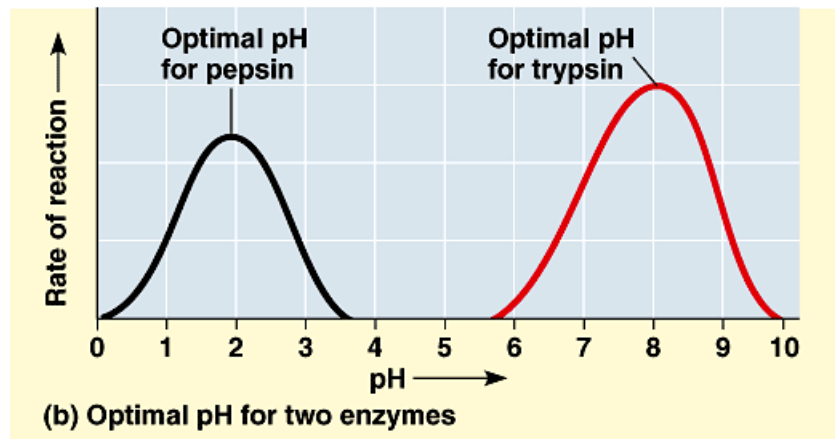
c. Enzim berupa koloid.

Enzim merupakan suatu protein sehingga dalam larutan enzim membentuk suatu koloid. Hal ini menambah luas bidang permukaan enzim sehingga aktivitasnya lebih besar.

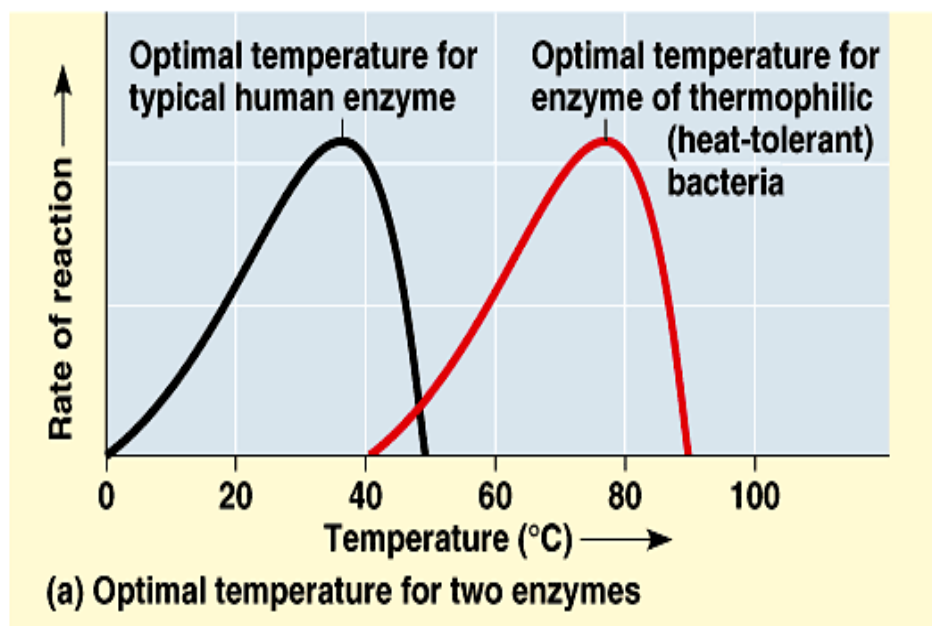


Gambar 1.5 Cara Kerja enzim dengan substratnya

- d. Enzim dapat bereaksi dengan substrat asam maupun basa. Sisi aktif enzim mempunyai gugus R residu asam amino spesifik yang merupakan pemberi atau penerima protein yang sesuai.

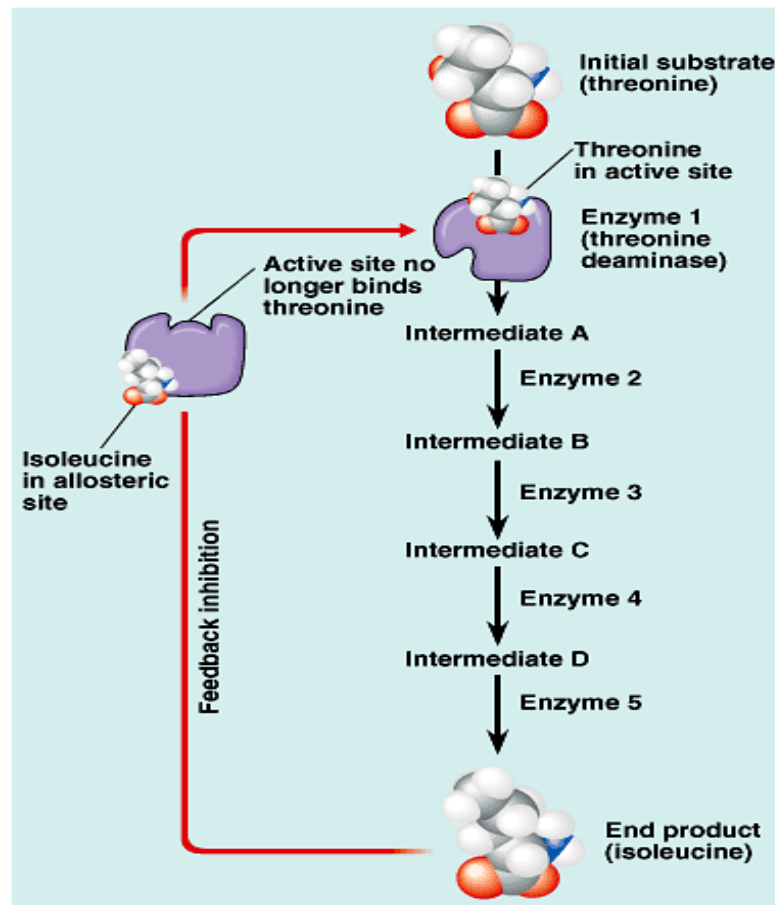


- e. Enzim bersifat termolabil. Aktivitas enzim dipengaruhi oleh suhu. Jika suhu rendah, kerja enzim akan lambat. Semakin tinggi suhu, reaksi kimia yang dipengaruhi enzim semakin cepat, tetapi jika suhu terlalu tinggi, enzim akan mengalami denaturasi.



f. Kerja enzim bersifat bolak-balik (reversibel).

Enzim tidak dapat menentukan arah reaksi, tetapi hanya mempercepat laju reaksi mencapai kesetimbangan. Misalnya enzim lipase dapat mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Sebaliknya, lipase juga mampu menyatukan gliserol dan asam lemak menjadi lemak.



Gambar 1.6 Enzim dapat berkerja secara reversibel

Sumber: Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

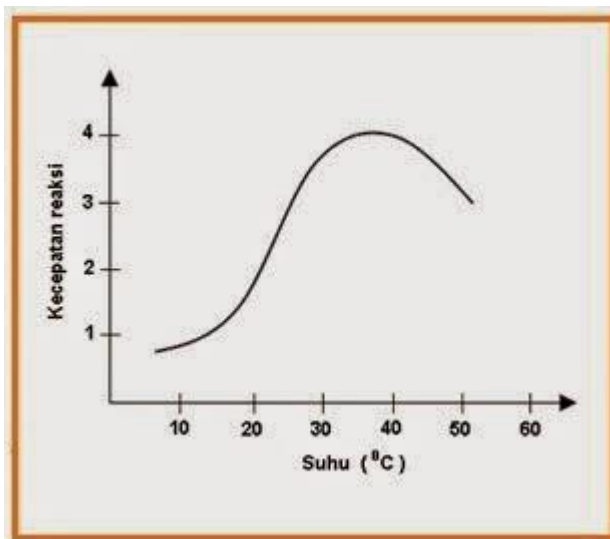
Enzim tidak hanya menguraikan molekul kompleks, tetapi juga dapat membentuk molekul kompleks dari molekul-molekul sederhana penyusunnya (reaksi bolak-balik). berikut agar Anda dapat memahami sifat enzim dengan lebih jelas.

Faktor yang Mempengaruhi Enzim

Kerja enzim sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut :

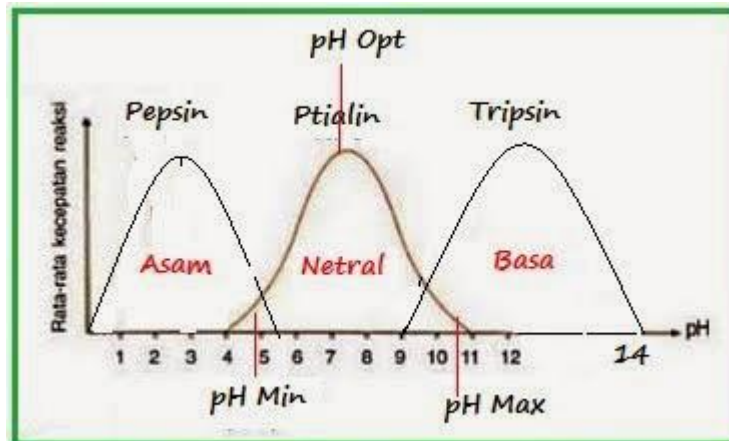
1. Suhu (temperatur)

Enzim tersusun oleh protein, sehingga sangat peka terhadap suhu. Peningkatan suhu menyebabkan energi kinetik pada molekul substrat dan enzim meningkat, sehingga kecepatan reaksi juga meningkat. Namun suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan rusaknya enzim yang disebut denaturasi, sedangkan suhu yang terlalu rendah dapat menghambat kerja enzim. Pada umumnya enzim akan bekerja baik pada suhu optimum, yaitu antara $30^{\circ} - 40^{\circ}\text{C}$.



2. Derajat keasaman (pH)

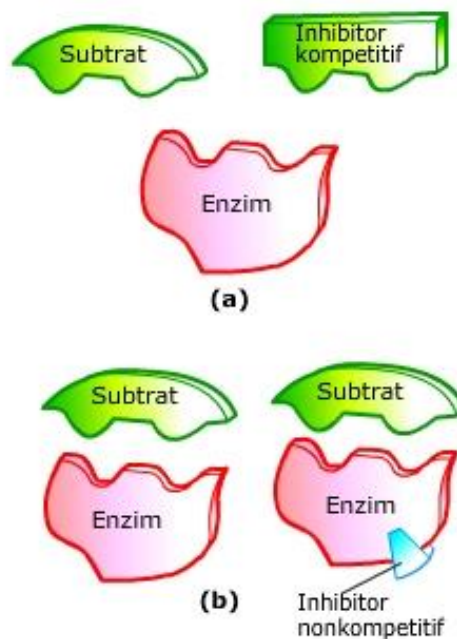
Perubahan pH dapat mempengaruhi perubahan asam amino kunci pada sisi aktif enzim, sehingga menghalangi sisi aktif bergabung dengan substratnya. Setiap enzim dapat bekerja baik pada pH optimum, masing-masing enzim memiliki pH optimum yang berbeda. Sebagai contoh : enzim amilase bekerja baik pada pH 7,5 (agak basa), sedangkan pepsin bekerja baik pada pH 2 (asam kuat/sangat asam).



3. Aktivator dan Inhibitor

Aktivator merupakan molekul yang mempermudah ikatan antara enzim dengan substratnya, misalnya ion klorida yang bekerja pada enzim amilase. *Inhibitor* merupakan suatu molekul yang menghambat ikatan enzim dengan substratnya. Inhibitor akan berikatan dengan enzim membentuk kompleks enzim-*inhibitor*.

Ada 2 jenis inhibitor, yaitu :



Gambar 1.7 Inhibitor a.Kompetitif b.non kompetitif

a) Inhibitor kompetitif

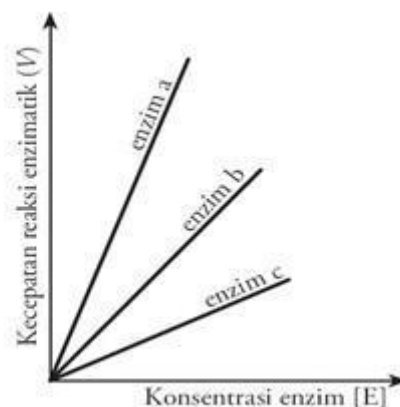
Molekul penghambat yang strukturnya mirip substrat, sehingga molekul tersebut berkompetisi dengan substrat untuk bergabung pada sisi aktif enzim. Contoh : sianida bersaing dengan oksigen untuk mendapatkan Hemoglobin pada rantai akhir respirasi. Inhibitor kompetitif dapat diatasi dengan penambahan konsentrasi substrat.

b) Inhibitor nonkompetitif

Molekul penghambat yang bekerja dengan cara melekatkan diri pada bagian bukan sisi aktif enzim. Inhibitor ini menyebabkan sisi aktif berubah sehingga tidak dapat berikatan dengan substrat. Inhibitor nonkompetitif tidak dapat dipengaruhi oleh konsentrasi substrat.

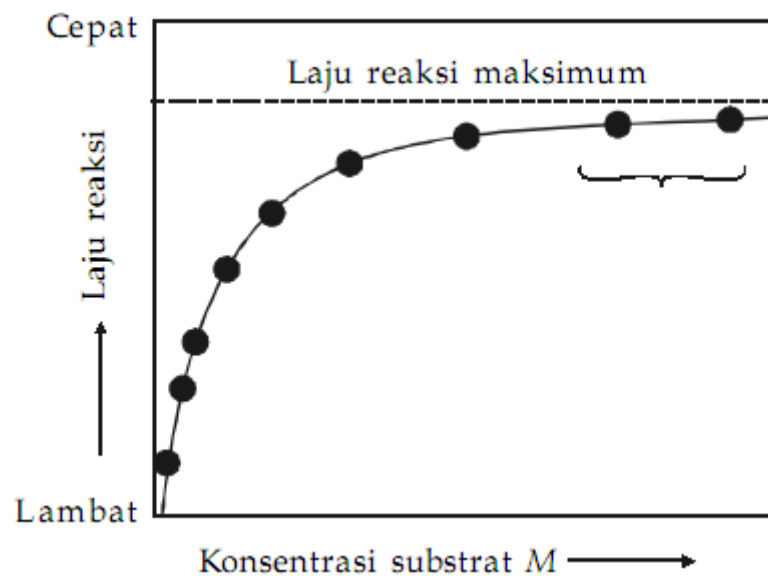
4. Konsentrasi Enzim

Kecepatan reaksi dipengaruhi oleh konsentrasi enzim, makin besar konsentrasi enzim makin tinggi pula kecepatan reaksi, dengan kata lain konsentrasi enzim berbanding lurus dengan kecepatan reaksi. Kecepatan suatu enzim satu dengan yang lainnya berbeda-beda meskipun mempunyai konsentrasi enzim yang sama. Konsentrasi enzim yang tinggi dalam suatu sistem akan berpengaruh terhadap kecepatan reaksi.



5. Konsentrasi Substrat

Peningkatan konsentrasi substrat dapat meningkatkan kecepatan reaksi bila jumlah enzim tetap. Namun pada saat sisi aktif semua enzim berikatan dengan substrat, penambahan substrat tidak dapat meningkatkan kecepatan reaksi enzim selanjutnya.



Peran Enzim dalam Metabolisme

Metabolisme berasal dari kata *metabole* yang artinya perubahan. Berubah di sini memiliki dua pengertian. Pertama, berubah menjadi lebih kompleks disebut **anabolisme**, **asimilasi**, atau **sintesis**. Kedua, berubah menjadi lebih sederhana disebut **katabolisme** atau **disimilasi**.

Dengan demikian metabolisme meliputi dua macam reaksi, yaitu anabolisme dan katabolisme. Anabolisme (biosintesis) merupakan proses pembentukan makromolekul (lebih kompleks) dari molekul yang lebih sederhana. Makromolekul yang dimaksud misalnya komponen sel (protein, karbohidrat, lemak, dan asam nukleat). Oleh karena proses pembentukannya memerlukan energi bebas maka disebut **reaksi endergonik**.

Katabolisme merupakan proses pemecahan makromolekul kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana. Misalnya perubahan karbohidrat menjadi CO₂ dan H₂O dalam proses respirasi. Proses ini menghasilkan energi bebas sehingga disebut **reaksi eksergonik**. Energi tersebut tersimpan dalam bentuk molekul pembawa energi tinggi antara lain adenosin triphosphat (ATP) dan nikotinamida adenin dinukleotida phosphat (NADPH). Semua proses metabolisme (anabolisme dan katabolisme) merupakan reaksi enzimatik. Artinya, reaksi itu terjadi melalui keterlibatan enzim. Sebelum membahas lebih lanjut mengenai metabolisme marilah kita bahas terlebih dulu mengenai enzim.

Cara Kerja Enzim

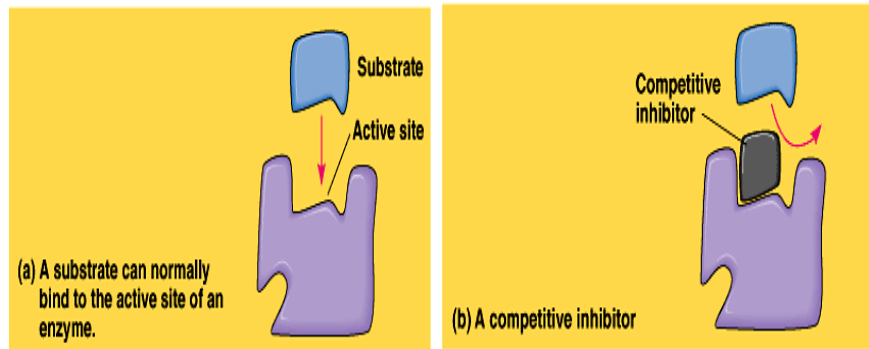
Salah satu ciri khas enzim yaitu bekerja secara spesifik. Artinya, enzim hanya dapat bekerja pada substrat tertentu. Bagaimana cara kerja enzim?

Beberapa teori berikut menjelaskan tentang cara kerja enzim.

a. **Lock and Key Theory (Teori Gembok dan Kunci)**

Teori ini dikemukakan oleh **Fischer** (1898). Enzim diumpamakan sebagai gembok yang mempunyai bagian kecil dan dapat mengikat substrat. Bagian enzim yang dapat berikatan dengan substrat disebut **sisi aktif**. Substrat diumpamakan kunci yang dapat berikatan dengan sisi aktif enzim.

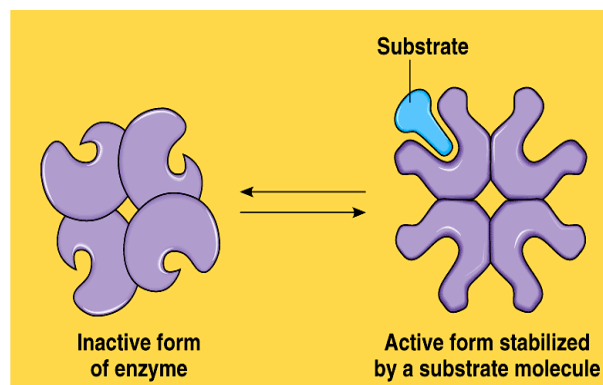
Selain sisi aktif, pada enzim juga ditemukan adanya sisi alosterik. Sisi alosterik dapat diibaratkan sebagai sakelar yang dapat menyebabkan kerja enzim meningkat ataupun menurun. Apabila sisi alosterik berikatan dengan penghambat (inhibitor), konfigurasi enzim akan berubah sehingga aktivitasnya berkurang. Namun, jika sisi alosterik ini berikatan dengan aktivator (zat penggiat) maka enzim menjadi aktif kembali.



Gambar 1.8 Lock and key

b. Induced Fit Theory (Teori Ketepatan Induksi)

Sisi aktif enzim bersifat fleksibel sehingga dapat berubah bentuk menyesuaikan bentuk substrat. Perhatikan Gambar



Gambar 1.9 Induced fit

Manfaat Dan Kegunaan Enzim

1. Fungsi, Peran Enzim Pada Sistem Pencernaan Manusia

a. Pengertian, Definisi Sistem Pencernaan Manusia

Sistem pencernaan manusia terdiri dari saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan. **Saluran pencernaan** merupakan alat yang dilalui oleh bahan makanan. Sedangkan **kelenjar pencernaan** adalah bagian yang menghasilkan enzim untuk membantu mencerna makanan.

Bahan makanan yang masuk ke dalam tubuh akan diproses secara kimiawi oleh sistem pencernaan tubuh. Proses kimia ini dilakukan dengan menggunakan bahan kimia yang disebut enzim. Proses **Pencernaan kimiawi** adalah proses perubahan susunan molekul makanan dengan

bantuan kerja enzim. Enzim yang digunakan selama pencernaan kimiawi dihasilkan oleh kelenjar pencernaan.

Fungsi/peran Enzim dalam proses pencernaan secara kimiawi di dalam tubuh manusia dapat dilihat pada tabel di bawah.

No	Lokasi	Enzim	Substrat	Hasil
1	Kelenjar Ludah	Amilae/Ptialin	Amilum, Glikogen	Disakarida, Maltosa
2	Lambung	Pepsin, Rennin	Protein	Pepton
3	Usus Halus	Peptidase	Polipeptida Rantai Pendek	Asam Amino
		Nuklease	DNA, RNA	Gula, Basa Asam Nukleat
		Laktase, Maltase	Disakarida	Monosakarida
		Sukrase		
4	Pankreas	Lipase	Trigliserida	Asam Lemak, Gliserol
		Tripsin, Kimotripsin	Protein	Asam Amino
		DNAase	DNA	Nukleotida
		RNAase	RNA	Nukleotida

Pada tabel di atas dapat dilihat enzim-enzim yang terlibat dalam proses pencernaan dan peran atau tugas apa yang diemban oleh enzim-enzim tersebut dalam proses pencernaan.

2. Pemanfaatan enzim untuk alat diagnosis secara garis besar dibagi dalam tiga kelompok:

- a. Enzim sebagai petanda (*marker*) dari kerusakan suatu jaringan atau organ akibat penyakit tertentu.

Contoh penggunaan enzim sebagai petanda adanya suatu kerusakan jaringan adalah sebagai berikut:

- Peningkatan aktivitas enzim renin menunjukkan adanya gangguan perfusi darah ke glomerulus ginjal, sehingga renin akan menghasilkan angiotensin II dari suatu protein serum yang berfungsi untuk menaikkan tekanan darah
- Peningkatan jumlah Alanin aminotransferase (ALT serum) hingga mencapai seratus kali lipat (normal 1-23 sampai 55U/L) menunjukkan adanya infeksi virus hepatitis, peningkatan sampai dua puluh kali dapat terjadi pada penyakit mononucleosis infeksiosa, sedangkan peningkatan pada kadar yang lebih rendah terjadi pada keadaan alkoholisme.
- Peningkatan jumlah tripsinogen I (salah satu isozim dari tripsin) hingga empat ratus kali menunjukkan adanya pankreatitis akut, dan lain-lain.

b. Enzim sebagai suatu reagensia diagnosis.

Sebagai reagensia diagnosis, enzim dimanfaatkan menjadi bahan untuk mencari petanda (*marker*) suatu senyawa. Dengan memanfaatkan enzim, keberadaan suatu senyawa petanda yang dicari dapat diketahui dan diukur berapa jumlahnya. Kelebihan penggunaan enzim sebagai suatu reagensia adalah pengukuran yang dihasilkan sangat khas dan lebih spesifik dibandingkan dengan pengukuran secara kimia, mampu digunakan untuk mengukur kadar senyawa yang jumlahnya sangat sedikit, serta praktis karena kemudahan dan ketepatannya dalam mengukur. Contoh penggunaan enzim sebagai reagen adalah sebagai berikut:

- Uricase yang berasal dari jamur *Candida utilis* dan bakteri *Arthobacter globiformis* dapat digunakan untuk mengukur asam urat.
- Pengukuran kolesterol dapat dilakukan dengan bantuan enzim kolesterol-oksidadase yang dihasilkan bakteri *Pseudomonas fluorescens*.
- Pengukuran alcohol, terutama etanol pada penderita alkoholisme dan keracunan alcohol dapat dilakukan dengan menggunakan enzim

alcohol dehidrogenase yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae*, dan lain-lain.

c. Enzim sebagai petanda pembantu dari reagensia.

Sebagai petanda pembantu dari reagensia, enzim bekerja dengan memperlihatkan reagensia lain dalam mengungkapkan senyawa yang dilacak. Senyawa yang dilacak dan diukur sama sekali bukan substrat yang khas bagi enzim yang digunakan. Selain itu, tidak semua senyawa memiliki enzimnya, terutama senyawa-senyawa sintesis. Oleh karena itu, pengenalan terhadap substrat dilakukan oleh antibodi. Adapun dalam hal ini enzim berfungsi dalam memperlihatkan keberadaan reaksi antara antibodi dan antigen.

3. Pemanfaatan enzim di bidang pengobatan

Pemanfaatan enzim dalam pengobatan meliputi penggunaan enzim sebagai obat, pemberian senyawa kimia untuk memanipulasi kinerja suatu enzim dengan demikian suatu efek tertentu dapat dicapai (enzim sebagai sasaran pengobatan), serta manipulasi terhadap ikatan protein-ligan sebagai sasaran pengobatan.

a. Penggunaan enzim sebagai obat biasanya mengacu kepada pemberian enzim untuk mengatasi defisiensi enzim yang seyogyanya terdapat di dalam tubuh manusia untuk mengkatalis reaksi-reaksi tertentu. Berdasarkan lamanya pemberian enzim sebagai pengobatan, maka keadaan defisiensi enzim dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu keadaan defisiensi enzim yang bersifat sementara dan bersifat menetap. Contoh keadaan defisiensi enzim yang bersifat sementara adalah defisiensi enzim-enzim pencernaan. Seperti yang diketahui, enzim-enzim pencernaan sangat beragam, beberapa di antaranya adalah protease dan peptidase yang mengubah protein menjadi asam amino, lipase yang mengubah lemak menjadi asam lemak, karbohidrase yang mengubah karbohidrat seperti amilum menjadi glukosa serta nuklease yang mengubah asam nukleat menjadi nukleotida. Adapun defisiensi enzim

yang bersifat menetap menyebabkan banyak kelainan, yang biasanya juga disebut sebagai kelainan genetic mengingat enzim merupakan protein yang ditentukan oleh gen. Contoh kelainan akibat defisiensi enzim antara lain adalah hemofilia. Hemofilia adalah suatu keadaan di mana penderita mengalami kesulitan penggumpalan darah (cenderung untuk pendarahan) akibat defisiensi enzim-enzim terkait penggumpalan darah. Saat ini telah diketahui ada tiga belas faktor, sebagian besar adalah protease dalam bentuk proenzim, yang diperlukan dalam proses penggumpalan darah. Pada penderita hemofilia, terdapat gangguan/defisiensi pada faktor VIII (*Anti-Hemophilic Factor*), faktor IX, dan faktor XI. Kelainan ini dapat diatasi dengan transfer gen yang mengkode faktor IX.[8]Diharapkan gen tersebut dapat mengkode enzim-enzim protease yang diperlukan dalam proses penggumpalan darah.

- b. Enzim sebagai sasaran pengobatan merupakan terapi di mana senyawa tertentu digunakan untuk memodifikasi kerja enzim, sehingga dengan demikian efek yang merugikan dapat dihambat dan efek yang menguntungkan dapat dibuat. Berdasarkan sasaran pengobatan, dapat dibagi menjadi terapi di mana enzim sel individu menjadi sasaran dan terapi di mana enzim bakteri patogen yang menjadi sasaran.

Pada terapi di mana enzim sel individu sebagai sasaran kinerja terapi, digunakan senyawa-senyawa untuk mempengaruhi kerja suatu enzim sebagai penghambat bersaing. Contoh penyakit yang dapat diobati dengan terapi ini adalah:

- Diabetes Melitus. Pada penyakit Diabetes Melitus, senyawa yang diinduksikan adalah akarbosa (*acarbose*), di mana akarbosa akan bersaing dengan amilum makanan untuk mendapatkan situs katalitik enzim amilase (pankreatik α -amilase) yang seyogyanya akan mengubah amilum menjadi glukosa sederhana. Akibatnya reaksi tersebut akan terganggu, sehingga kenaikan gula darah setelah makan dapat dikendalikan.
- Penumpukan cairan. Enzim anhidrase karbonat merupakan enzim yang mengatur pertukaran H dan Na di tubulus ginjal, di mana H

akan terbuang keluar bersama urine, sedangkan Na akan diserap kembali ke dalam darah. Adalah senyawa turunan sulfonamida, yaitu azetolamida yang berfungsi menghambat kerja enzim tersebut secara kompetitif sehingga pertukaran kation di tubulus ginjal tidak akan terjadi. Ion Na akan dibuang keluar bersama dengan urine. Sifat ion Na yang higroskopis menyebabkan air akan ikut keluar bersamaan dengan ion Na; hal ini membawa keuntungan apabila terjadi penumpukan cairan bebas di ruang antar sel (udem). Dengan kata lain senyawa azetolamida turut berperan dalam menjaga kesetimbangan cairan tubuh.

D. Aktifitas Pembelajaran

Aktifitas 1.1. Peserta diklat dapat mendeskripsikan sifat-sifat enzim

Aktifitas 1.2. Peserta diklat dapat merencanakan dan melaksanakan eksperimen sifat-sifat enzim

Aktifitas 1.3. Peserta diklat menyimpulkan hasil eksperimen sifat-sifat enzim.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Kegiatan 1.1. Peserta diklat dapat mendeskripsikan sifat-sifat enzim

LK 1.1

Untuk dapat merencanakan eksperimen enzim anda harus menyelesaikan soal di bawah ini !

Pilihlah jawaban yang paling tepat !

1. Keseluruhan enzim lengkap yang terdiri dari komponen protein dan komponen non protein disebut.....
 - a. apoenzim
 - b. koenzim
 - c. kofaktor
 - d. holoenzim

2. Bagian dari enzim yang merupakan komponen non protein berupa molekul anorganik disebut...
 - a. apoenzim
 - b. koenzim
 - c. kofaktor
 - d. holoenzim

3. Berikut yang merupakan contoh koenzim adalah...
 - a. Mg^{2+}
 - b. NAD^{+}
 - c. Fe^{2+}
 - d. Mn

4. Berikut yang merupakan salah satu sifat enzim adalah...
 - a. enzim dapat menaikkan energi aktivasi
 - b. enzim dapat berikatan dan dapat mengenal bermacam-macam substrat
 - c. enzim dapat menurunkan energi aktivasi
 - d. enzim ikut bereaksi dan terlibat langsung dengan substrat untuk membentuk senyawa produk

5. Inhibitor kompetitif dalam enzim mempunyai sifat...
 - a. berikatan lemah dengan enzim pada sisi aktifnya
 - b. irreversibel
 - c. merupakan zat yang mempercepat reaksi enzimatik
 - d. salah satu contohnya adalah pestisida DDT

6. Macam-macam senyawa atau unsur yang memengaruhi kerja enzim, antara lain:
 - 1) DDT
 - 2) Mg^{2+}
 - 3) Paration
 - 4) Antibiotik
 - 5) Penisilin
 - 6) Asam malonat

Yang merupakan inhibitor kompetitif adalah

- a. 1 dan 2
- b. 3, 4, dan 5
- c. 1 dan 6
- d. 6

7. Berikut ini adalah jenis enzim yang termasuk dalam golongan karbohidrase , kecuali
- a. katalase
 - b. hidrolase
 - c. karboksilase
 - d. sitokrom
8. Hasil percobaan enzim katalase menggunakan potongan hati dan H₂O₂ v adalah sebagai berikut

No	Potongan Hati +	Perlakuan	Gelembung Udara	Keterangan
1	H ₂ O ₂	Suhu 30°C	+++	banyak sekali
2	H ₂ O ₂	Suhu 35°C	+++	banyak
3	H ₂ O ₂	Suhu 75°C	--	Kurang
4	H ₂ O ₂	pH 4	---	Tidak ada
5	H ₂ O ₂	pH 7	++	Banyak
6	H ₂ O ₂	pH 13	---	Tidak ada

Data di atas menunjukkan bahwa yang mempengaruhi kerja enzim antara lain adalah

- a. suhu dan pH
- b. banyaknya gelembung
- c. potongan hati
- d. macam substrat

9. Enzim memiliki sifat sebagai berikut, kecuali
- berperan sebagai biokatalisator
 - bekerja pada suhu dan pH tertentu
 - kerjanya dipengaruhi oleh ketersediaan air
 - setiap enzim dapat bekerja untuk berbagai zat
10. Dalam tubuh makhluk hidup. Karena itu enzim mempunyai sifat-sifat berikut, kecuali
- sifatnya sama dengan sifat protein pada umumnya
 - bekerja baik ekstra maupun intraseluler
 - banyak dihasilkan organel mitokondria
 - hanya bekerja pada substrat tertentu yang sesuai

Kegiatan 1.2. Peserta diklat dapat merencanakan dan melaksanakan eksperimen sifat-sifat enzim

LK 2.

Praktikum Sifat-sifat Enzim

Konsep:

Di dalam tubuh memiliki kandungan hidrogen peroksida atau H_2O_2 yang merupakan hasil dari respirasi seluruh sel-sel yang hidup. Kandungan H_2O_2 tersebut sangat berbahaya bagi tubuh karena merusak sel. Dengan demikian dibutuhkan mekanisme penguraian menjadi zat yang tidak membahayakan tubuh dengan cepat. Enzim katalase berfungsi untuk mengkatalis kandungan H_2O_2 dapat berubah menjadi oksigen serta air.



Tujuan:

- mengetahui pengaruh enzim katalase terhadap H_2O_2
- Mengetahui pengaruh pH terhadap sifat kerja enzim katalase
- Mengetahui pengaruh suhu terhadap sifat kerja enzim katalase

Alat dan Bahan

1. Rak dan 5 tabung reaksi
2. Pipet tetes
3. Pembakar spiritus
4. Lidi dan korek api
5. Ekstrak Hati Ayam
6. Larutan HCL 70%
7. Larutan NaOH 70%
8. Larutan H₂O₂
9. Es batu

Cara Kerja:

1. Menyiapkan tabung reaksi A, B, C, D, dan E.
2. Mengisi tabung reaksi A, B, C, D, dan E dengan 2 ml ekstrak hati
3. Menambahkan 10 tetes H₂O₂ pada tabung A, kemudian dikocok dan uji dengan bara api.
4. Menambahkan 20 tetes HCL 70% pada tabung B. perlakukan seperti langkah 3.
5. Menambahkan 20 tetes NaOH 70% pada tabung C. Perlakukan seperti langkah 3
6. Panaskan ekstrak hati tabung D. perlakukan seperti langkah 3
7. Berikan es batu pada ekstrak hati tabung E. perlakukan seperti langkah 3.

Hasil pengamatan

Larutan	Ekstrak hati + H ₂ O ₂		Keterangan
	Gelembung	Nyala Api	
Netral			
Asam			
Basa			
Suhu tinggi			
Suhu rendah			

Pertanyaan

1. Jelaskan hasil pengamatan anda !
2. Bagaimana pengaruh pH terhadap hasil kerja enzim ?
3. Apa Kesimpulan percobaan anda !

Kegiatan 1.3. Peserta diklat menyimpulkan hasil eksperimen sifat-sifat enzim.

LK 1.3

Anda dapat menyelesaikan praktikum dan menyimpulkan hasil eksperimen berikut :

Praktikum Proses Fotosintesis

Tujuan :

Mengetahui proses fotosintesis menghasilkan karbohidrat

Alat dan bahan :

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| 1. Daun tumbuhan hijau | 6. Alkohol 94% |
| 2. Kertas aluminium foil | 7. Yodium |
| 3. Gunting | 8. Air |
| 4. Gelas | 9. Panci |
| 5. Lem | 10. Kompor /pemanas air |

Cara kerja :

1. Potonglah kertas ukuran panjangnya kira-kira bisa untuk membungkus daun tumbuhan yang dijadikan percobaan dan lebar 2cm, kemudian lubangilah bagian tengahnya dengan diameter 0,5cm
2. Bungkuslah sebagian daun tumbuhan yang terkena sinar matahari langsung dengan alm foil(dilakukan pagi hari)
3. Pada sore hari petiklah daun itu
4. Rebuslah air kemudian masukan daun ke dalam air mendidih selama 2menit angkatlah
 - Selanjutnya bukalah aluminium foil kemudian masukan daun itu ke dalam alkohol selama 5menit kemudian angkat dan tiriskan
 - Tetesilah permukaan daun dengan yodium sampai merata
 - Amatilah perubahan warnanya !
 - Buatlah kesimpulan dari kegiatan ini!

Hasil :
Kesimpulan :

F. Rangkuman

Enzim protein yang dapat mempercepat reaksi metabolisme. Kerja enzim ini mirip dengan katalis, zat kimia yang mempercepat reaksi yang pada akhir reaksi akan diperoleh kembali dalam bentuk semula. Oleh karena itu, enzim disebut juga biokatalisator.

*apoenzim=bagian enzim yang tersusun dari protein yang terdiri atas gugus karboksil (COOH) & Amina (NH₂).

*kofaktor=bagian enzim yang tidak tersusun dari protein sel, tetapi dari ion-ion logam atau molekul organik yang disebut koenzim. Vitamin contohnya.

*apoenzim + kofaktor= holoenzim.

Sifat enzim:

1. mempercepat jalan reaksi metabolisme(katalis)
2. kerjanya khas dan spesifik
3. dipengaruhi suhu
4. dipengaruhi pH
5. kerjanya bolak balik (key & locked)

Factor – factor yang mempengaruhi enzim:

1. temperatur
2. derajat keasaman pH
3. konsentrasi enzim & substrat
4. zat penghambat?inhibitor
5. kebutuhan

Cara Kerja enzim

1. Lock **and key teory**
2. Induced fit theory

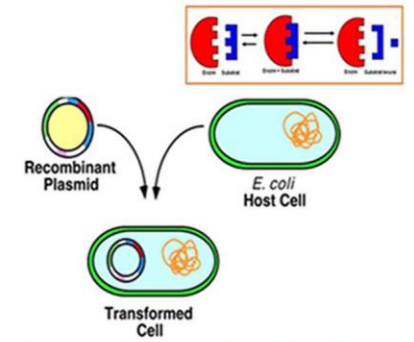
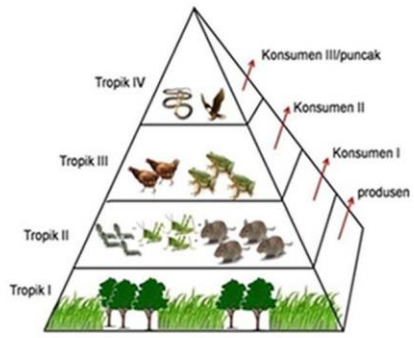
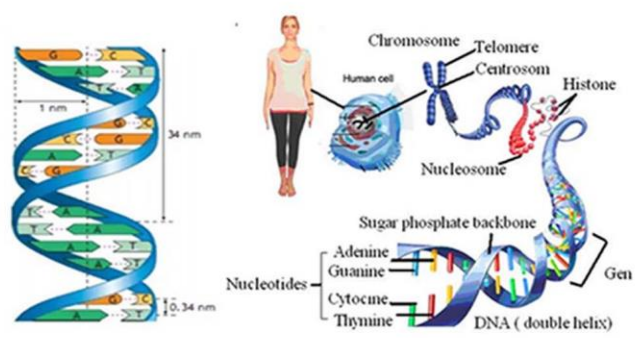
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Peserta diklat yang telah menyelesaikan TEKA –TEKI HURUF DI BAWAH INI !

Beri tanda dengan pensil jawaban dari pertanyaan berikut !

1. Yang mempercepat jalannya reaksi disebut ?
2. Bagian protein dari enzim yang tidak tahan panas ?
3. Sifat enzim yang hanya dapat bekerja pada substrat tertentu ?
4. Mudah rusak oleh panas disebut ?
5. Contoh respirasi anaerob !

A R G H J K L S A Z G J U
S P E S I F I K P Q A S X A
W A O H I A I U H T Y E A F
A E T E R M O L A B I L C H
S R D F N B Y O A D C Q W Y
D E D G G Z R T D A A I U U
G K A T A L I S A T O R T H
H B N M F E R M E N T A S I



Kegiatan Pembelajaran 2



Kegiatan Pembelajaran 2

Respirasi Anaerob

A. Tujuan

Setelah mempelajari tentang respirasi anaerob peserta diklat dapat menyimpulkan hasil dari proses respirasi anaerob.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

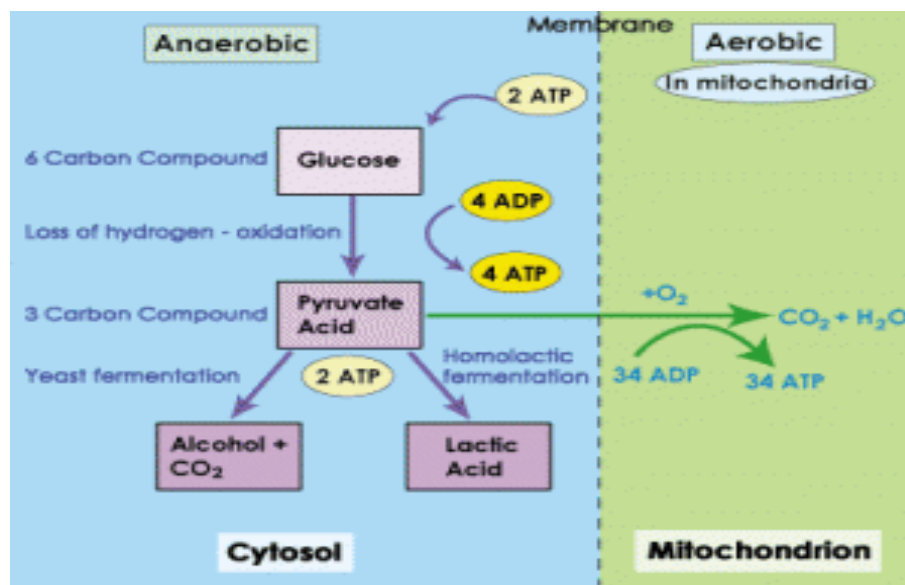
1. Peserta diklat dapat memahami pengertian respirasi anaerob
2. Peserta diklat dapat merencanakan eksperimen respirasi anaerob
3. Peserta diklat dapat melaksanakan eksperimen respirasi anaerob
4. Peserta diklat dapat mengevaluasi hasil eksperimen respirasi anaerob

C. Uraian Materi

1. Pengertian Respirasi anaerob

Respirasi anaerob adalah proses respirasi yang tidak memerlukan oksigen. Salah satu contoh proses ini adalah proses fermentasi. Respirasi anaerob dapat terjadi pada manusia dan hewan jika tubuh memerlukan energi secara cepat. Pada mikroorganisme seperti bakteri dan jamur, respirasi anaerob dilakukan karena keadaan lingkungan yang tidak memungkinkan dan belum memiliki sistem metabolisme yang kompleks.

Mengapa respirasi anaerob dapat terjadi dan berapa banyak energi yang dihasilkannya? Masih ingatkah Anda tahap glikolisis pada respirasi aerob? Pada tahap tersebut, glukosa dapat dipecah untuk menghasilkan total 2 ATP dan tidak memerlukan oksigen. Meskipun energi yang dihasilkannya jauh lebih kecil daripada respirasi aerob, jumlah ini cukup bagi mikroorganisme dan energi awal bagi hewan. Selain menghasilkan ATP, glikolisis juga menghasilkan NADH dan NAD⁺. Tanpa suplai NAD⁺ yang memadai, proses glikolisis pada respirasi anaerob dapat terhenti. Oleh karena itu, organisme yang melakukan respirasi anaerob harus mampu mengoksidasi NADH menjadi NAD⁺ kembali. Berdasarkan hal tersebut terdapat dua cara respirasi anaerob yang dilakukan organisme.



Gambar 2.1 Respirasi anaerob

2. Perbedaan Respirasi Anaerob & Aerob

Secara kompleks, respirasi diartikan sebagai sebuah proses pergerakan atau mobilisasi energi oleh makhluk hidup dengan cara memecah senyawa dengan energi tinggi yaitu SET yang digunakan untuk penyokong aktivitas dalam keseharian makhluk hidup tersebut. Kegiatan respirasi yang berlangsung untuk semua makhluk hidup baik itu pada hewan, tumbuhan dan manusia. Dalam ilmu biologi, secara umum terdapat dua jenis respirasi menurut keterlibatan oksiden di dalam proses respirasi antara lain sebagai berikut.

a. **Respirasi Anaerob**

Respirasi anaerob merupakan respirasi yang tidak memerlukan oksigen atau O₂. Respirasi anaerob terjadi di bagian sitoplasma yang bertujuan mengurangi senyawa organik. Respirasi anaerob menghasilkan sejumlah energi yang lebih kecil yaitu 2 ATP. Proses respirasi anaerob didapati pada reaksi fermentasi dan pernapasan intra molekul. Respirasi anaerob, glukosa dipecah secara tidak sempurna menjadi komponen H₂O dan CO₂. Di respirasi anaerob, hidrogen bergabung bersama sejumlah komponen yaitu Asam Piruvat, Asetaldehida yang selanjutnya membentuk asam laktat dan etanol.

b. **Respirasi Aerob**

Respirasi aerob adalah sebuah reaksi katabolisme yang memerlukan suasana aerobik dengan proses keberadaan oksigen sangat dibutuhkan yang menghasilkan energi dengan jumlah yang besar. Energi yang disimpan dalam bentuk kimiawi yang dikenal dengan kode ATP. Energi ATP digunakan oleh sel dalam tubuh makhluk hidup untuk menunjang pertumbuhan, gerak, transportasi, reproduksi dan kegiatan yang lainnya. Untuk lebih sederhananya, rumus aerob digambarkan secara sederhana yaitu $C_6H_{12} + 6O_2 = 6HCO_2 + 6H_2O$.

Respirasi aerob dibagi dalam 3 tahapan yaitu sebagai berikut....

1. Glikolisis adalah proses pemecahan molekul C₆ atau glukosa yang menjadi senyawa asam piruvat atau dikenal dengan rumus kimia C₃
2. Siklus krebs, ialah reaksi molekul aseil CoA yang kemudian menghasilkan oksaloasetat dan asam sitrat.
3. Transpor electron, merupakan reaksi reduksi atau oksidasi NADH₂ dan molekul FADH₂ yang akhirnya menghasilkan H₂O energi berupa ATP

Perbedaan Respirasi Anaerob dan Aerob

a) Respirasi Aerob

- Memerlukan oksigen
- Proses yang terjadi dalam matriks mitokondria
- Untuk memecah senyawa organik ke an-organik menghasilkan energi dalam jumlah besar yaitu 36 ATP

b) Respirasi Anaerob

- Tidak memerlukan kehadiran oksigen dalam prosesnya
- Berlangsung dalam sitoplasma
- Tujuan untuk mengurangi senyawa organik
- Menghasilkan energi tapi dalam jumlah sedikit yaitu 2 ATP

3. FERMENTASI ASAM LAKTAT

Fermentasi adalah proses diproduksinya energi oleh sel-sel tubuh dengan tanpa menggunakan oksigen. Proses tersebut tergolong proses anaerob karena tidak menggunakan oksigen dan tidak menghasilkan air (H_2O). Salah satu contoh fermentasi yang akan kita bahas kali ini adalah fermentasi asam laktat. Hasil akhir dari fermentasi ini adalah asam laktat dan energi.

Proses fermentasi asam laktat memerlukan bahan dasar berupa glukosa dan dibantu dengan menggunakan enzim. Oleh karena itu kita akan merasa tidak berenergi jika tubuh kita kekurangan glukosa. Selain menghasilkan energi, proses ini juga akan menghasilkan asam laktat.

Secara umum, fermentasi asam laktat perlu melalui dua tahapan, antara lain:

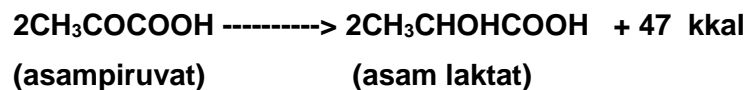
a) Proses fermentasi Homolactic

Pada proses ini terjadi perubahan glukosa menjadi piruvat. Lalu terbentuklah dua molekul asam laktat. Proses ini menggunakan enzim laktat Dehidrogenase.

b) Proses Fermentasi Heterofermentatif

Proses ini menggunakan piruvat sebagai penghasil asam laktat, etanol dan karbon dioksida sebagai hasil bawaan enzim dehidrogenase laktat dan piruvat dekarboksilase

Proses fermentasi asam laktat dimulai dari lintasan glikolisis yang menghasilkan asam piruvat. Karena tidak tersedianya oksigen maka asam piruvat akan mengalami degradasi molekul (secara anaerob) dan dikatalisis oleh enzim *asam laktat dehidrogenase* dan direduksi oleh NADH untuk menghasilkan energi dan asam laktat. Secara sederhana reaksi fermentasi asam laktat ditulis sebagai berikut.



Fermentasi asam laktat juga bisa terjadi pada sel-sel manusia, tepatnya di daerah otot. Misalnya ketika kita menggerakkan tangan untuk meraih benda. Pergerakan tersebut akan menghasilkan energi sehingga kita bisa mengambil benda tersebut. Tanpa kita sadari, proses tersebut juga akan menghasilkan asam laktat yang terkumpul di otot – otot tersebut.

Peristiwa fermentasi asam laktat pada otot manusia dapat terjadi bila otot kita kekurangan oksigen, sementara energi yang perlu dihasilkan cukup banyak. Energi yang terbentuk dari proses fermentasi asam laktat tersebut adalah sebanyak 2 ATP. Asam laktat pada otot akan menyebabkan kita merasa pegal, kaku, atau bahkan kram. Jika kita terlalu banyak melakukan aktivitas yang menggunakan banyak energi, otomatis kita badan kita akan terasa pegal. Asam laktat dapat hilang sendiri secara berangsur-angsur setelah proses fermentasinya berakhir. Itulah sebabnya kita merasa pegal kita berkurang setelah kita beristirahat. Rasa pegal juga bisa berkurang jika kita mandi. Ini karena asam laktat tersebut dapat terbawa air dan terbuang.

Teknologi pengolahan pangan juga banyak yang memanfaatkan proses fermentasi asam laktat. Misalnya, dalam pembuatan keju, yogurt, roti, dan

berbagai macam minuman beralkohol. Maka dari itu, wajar saja jika makanan/minuman tersebut cenderung memiliki rasa yang asam

a. Fermentasi Alkohol

Fermentasi berasal dari kata Latin "fervere" yang berarti mendidih, yang menunjukkan adanya aktivitas dari yeast pada ekstrak buah-buahan atau larutan malt biji-bijian (Adams, 2000). Kelihatan seperti mendidih disebabkan karena terbentuknya gelembung-gelembung gas CO₂ yang diakibatkan proses katabolisme atau biodegradasi secara anaerobik dari gula yang ada dalam ekstrak.

Fermentasi ditinjau secara biokimia mempunyai perbedaan arti dengan mikrobiologi industri. Secara biokimia, fermentasi diartikan sebagai terbentuknya energi oleh proses katabolisme bahan organik, sedang dalam mikrobiologi industri, fermentasi diartikan lebih luas yaitu sebagai suatu proses untuk mengubah bahan baku menjadi suatu produk oleh massa sel mikroba.

Dalam hal ini, fermentasi berarti pula pembentukan komponen sel secara aerob yang dikenal dengan proses anabolisme atau biosintesis.

Proses fermentasi mengubah sifat fisik dan kimia dari makanan (misalnya rasa, tekstur, penampilan) dan telah terbukti

- 1) meningkatkan daya cerna karbohidrat dan protein,
- 2) meningkatkan kadar beberapa vitamin dan mineral,
- 3) menyeimbangkan bakteri menguntungkan (flora usus) dalam sistem pencernaan kita

b. Mikroba yang Berperan Dalam Proses Fermentasi

1. Fermentasi Asam Asetat Bakteri *Acetobacter aceti* merupakan bakteri yang mula pertama diketahui sebagai penghasil asam asetat dan merupakan jasad kontaminan pada pembuatan wine. Saat ini bakteri *Acetobacter aceti* digunakan pada produksi asam asetat karena kemampuannya mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat.

2. Fermentasi Asam Laktat Fermentasi asam laktat banyak terjadi pada susu. Jasa yang paling berperan dalam fermentasi ini adalah *Lacobacillus* sp. Laktosa diubah menjadi asam laktat. Kini asam laktat juga digunakan untuk produksi plastik dalam bentuk PLA.
3. Fermentasi Asam Sitrat Asam sitrat dihasilkan melalui fermentasi menggunakan jamur *Aspergillus niger*. Meskipun beberapa bakteri mampu melakukan, namun yang paling umum digunakan adalah jamur ini. Pada kondisi aerob jamur ini mengubah gula atau pati menjadi asam sitrat melalui perubahan pada TCA.
4. Fermentasi Asam Glutamat Asam glutamat digunakan untuk penyedap makanan sebagai penegas rasa. Mula pertama dikembangkan di Jepang. Organisme yang kini banyak digunakan adalah mutan dari *Corynebacterium glutamicu*.

c. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi untuk menghasilkan etanol adalah: sumber karbon, gas karbondioksida, pH substrat, nutrien, temperatur, dan oksigen.

Untuk pertumbuhannya, yeast memerlukan energi yang berasal dari karbon. Gula adalah substrat yang lebih disukai. Oleh karenanya konsentrasi gula sangat mempengaruhi kuantitas alkohol yang dihasilkan.

Kandungan gas karbondioksida sebesar 15 gram per liter (kira-kira 7,2atm) akan menyebabkan terhentinya pertumbuhan yeast, tetapi tidak menghentikan fermentasi alkohol. Pada tekanan lebih besar dari 30 atm, fermentasi alcohol baru terhenti sama sekali.

1) pH

PH dari media sangat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Setiap mikroorganisme mempunyai pH minimal, maksimal, dan optimal untuk pertumbuhannya. Untuk yeast, pH optimal untuk pertumbuhannya ialah berkisar antara 4,0sampai 4,5. Pada pH 3,0 atau lebih rendah lagi fermentasi alcohol akan berjalan dengan lambat.

2) Nutrien

Dalam pertumbuhannya mikroba memerlukan nutrient. Nutrien yang dibutuhkan digolongkan menjadi dua yaitu nutrient makro dan nutrient mikro. Nutrien makro meliputi unsur C, N, P, K. Unsur C didapat dari substrat yang mengandung karbohidrat, unsur N didapat dari penambahan urea, sedang unsur P dan K dari pupuk NPK. Unsur mikro meliputi vitamin dan mineral-mineral lain yang disebut trace element seperti Ca, Mg, Na, S, Cl, Fe, Mn, Cu, Co, Bo, Zn, Mo, dan Al.

3) Temperatur

Mikroorganisme mempunyai temperature maksimal, optimal, dan minimal untuk pertumbuhannya. Temperatur optimal untuk yeast berkisar antara 25-30°C dan temperature maksimal antara 35-47°C. Beberapa jenis yeast dapat hidup pada suhu 0°C. Temperatur selama fermentasi perlu mendapatkan perhatian, karena di samping temperature mempunyai efek yang langsung terhadap pertumbuhan yeast juga mempengaruhi komposisi produk akhir. Pada temperature yang terlalu tinggi akan menonaktifkan yeast. Pada temperature yang terlalu rendah yeast akan menjadi tidak aktif. Setiap reaksi dalam metabolisme memerlukan bahan baku sebagai substrat awal. Nah, seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa glikolisis dapat menggunakan bahan seperti karbohidrat, baik kompleks (maltosa) maupun sederhana (glukosa). Demikian juga pada fermentasi alkohol maupun asam laktat.

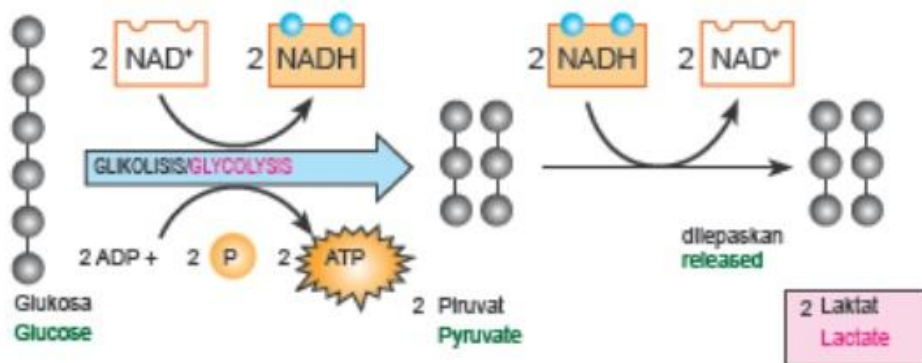
Pada fermentasi alkohol, piruvat hasil glikolisis akan mengalami dekarboksilasi (melepas CO₂) sehingga membentuk asetaldehid. Kalian tentu masih mengingat bahwa glikolisis memerlukan NAD untuk diubah menjadi NADH, bukan? Nah, pada fermentasi alkohol ini, NADH yang dihasilkan tersebut digunakan untuk mereduksi asetaldehid menjadi etanol. Oleh karena itu, asetaldehid merupakan senyawa organik sebagai penerima hidrogen terakhir pada fermentasi alkohol.

Kalian tentunya pernah, bahkan sering mengamati terjadinya fermentasi alkohol. Dapatkah kalian menyebutkannya? Beberapa contoh fermentasi alkohol, antara lain: pada pembuatan tape singkong atau tape ketan, bir, dan minuman anggur.

Beberapa organisme bersel satu yang berperan dalam fermentasi alkohol adalah ragi (khamir) dan bakteri. *Saccharomyces cereviceae* merupakan khamir yang berperan dalam pembuatan tape. Alkohol merupakan hasil fermentasi larutan gula oleh khamir. Untuk mengetahui ada tidaknya aktivitas fermentasi alkohol pada bahan, dapat dilihat berdasarkan gas CO_2 yang dihasilkan (dilihat dari ada tidaknya gelembung udara) dan ada tidaknya alkohol yang dihasilkan (dapat dicium bau alkoholnya).

Respirasi Anaerob atau Fermentasi

Fermentasi Asam Laktat



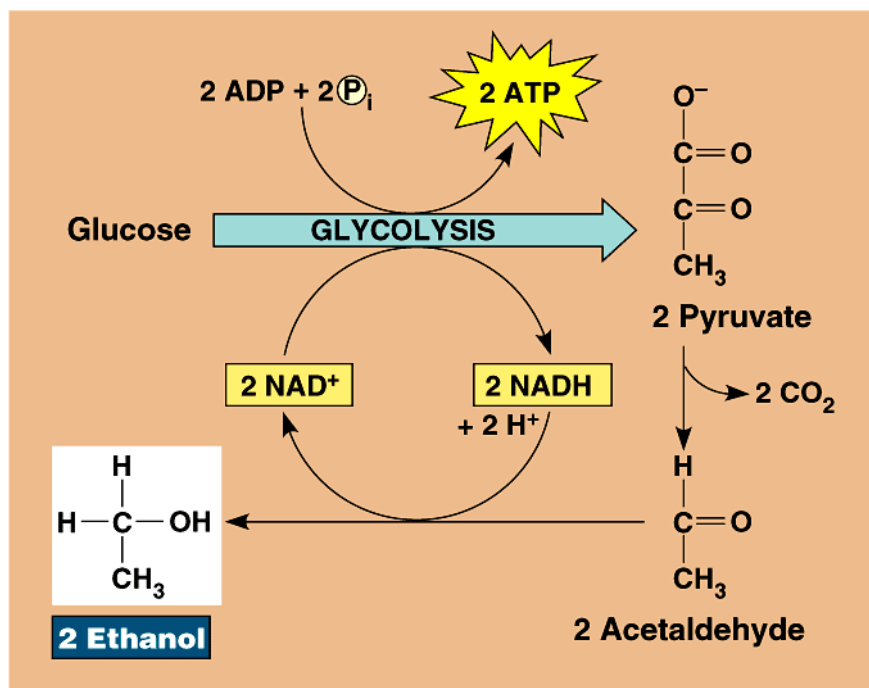
Campbell et al. 2008

Gambar 2.13 Fermentasi asam laktat
Figure 2.13 Lactic acid fermentation

Gambar 2.2 Fermentasi asam laktat

Perbedaan antara fermentasi alkohol dan asam Laktat:

1. Pada fermentasi alkohol, asam piruvat diubah menjadi asetaldehid dengan menghasilkan CO_2 dan dikatalisi oleh enzim piruvat dehidrogenase. Kemudian asetaldehid diubah menjadi etanol (etil alkohol). Umumnya fermentasi dilakukan oleh ragi roti (*saccharomyces*) yang sering digunakan untuk membuat tape, tuak, bir dan anggur.
2. Pada fermentasi asam laktat, asam piruvat diubah menjadi asam laktat oleh NADH tanpa menghasilkan CO_2 . Proses fermentasi dilakukan oleh mikroorganisme (jamur, bakteri)



(a) Alcohol fermentation

Gambar 2.3 Fermentasi Alkohol

Manfaat Respirasi Anaerob fermentasi pada makanan

Semua makanan itu melalui proses pengolahan, yakni fermentasi yang disebut dengan *lactofermentation*. Maksudnya, bahan gula dan karbohidrat diubah menjadi bentuk lain seperti kedelai menjadi tempe. Makanan fermentasi ini sudah lama populer dan begitu banyak manfaatnya. Berikut ini beberapa faedah makanan tersebut, yang dikutip dari situs [Discovery Health](https://www.discoveryhealth.com).

1. Mudah dicerna

Dalam susu fermentasi, laktosa dipecah dan akan menjadi bentuk yang lebih mudah untuk dicerna. Misalnya saja dalam *yogurt*. *Yogurt* menjadi lebih mudah dicerna karena proses fermentasi itu.

2. Kaya akan enzim

Ini adalah alasan lain mengapa makanan fermentasi lebih mudah dicerna. Acar, misalnya, menjadi makanan yang kaya akan enzim. Enzim ini akan membantu memecah nutrisi dalam makanan. Ini membuat nutrisi makanan menjadi lebih mudah dicerna.

3. Kaya vitamin

Sebagai contoh, susu fermentasi telah meningkatkan kepadatan vitamin, termasuk asam folat, vitamin B, riboflavin, dan biotin.

4. Bakteri baik meningkat

Makanan fermentasi mengandung bakteri baik yang akan membantu saluran pencernaan bekerja dengan optimal. Hal ini sangat bermanfaat sebab pengaruh lingkungan yang semakin buruk telah banyak menghabiskan bakteri baik dalam tubuh. Ketidakseimbangan bakteri dalam usus dapat menyebabkan intoleransi laktosa, intoleransi gluten, infeksi jamur, alergi, bahkan asma. Oleh karena itu, tambahan bakteri baik sangat diperlukan oleh tubuh Anda.

5. Menghindari mubazir

Mentimun, wortel, dan kol sisa dari masakan dapat diolah kembali menjadi makanan lain, misalnya acar. Mengolahnya menjadi masakan mungkin akan "tangung" sebab jumlahnya yang sedikit. Namun, membuangnya ke tempat sampah juga bukan jawabannya. Jadi, memfermentasikan sisa sayuran menjadi acar tentu akan sangat bermanfaat dan terhindar dari mubazir.

6. Penghematan biaya

Fermentasi makanan mengurangi limbah makanan dan menghemat uang dalam jangka panjang. Jika saluran pencernaan sehat dan kuat, maka

kekebalan tubuh juga akan meningkat sehingga hidup menjadi lebih sehat. Dengan menjadi pribadi yang sehat, secara tidak langsung telah menghemat banyak biaya.

Manfaat asam laktat

Pada awalnya asam laktat dianggap sebagai zat sisa. Asam laktat yang diproduksi kemudian menumpuk di otot dan dicurigai menyebabkan kelelahan selama olahraga dan kram otot setelah selesai olahraga. Sekarang dengan hasil yang terbaru, asam laktat bukan merupakan “musuh” dari otot. Asam laktat merupakan bahan energy yang penting selama olahraga yang berlangsung lama. Hal ini karena asam laktat yang dibentuk oleh sel otot dapat digunakan oleh sel otot lain untuk membentuk energy.

Saat olahraga permintaan oksigen melebihi suplai sehingga timbul metabolisme anaerob yang menghasilkan asam laktat. Asam laktat ini kemudian akan diserap oleh sel otot untuk dijadikan bahan bakar. Pada orang yang rutin berolahraga atau atlet, terjadi peningkatan efektivitas pemakaian asam laktat sehingga mereka mampu berolahraga dalam jangka waktu lebih lama. Dibandingkan membuat lelah, asam laktat justru memperlambat terjadinya kelelahan dan meningkatkan kemampuan dalam olahraga.

Asam laktat merupakan suatu asam lemah. Normalnya, asam laktat yang terbentuk di dalam tubuh akan dibuang melalui otot, ginjal, dan hati. Bila terjadi suatu kelainan yang mengganggu perubahan asam laktat maka dapat terjadi penumpukan yang berlebihan di dalam tubuh. Penumpukan tersebut menyebabkan gangguan keseimbangan asam basa di dalam tubuh. Asam laktat yang berlebihan ini menyebabkan penyakit sindrom asidosis laktat.

Pada sindrom ini terjadi gejala berupa mual, muntah, nyeri perut, penurunan berat badan, kelemahan, gangguan pernafasan, gangguan fungsi hati, gangguan irama jantung, tangan kaki menjadi dingin dan membiru.

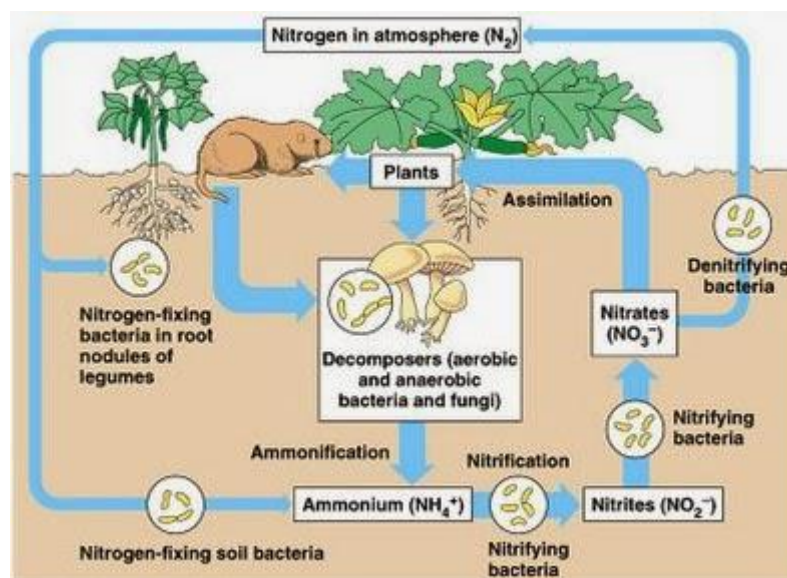
Banyak penyebab yang dapat menimbulkan asidosis laktat, diantaranya:

- Jaringan tubuh kekurangan oksigen, misalnya karena gagal jantung, gagal nafas, anemia berat, perdarahan besar;
- Infeksi berat yaitu sepsis;
- Obat-obatan (jarang terjadi) seperti paracetamol, antikejang, alkohol, aspirin, dan lainnya;
- Gangguan kongenital atau bawaan.

Komplikasi dari asidosis laktat yaitu penurunan suplai oksigen ke jaringan tubuh sehingga mengakibatkan gagal organ dan kematian. Bila terjadi asidosis laktat maka memerlukan penanganan segera ke rumah sakit.

Manfaat Respirasi Anaerob dalam Ekologi

Respirasi anaerob memainkan peran utama dalam siklus nitrogen, sulfur, dan karbon di seluruh dunia melalui pengurangan senyawa nitrogen, belerang, dan karbon. Denitrifikasi adalah jalur utama yang digunakan makhluk hidup untuk mengembalikan nitrogen ke atmosfer sebagai molekul gas nitrogen. Hidrogen sulfida yang merupakan hasil dari respirasi sulfat adalah neurotoksin yang kuat dan bertanggung jawab terhadap bau “telur busuk” yang terjadi di rawa payau.



Gambar 2.4 Nitrifikasi dan denitrifikasi

Hubungan Respirasi Anaerob dengan Ekonomi

Dinitrifikasi dissimiltory secara luas digunakan untuk membersihkan nitrat dan nitrit dari air limbah. Tingkat nitrit yang tinggi dalam air minum dapat menjadi masalah karena air tersebut menjadi beracun. Denitrifikasi mengubah nitrat dan nitrit menjadi gas nitrogen yang tidak berbahaya.

Metanogenesis adalah bentuk respirasi karbonat yang menghasilkan gas metana oleh pencernaan anaerobik. Metana biogenik digunakan sebagai alternatif pengganti bahan bakar fosil. Di sisi negatif, metanogenesis yang tidak terkendali di lokasi pembuangan akhir akan melepaskan metana dalam jumlah besar ke atmosfer, yang menjadi penyebab utama dari efek gas rumah kaca.

Beberapa tipe respirasi anaerobik juga digunakan untuk mengubah bahan kimia yang beracun menjadi molekul yang lebih tidak berbahaya. Misalnya, arsenat atau selenat yang beracun dapat direduksi menjadi senyawa yang tidak beracun oleh berbagai bakteri.

D. Aktifitas Pembelajaran

Aktifitas 2.1 merencanakan eksperimen respirasi anaerob

Aktifitas 2.2 Dapat melaksanakan eksperimen respirasi anaerob

Aktifitas 2.3 Dapat mengevaluasi hasil eksperimen respirasi anaerob

E. Latihan//Kasus/Tugas

Kegiatan 2.1. Peserta diklat dapat memahami pengertian respirasi anaerob

LK 2.1 Pilih salah satu jawaban yang paling tepat !

1. Fermentasi alcohol adalah salah satu respirasi anaerob yang memiliki perbedaan dengan respirasi lain karena diakhiri dengan pembentukan...
 - a. Energi panas dari penguraian alcohol
 - b. Asam piruvat sebagai produk antara
 - c. ATP dalam jumlah lebih banyak
 - d. Etanol dari asam piruvat secara tidak langsung
2. Pada proses peragian, glukosa mengalami glikolisis menjadi asam piruvat, lalu asam piruvat diubah jadi etanol. Jumlah ATP yang dihasilkan dari organisme yang berperan adalah.. (Rahardian, Rehan. MINIBOOK MASTER BIOLOGI)
 - a. 2 ATP, Rhyzopus
 - b. 2 ATP, Saccharomyces
 - c. 8 ATP, Rhyzopus
 - d. 8 ATP, Saccharomyces
3. Apabila otot kita bergerak melebihi batas ketentuan, sedangkan jumlah oksigen berkurang maka untuk mendapatkan energi dilakukan proses fermentasi. Proses ini merugikan karena..
 - a. Dihasilkan asam laktat yang bersifat racun bagi sel
 - b. Dihasilkan asam piruvat yang tidak mengandung energi
 - c. Energi yang dihasilkan oleh mitokondria sangat sedikit
 - d. Tidak mengalami proses glikolisis yang menghasilkan asam piruvat
4. Pada fermentasi asam laktat dari 1 molekul glukosa akan dibebaskan dua molekul ATP. Dua molekul ATP yang dibebaskan tersebut berasal dari...
 - a. Glikolisis di sitoplasma
 - b. Reaksi pembentukan asam laktat dari asam piruvat
 - c. Proses reduksi asam piruvat
 - d. Rangkaian proses reduksi-oksidasi oleh enzim sitokrom

5. Setelah berolahraga tubuh akan terasa lelah karena....
- Berkurangnya persediaan glukosa dalam darah
 - Fermentasi asam piruvat menjadi asam laktat
 - Terurainya asam laktat menjadi CO₂ dan H₂O
 - Fermentasi asam piruvat menjadi alkohol
6. Perhatikan proses-proses berikut!
- Berlangsung di krista mitokondria
 - Hanya dapat berlangsung apabila tidak tersedia cukup oksigen
 - Mengoksidasi asam piruvat menjadi asetaldehid
 - Mereduksi asetaldehid menjadi eril alkohol dengan bantuan NADH
 - Menghasilkan CO₂ dan ATP
- Proses yang terjadi dalam pembuatan tapai ketan yaitu...
- 1, 2, dan 2
 - 1, 3 dan 4
 - 2, 3, dan 5
 - 2, 4, dan 5
7. Perhatikan skema tahapan respirasi anaerob di dalam otot berikut ini!
 $C_6H_{12}O_6 + P \rightarrow Q + 2 \text{ ATP}$ Bagian yang ditunjukkan P dan Q adalah..
- Fosfogliseraldehid dan asetil ko-A
 - Asetil ko-A dan fosfogliseraldehid
 - Asam piruvat dan asam laktat
 - Asam piruvat dan asetil ko-A
8. Perhatikan proses yang terjadi pada fermentasi berikut!
- Asam piruvat membentuk senyawa antara berupa asetaldehid
 - Fosfoenol piruvat dikonversi menjadi asam laktat
 - CO₂ dihasilkan saat pembentukan asetaldehid
 - Glukosa diubah menjadi asam piruvat dan menghasilkan 2 ATP
 - Asetaldehid dikonversi membentuk etanol
 - Asetaldehid dikonversi menjadi fosfoenol piruvat

Urutan tahap fermentasi alkohol ditunjukkan oleh nomor..

- a. a-c-e-b
- b. a-c-f-b
- c. a-d-e-c
- d. d-a-c-e

9. Pada fermentasi asam laktat dari 1 molekul glukosa akan dibebaskan dua molekul ATP. Dua molekul ATP yang dibebaskan tersebut berasal dari...

- a. Glikolisis di sitoplasma
- b. Proses oksidasi NADH
- c. Proses reduksi asam piruvat
- d. Reaksi pembentukan asam laktat dari asam piruvat

10. Persamaan reaksi dalam fermentasi alkohol yang dilakukan oleh *Saccharomyces* dalam larutan yang mengandung glukosa adalah...

- a. $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2ATP$
- b. $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO + O_2$
- c. $C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_2H_5OH + 2H_2O + CO_2$
- d. $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_3H_4O_3 + 2H_2$

11. Perhatikan proses-proses yang terjadi pada fermentasi berikut!

- 1) Asetaldehid dikonversi menjadi asam laktat
- 2) Fosfoenol piruvat dikonversi menjadi asam laktat
- 3) Asam piruvat membentuk senyawa antara asetaldehid
- 4) NADH memberikan electron dan hidrogen kepada fosfoenol piruvat
- 5) ADH memberikan electron dan hidrogen kepada asetaldehid
- 6) Glukosa diubah menjadi asam piruvat dan menghasilkan 2 ATP
- 7) NADH dihasilkan saat pembentukan asam piruvat

Urutan tahap fermentasi asam laktat yang tepat ditunjukkan oleh nomor..

- a. 6)-3)-5)-1)
- b. 6)-7)-3)-1)
- c. 6)-7)-4)-2)
- d. 7)-6)-3)-1)

12. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut!

- 1) Merupakan katabolisme sempurna
- 2) Menghasilkan NADH
- 3) Terjadi perubahan dari asam piruvat menjadi asetaldehid
- 4) Dapat menimbulkan keracunan sel tubuh
- 5) Jumlah energy yang dihasilkan 2 ATP

Pernyataan yang sesuai dengan respirasi anaerob ditunjukkan oleh nomor..

- a. 1), 2), 5)
- b. 1), 3), 5)
- c. 2), 3), 4)
- d. 3), 4), 5)

13. Fermentasi alkohol dan asam laktat sebenarnya merupakan respirasi yang merugikan bagi sel karena...

- a. Tanpa oksigen
- b. Tidak terbentuk H₂O
- c. ATP yang dihasilkan sedikit
- d. Menghasilkan senyawa racun

14. Salah satu contoh proses respirasi anaerob adalah fermentasi alkohol dengan persamaan reaksi sebagai berikut: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2ATP$

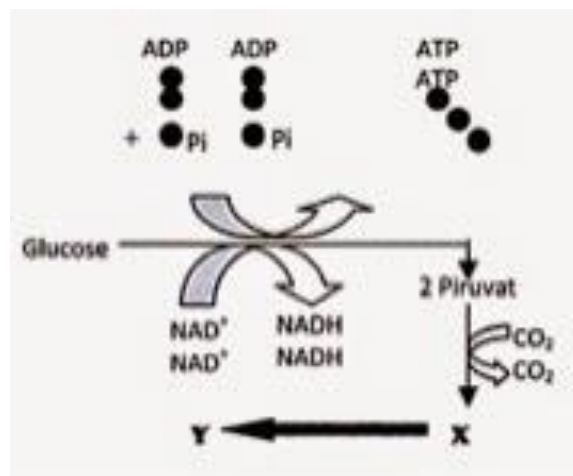
Jumlah energi yang dihasilkan pada fermentasi jauh lebih sedikit daripada respirasi aerob. Hal ini disebabkan..

- a. Proses penguraian belum selesai
- b. Terbentuknya alkohol yang bersifat racun
- c. Tidak adanya O₂ sebagai akseptor hidrogen
- d. *Saccharomyces sp* hanya sedikit menghasilkan energy
- e. Terbentuknya gas karbondioksida yang menghalangi pembentukan energy

15. Energy yang dihasilkan selama proses respirasi anaerob lebih kecil dibandingkan respirasi aerob karena.
- Dalam respirasi anaerob memerlukan air
 - Substrat respirasi anaerob adalah asam piruvat
 - Dalam respirasi anaerob terjadi reduksi NADH dalam sitoplasma
 - Hasil respirasi anaerob merupakan karbon yang masih reduktif
16. Seorang atlet sedang melakukan pemanasan dengan cari berlari mengelilingi lapangan, respirasi anaerob yang dilakukan oleh atlet tersebut menghasilkan ...
- Asam cuka
 - Asam piruvat
 - Glukosa
 - Alkohol
17. Dalam proses pembuatan tape ketan terjadi proses fermentasi. Urutan proses fermentasi di atas adalah
- tepung – gula – alkohol
 - gula – alkohol – tepung
 - tepung – alkohol – gula
 - alkohol – gula – tepun
18. Fermentasi merupakan suatu proses pemecahan molekul gula menjadi molekul yang lebih sederhana dengan menggunakan
- enzim dan oksigen
 - enzim tanpa oksigen
 - enzim
 - oksigen
19. Sel ragi dapat melakukan fermentasi karena mengandung.....
- Alkohol
 - Enzim
 - Karbohidrat
 - Glukosa

20. Pada fermentasi alkohol didahului dengan
- pengubahan asam piruvat menjadi asam asetat dan CO₂
 - pengubahan asam piruvat menjadi asam laktat dan O₂
 - pengubahan asam piruvat menjadi asam asetat dan H₂O
 - pengubahan asam asetat menjadi asam piruvat
21. Respirasi anaerob yang terjadi pada tubuh kita membentuk zat racun yang disebut....
- Asam piruvat
 - Asam asetat
 - Asam laktat
 - Alkohol
22. Jumlah ATP yang dihasilkan pada respirasi anaerob adalah...
- 1 ATP
 - 2 ATP
 - 4 ATP
 - 38 ATP
23. Ciri-ciri reaksi fermentasi adalah...
- berlawanan dengan proses kimia yang cepat
 - berlawanan dengan proses kimia aerob
 - dihasilkan sedikit energi dibandingkan respirasi aerob
 - terjadi tahap CO₂ maupun dengan O₂

24. Perhatikan skema reaksi anaerob berikut:



Berturut-turut, X dan Y adalah...

- 1 asetaldehid dan 1 etanol
- 2 asetaldehid dan 2 etanol
- 1 etanol dan 1 asetaldehid
- 2 etano dan 2 asetaldehid

25. Perbedaan antara fermentasi alcohol dengan fermentasi asam yaitu pada fermentasi alcohol...

- asam piruvat menghasilkan dekarboksilasi
- asam piruvat menghasilkan reduksi
- asam piruvat menghasilkan oksidasi
- dihasilkan senyawa Karbon

Kegiatan 2.2 : Dapat merencanakan melaksanakan eksperimen respirasi anaerob

LK 2. Anda dapat melaksanakan percobaan di bawah ini

Percobaan Respirasi Anaerob (Fermentasi Alkohol)

Teori Singkat

Pada kebanyakan tumbuhan dan hewan, respirasi yang berlangsung adalah respirasi aerob, namun demikian dapat saja terjadi respirasi aerob terhambat karena suatu hal. Maka tumbuhan dan hewan tersebut melangsungkan proses fermentasi yaitu proses pembebasan energi tanpa adanya oksigen, yang disebut respirasi anaerob. Respirasi anaerob merupakan reaksi pemecahan karbohidrat untuk mendapatkan energi tanpa menggunakan oksigen. Demikian juga apabila kita melakukan kontraksi otot terlalu kuat misalnya berlari-lari, maka sel-sel jaringan otot kita juga melakukan respirasi anaerob.

Pada keadaan oksigen yang tidak mencukupi untuk respirasi maka terjadi penimbunan asam laktat di dalam sel dan akan menimbulkan kelelahan. Proses penguraian pada respirasi anaerob disebut fermentasi. Dari hasil akhir fermentasi, jenis fermentasi dibedakan menjadi fermentasi asam laktat/asam susu dan fermentasi alkohol. Dari laporan praktikum yang dibuat disini, kami lebih menekankan pada proses fermentasi alkohol.

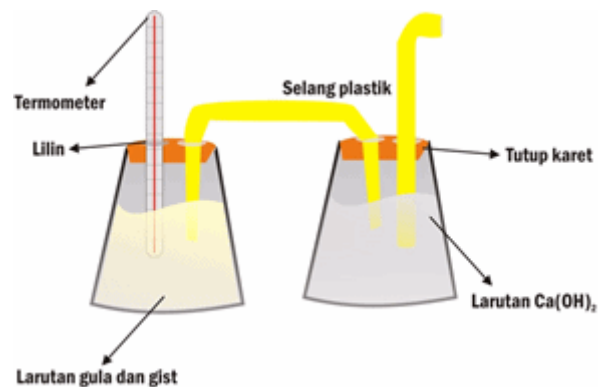
Alat dan Bahan

- Dua buah labu Erlenmeyer
- Termometer batang
- Selang plastik
- Sedotan
- Larutan gula
- Larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- Ragi roti dan Lilin/malam
- Air

Langkah Kerja

1. Menyiapkan sistem seperti pada gambar,
2. memasukkan ragi ke dalam larutan gula di labu erlenmeyer,
3. menunggu 30 menit dan mengamati apa yang terjadi.

Berikut sistem yang harus kamu buat sebelum melakukan percobaan:



Nah, sekarang mari lihat proses fermentasinya. ... Silahkan diamati:

LK 2.2 . Hasil Percobaan

Kegiatan 2.3 : Dapat mengevaluasi hasil eksperimen respirasi anaerob

LK 2.3 Peserta diklat dapat **menyimpulkan** hasil dari percobaan dibawah ini :

“PERCOBAAN RESPIRASI AEROB DAN ANAEROB”

Alat dan Bahan:

1. Fernipan
2. Kecambah
3. Larutan gula jawa
4. Penggaris
5. Malem (plastisin)
6. Tabung reaksi
7. Pp
8. Air kapur
9. Eosin
10. KOH

Cara kerja :

A. Respirasi Aerob

1. Membungkus 2 butir KOH dengan kapas, kemudian memasukkannya ke dalam tabung respirometer
2. Menimbang kecambah 5 gram dan memasukkannya kedalam tabung respirometer yang sudah diberi KOH dan kapas
3. Menutup tabung menggunakan tangan dan plastisin selama dua menit
4. Memasukkan larutan eosin dengan pipet tetes melalui lubang ujung tabung respirometer dan mengamati pergerakannya tiap satu menit sampai menit kelima
5. Mengukur pergerakannya dengan menggunakan penggaris
6. Mengulangi langkah 1 -5, tetapi dengan kecambah dengan berat 10 gram

B. Respirasi Anaerob

1. Mengisi tabung A dengan larutan gula jawa 150 ml
2. Mengamati warna larutan gula jawa , mencium baunya dan mengukur suhunya.
3. Mengisi tabung B dengan air kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) yang diberi PP (penoftalin) sehingga warnanya berubah jadi pink
4. Mengamati warna air kapur yang sudah diberi PP
5. Mereaksikan tabung A dan tabung B dengan menggunakan pipa plastik , pada tabung A selang tidak sampai ke dalam larutan (hanya diatas) , kemudian ditutup dengan plastisin . sedangkan , pada tabung B , selangnya dimasukkan sampai ke bawah (menyentuh air kapur yang diberi PP). Lalu mereaksikannya selama 10 menit
6. Setelah tabung A dan tabung B bereaksi selama 10 menit,kemudian mengamati warnanya , mengukur suhu dan mencium bau pada tabung A, serta mengamati warna pada tabung B
7. Mengulangi langkah yang sama dengan menggunakan larutan gula jawa yang telah diberi fermipan secukupnya

Data Pengamatan :

1. Respirasi Aerob

No	Berat Kecambah	Pengamatan				
		1	2	3	4	5
1.	5 gram	1	1,5	1,7	2	2,7
2.	10 gram	3	4	6,5	9	11,5

2. Respirasi Anaerob

Percobaan	Sebelum Percobaan	Setelah Percobaan
I		
Tabung A (gula)	Coklat	Coklat
Tabung B (air kapur)	Pink	Pink
Suhu	A.27°C B.28°C	A.27°C B.28°C

Percobaan	Sebelum Percobaan	Setelah Percobaan
Bau	A. Bau Gula B. Tidak Berbau	Seperti Gula
II Tabung A (gula) Tabung B (air kapur) Suhu Bau	Coklat Cappucino Pink A.29°C B.28°C Seperti susu menyengat	Coklat Cappucino Coklat Cappucino A.31°C B.28°C Menyengat seperti tape

LK . 2.3 Kesimpulan Percobaan

F. Rangkuman

1. Tanpa oksigen respirasi tidak melepaskan semua energi dan disebut respirasi anaerob. Anaerob menghasilkan energi, karbon dioksida dan asam laktat atau alkohol. Ketika kita bernafas, proses anaerob kita memproduksi asam laktat yang dapat meracuni otot-otot kita. Ragi menghasilkan alkohol selama respirasi anaerob. 1 mol glukosa akan menghasilkan 118 kilojoule energi.

2. Dalam keadaan anaerob, asam piruvat hasil glikolisis akan diubah menjadi karbon dioksida dan etilalkohol. Proses pengubahan ini dikatalisis oleh enzim dalam sitoplasma. Dalam respirasi anaerob jumlah ATP yang dihasilkan hanya 2 molekul untuk setiap satu molekul glukosa. Hal ini dikarenakan respirasi anaerob menghasilkan karbon yang masih reduktif, misalnya etanol dan asam laktat. Fermentasi etanol dilakukan oleh jamur ragi secara anaerob. Fermentasi asam laktat terjadi pada otot manusia saat melakukan kerja keras dan persediaan O₂ kurang mencukupi. Penimbunan asam laktat pada otot menyebabkan elastisitas otot menjadi berkurang dan menimbulkan gejala kram serta kelahan. Dalam respirasi anaerob dapat terjadi peristiwa :
 3. Peristiwa asam laktat: terjadi di otot, penimbunan asam laktat yang berlebihan akan mengakibatkan otot terasa lelah, pegal, dan linu.
 4. Fermentasi alkohol: terjadi pada khamir (ragi), dengan mengubah asam piruvat menjadi etil alkohol (C₂H₅OH). Selain itu juga pada fermentasi ragi pada pembuatan tape ketan, tape ketela.
 5. Fermentasi asam cuka
Fermentasi asam cuka merupakan satu contoh fermentasi yang berlangsung dalam keadaan aerob. Dari proses fermentasi asam cuka, energi yang dihasilkan lima kali lebih besar daripada energi yang dihasilkan oleh fermentasi alkohol.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Peserta diklat yang telah melaksanakan latihan dengan baik, dapat melanjutkan dengan mengerjakan soal-soal di bawah ini !

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat !

1. Fermentasi asam laktat ditandai dengan tidak terbentuknya...
 - a. ATP
 - b. CO₂
 - c. NADH₂
 - d. NADPH₂

2. Definisi dari respirasi anaerob adalah ...
 - a. Reaksi oksidatif senyawa anorganik secara terkendali untuk membebaskan energy
 - b. Reaksi oksidatif senyawa anorganik secara tidak terkendali dengan bantuan energy
 - c. Reaksi oksidatif senyawa organik secara terkendali dengan membebaskan energy
 - d. Reaksi oksidatif senyawa anorganik secara tidak terkendali dengan membebaskan energi.
3. Proses yang digambarkan pada persamaan reaksi dibawah ini adalah ...
Glukosa \longrightarrow asam laktat + ATP
 - a. Anabolisme
 - b. Fermentasi
 - c. Fotosintesis
 - d. Kemosintesis
4. Jenis respirasi yang dilakukan oleh *Sacharomyces* sp atau khamir adalah ...
 - a. respirasi aerob
 - b. respirasi anaerob
 - c. fermentasi alcohol
 - d. fermentasi asam laktat
5. Fermentasi yang menghasilkan zat antara berupa CO₂ adalah ...
 - a. Alcohol
 - b. Laktat
 - c. Asetat
 - d. Aspartat
6. Fermentasi merupakan suatu proses pemecahan molekul gula menjadi molekul yang lebih sederhana dengan menggunakan
 - a. enzim dan oksigen
 - b. enzim tanpa oksigen
 - c. enzim
 - d. oksigen

7. Pada metabolisme glukosa, proses penguraian karbohidrat menjadi laktat tanpa melibatkan O₂ terjadi melalui peristiwa
- Fermentasi
 - Glikolisis
 - glikolisis anaerob
 - respirasi
8. Berikut ini merupakan hasil dari kegiatan metabolisme pada organisme hidup
- | | |
|-----------------|--------------------|
| 1. ATP | 5. etanol |
| 2. asam asetat | 6. O ₂ |
| 3. asam piruvat | 7. CO ₂ |
| 4. glukosa | |
- pada fermentasi yang dilakukan *saccharomyces* diperoleh hasil
- 1, 4, dan 5
 - 1, 5, dan 7
 - 2, 4, dan 6
 - 3, 4, dan 7
9. Hasil yang diperoleh dari fermentasi asam laktat dan fermentasi alcohol masing-masing adalah...
- asam susu dan methanol
 - asam laktat dan alcohol
 - Asam cuka dan fenol
 - asam susu dan fenol
10. Sel ragi dapat melakukan fermentasi karena mengandung.....
- Alkohol
 - Enzim
 - Karbohidrat
 - Glukosa
11. Penguraian atau pemecahan senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana dengan pelepasan energy disebut . . .
- Fotosintesis
 - Osmosis
 - Anabolisme
 - Katabolisme

12. Berikut ini alasan paling tepat kenapa tercium bau asam pada produk fermentasi alcohol setelah diberi udara oksigen . . .
- Alkohol bersifat asam
 - Alkohol bereaksi dengan O₂ membentuk CH₃COONa
 - Alkohol bereaksi dengan O₂ membentuk asam asetat
 - Alkohol bereaksi dengan O₂ membentuk HCl
13. Rasa lelah pada otot . . .
- Merupakan akibat dari timbunan alcohol dari respirasi aerob sel darah pada otot
 - Merupakan timbunan toksin yang akan disimpan saat pasukan O₂ berkurang
 - Merupakan akibat dari ketidakmampuan sel otot dalam beradaptasi di lingkungan miskin CO₂
 - Otot manusia tidak berespirasi
14. Pada saat Push-up , energy yang kita pakai dari respirasi...
- Aerob
 - Anaerob
 - Oksidatif
 - Laktat
15. Berikut adalah contoh dari respirasi anaerob. Yang merupakan respirasi anaerob adalah...
- Fermentasi asam laktat
 - Lari
 - Fermentasi keju
 - Makan

Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas

Kunci Jawaban Sifat – sifat Enzim

Jawaban LK 1.1

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

LK 1.2 Kunci Jawaban Praktikum Sifat-sifat enzim

1. HASIL PENGAMATAN

Tabel Pengamatan

Larutan	Ektrak hati + H ₂ O ₂		Keterangan
	Gelembung	Nyala Api	
Netral	+++	Nyala terang	
Asam	-	Padam	
Basa	++	Tetap	
Dipanaskan	+	Padam	
Didinginkan	+++	Nyala terang	

Keterangan :

- +++ = banyak gelembung
- ++ = gelembungnya sedang
- +
- = tidak ada gelembung

2. PEMBAHASAN

Enzim adalah katalis yang terbuat dari protein dan dihasilkan oleh sel. Enzim mempunyai sifat spesifik yaitu hanya mengatalisis reaksi kimia tertentu. Sebagai contoh enzim katalase yang hanya menguraikan H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 dengan reaksi sebagai berikut :



Hal ini dapat dibuktikan dengan percobaan. Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan hati ayam. Hati ayam digunakan karena banyak mengandung enzim katalase. Yang terjadi pada ekstrak saat diberi perlakuan adalah sebagai berikut :

a. Ekstrak ditambah H_2O_2 (hidrogen peroksida)

Saat ekstrak diberi H_2O_2 terjadi gelembung-gelembung udara yang banyak. Hal ini membuktikan bahwa enzim katalase yang terdapat di dalam hati ayam mengubah H_2O_2 menjadi H_2O (air), sedangkan pada waktu dimasukkan lidi membara ke dalamnya, timbul nyala api. Hal ini membuktikan bahwa H_2O_2 juga diuraikan menjadi oksigen (O_2).

b. Ekstrak ditambah NaOH dan H_2O_2

Penambahan NaOH disini dimaksudkan untuk membuat ekstrak dalam keadaan terlalu basa. Kemudian ditambah H_2O_2 ternyata terbentuk gelembung udara yang sedang, saat bara api dimasukkan ke dalamnya nyala api redup. Hal ini membuktikan bahwa enzim katalase tidak dapat bekerja secara optimal dalam kondisi terlalu basa.

c. Ekstrak ditambah HCl dan H_2O_2

Pertambahan HCl disini dimaksudkan untuk membuat ekstrak dalam keadaan terlalu asam. Kemudian ditambah H_2O_2 ternyata tidak terbentuk gelembung udara ketika dimasukkan bara api ke dalamnya

juga tidak terjadi nyala api. Hal ini menunjukkan bahwa enzim katalase tidak dapat bekerja dalam kondisi terlalu asam.

d. **Ekstrak dididihkan kemudian ditambah H₂O₂**

Ekstrak yang dididihkan kemudian ditambah H₂O₂, ternyata timbul gelembung udara yang sangat sedikit dan saat bara api dimasukkan ke dalamnya juga tidak timbul nyala api. Hal ini disebabkan karena protein di dalam enzim katalase yang terdapat di ekstrak telah rusak sehingga tidak dapat menguraikan H₂O₂ menjadi H₂O dan O₂.

e. **Ekstrak dimasukkan kedalam Es di tambah H₂O₂**

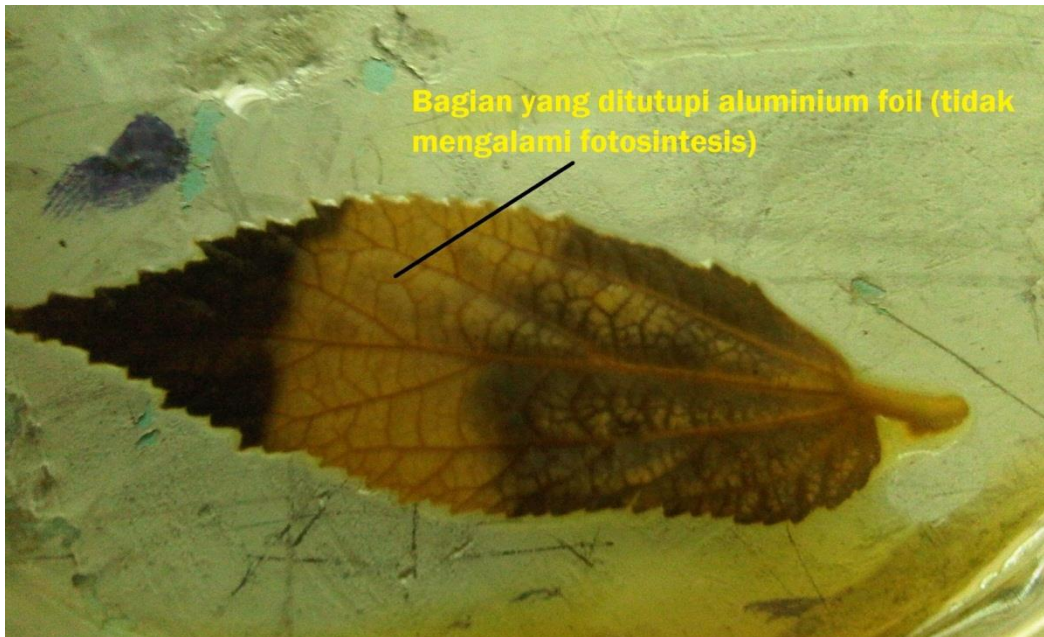
Ekstrak yang dimasukkan kedalam es kemudian ditambah H₂O₂, ternyata menimbulkan gelembung udara sangat banyak saat bara api di masukkan ke dalamnya, dan juga menimbulkan nyala api terang.

3. Kesimpulan

Enzim katalase bekerja dengan menguraikan H₂O₂ menjadi air (H₂O) dan Oksigen (O₂). Enzim katalase akan rusak apabila bekerja pada suhu diatas 500C, dan pada kondisi asam maupun basa.

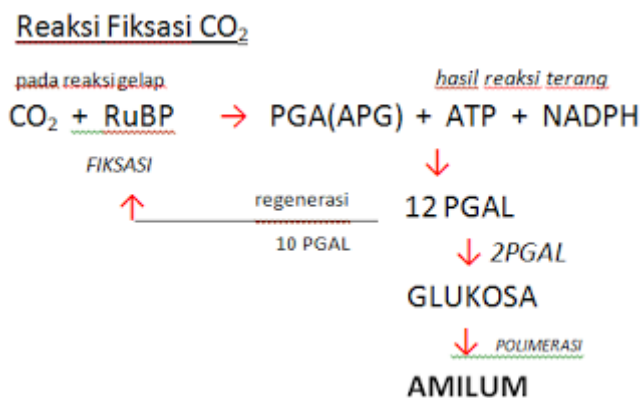
LK 1.3 Kunci Jawaban Praktikum Proses Fotosintesis menghasilkan Karbohidrat

No	Pengamatan	Warna Daun	
		Tidak Ditutup	Ditutupi
1	Sebelum direbus	Hijau tua	Hijau muda
2	Direbus dengan alcohol	Hijau tua	Hijau muda
3	Ditetesi iodine	Biru kehitaman	Putih



Kesimpulan

- Pada proses fotosintesis dihasilkan amilum dan proses Fotosintesis membutuhkan dua komponen utama yaitu cahaya dan klorofil
- Daun dimasukkan ke dalam air panas adalah untuk menonaktifkan (memfiksasi) membuat daun tidak beraktifitas selnya namun sel dalam kondisi seperti hidup
- Tujuan pemanasan dengan alcohol agar melarutkan zat klorofil yang terkandung dalam daun sehingga di daun tinggal amylum yang nanti di reaksi dengan Lugol



Umpan Balik

1. Katalisator
2. Apoenzim
3. Spesifik
4. Termolabil
5. Fermentasi

Kunci Jawaban Respirasi Anaerob

LK 2.1

- | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. D | 6. D | 11. C | 16. D | 21. C |
| 2. B | 7. C | 12. D | 17. A | 22. B |
| 3. A | 8. D | 13. C | 18. B | 23. C |
| 4. A | 9. A | 14. C | 19. D | 24. B |
| 5. B | 10. A | 15. D | 20. A | 25. A |

Kunci jawaban Percobaan Respirasi Anerob(Fermentasi)

Tabel Pengamatan

Indikator	Keadaan sebelum percobaan		Keadaan sesudah percobaan		Keterangan
	Tabung A	Tabung B	Tabung A	Tabung B	
Warna cairan	jingga	pink	Coklat muda	Putihpekat	Tidak terjadi fermentasi
Suhu	27°C	-	29°C	-	Suhu meningkat

Bau	Asam	-	Seperti tape	-	Terjadi fermentasi
Gelembung	Tidak ada	Tidak ada	Ada banyak	ada	Terjadi fermentasi

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil percobaan tersebut didapat bahwa:

SUHU AWAL REAKSI

Berdasarkan pengukuran dengan termometer, suhu awal pada campuran larutan gula dan ragi yaitu 27°C. Hal tersebut disebabkan lamanya pengadukan kedua zat sehingga panas yang dihasilkan cukup tinggi. Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksoterm karena menghasilkan panas yang merupakan gesekan antara pengaduk, wadah dan larutan dalam tabung tersebut .

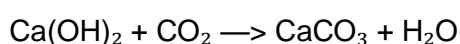
SUHU AKHIR REAKSI

Setelah suhu awal sebelum fermentasi, tabung erlemeyer tersebut ditutup dengan sumbat gabus sehingga yang dilapisi vaselin pada pinggirannya, terjadi reaksi yang menghasilkan gelembung – gelembung selama 14 menit. Suhu akhirnya 29°C. Kenaikan suhu cukup signifikan yaitu sebesar 2 derajat celcius mengingat waktu reaksi yang cukup lama .

INDIKATOR PP

Air kapur yang ditetesi Phenolphthalein berubah warna menjadi merah muda. Hal tersebut disebabkan karena indikator PP memiliki trayek PH 8,3 – 10 dengan indikasi tidak berwarna hingga berwarna. Jika warna yang dihasilkan merah, mengindikasikan bahwa PH lebih dari 10. Itulah yang menyebabkan hasil reaksi berbau seperti alkohol dimana alkohol bersifat basa.

Pada reaksi :



Reaksi ini terjadi secara terus menerus sehingga larutan air kapur + PP yang semula berwarna merah muda menjadi keruh bahkan menyerupai warna larutan pada tabung elemeyer A. Perubahan ini diikuti dengan perubahan suhu yang semula 27°C menjadi 29°C. Pada tabung erlemeyer B tercium bau alkohol, hal ini menunjukkan adanya zat etanol setelah reaksi berlangsung.

Larutan kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) pada tabung kedua berfungsi untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk seperti *Saccharomyces* sehingga reaksi mulai terhenti ketika hasil reaksi pada tabung 1 mengalir menuju tabung 2. Setelah reaksi hampir terhenti, muncul gelembung - gelembung air atau uap air yang merupakan hasil reaksi seperti diatas, keluar melalui selang kecil. Selain itu, terdapat endapan kapur (CaCO_3) yang mengendap pada tabung 2.

Kesimpulan

Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerobik, akan tetapi, terdapat definisi yang lebih jelas yang mendefinisikan fermentasi sebagai respirasi dalam lingkungan anaerobik dengan tanpa akseptor elektron eksternal yang dipengaruhi oleh pH, temperature dan nutrient.

LK 2.3 Kunci jawaban Percobaan Respirasi aerob dan anaerob

Pembahasan :

Pada percobaan respirasi aerob pada tumbuhan kami mengukur kecepatan respirasi dengan menggunakan indicator eosin kemudian mengamati kedudukan eosin pada tabung respirometer di beri waktu dengan satuan menit. Larutan eosin bergerak disebabkan oleh aktivitas kecambah dan KOH. Karena KOH menyerap H_2O hasil respirasi dan sifatnya hidrofil.

Dari data pengamatan dapat dijelaskan bahwa, pada percobaan respirasi aerob dimana pada percobaan pertama kami memasukkan 5 gram kecambah ke dalam tabung respirometer . kami memperoleh hasil sebagai berikut :

1. Pada menit pertama diperoleh hasil 1 cm
2. Pada menit kedua diperoleh hasil 1,5 cm

3. Pada menit ketiga diperoleh hasil 1,7 cm
4. Pada menit keempat diperoleh hasil 2 cm
5. Pada menit kelima diperoleh hasil 2,7 cm

Sedangkan, pada percobaan kedua dengan cara yang sama, tetapi jumlah kecambahnya 10 gram , perjalanan tiap menitnya diperoleh hasil yaitu :

1. Pada menit pertama panjangnya 3 cm
2. Pada menit kedua panjangnya 4 cm
3. Pada menit ketiga panjangnya 6,5 cm
4. Pada menit keempat panjangnya 9 cm
5. Pada menit keempat panjangnya 11,5 cm

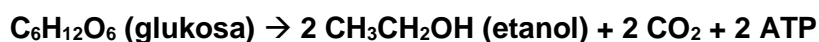
Pada percobaan kami, perjalanan selama lima menit diperoleh hasil bahwa, pada percobaan pertama yang menggunakan 5 gram kecambah , larutan eosin bergerak sangat lambat . laju respirasinya 1,78 cm per menit . sedang pada percobaan kedua yang mengunaka 10 gram kecambah, larutan eosin bergerak lebih cepat daripada percobaan pertama . laju respirasinya 6,8 cm per menit . 5 kali lipat lebih cepat dari percobaan pertama . hal ini membuktikan bahwa semakin banyak kecambah dalam tabung yang berarti semakin banyak udara yang dibutuhkan untuk respirasi maka semakin cepat laju respirasinya, dan eosin juga akan lebih cepat bergerak ke arah tabung

Pada percobaan respirasi anaerob terdapat dua percobaan. Pada percobaan pertama diperoleh hasil, bahwa tabung A yang berisi 150 ml larutan gula jawa pada awalnya berwarna coklat , suhunya diukur mencapai 27⁰C, dan dicium baunya menyengat khas bau gula jawa, sedangkan pada tabung B yang berisi air kapur (**Ca(OH)₂**) dicampur dengan PP (penoftalin) warnanya pink Tetapi, setelah tabung A dan Tabung B direaksikan dengan menggunakan pipa plastik dimana pada selang tabung A tidak sampai menyentuh larutan / hanya diatas dan penutup tabung A diberi plastisin, sedangkan selang tabung B sampai menyentuh larutan. Setelah kami mengamati reaksi tersebut selama sepuluh menit tidak ada perubahan yang menandakan adanya respirasi anaerob .

Pada percobaan kedua dengan cara yang sama, tetapi sebelumnya larutan gula jawa dicampur dengan fermipan, warnanya menjadi coklat cappucino, suhunya 29°C, dan baunya seperti susu menyengat. Setelah itu ditutup dan dikocok, baru diberi plastisin. Sedangkan pada tabung B warnanya pink. Setelah tabung A ditutup dengan plastisin, tabung A dan tabung B direaksikan dengan menggunakan pipa plastik. Kemudian kami menunggu reaksi tersebut sampai waktu percobaan selesai, ternyata dalam pipa plastik terjadi fermentasi, menghasilkan $C_5H_2 + CO_2$ Energi. Hal itu di buktikan dengan adanya busa putih pada larutan gula jawa yang sudah tercampur fermipan. dan muncul gelembung yang bergerak naik dari larutan gula menuju ke air kapur. Semakin lama, gelembungnya semakin cepat dan gelembungnya semakin banyak. Pada air kapur ada sedikit gelembung dan ada sedikit endapan dibawah.

Setelah reaksi fermentasi diperoleh data bahwa, tabung A warnanya tetap coklat cappucino, setelah diukur suhunya menjadi 31°C, bau gula jawanya menjadi seperti bau tape, dan warna larutan kapur berubah menjadi coklat cappucino.

Reaksi yang terjadi :



Umpan Balik

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

Evaluasi

1. Keseluruhan enzim lengkap yang terdiri dari komponen protein dan komponen non protein disebut....
 - a. apoenzim
 - b. koenzim
 - c. kofaktor
 - d. holoenzim
2. Bagian dari enzim yang merupakan komponen non protein berupa molekul anorganik disebut...
 - a. Apoenzim
 - b. Koenzim
 - c. Kofaktor
 - d. holoenzim
3. Berikut yang merupakan contoh koenzim adalah....
 - a. A. Mg^{2+}
 - b. NAD^{+}
 - c. Fe^{2+}
 - d. Mn
4. Berikut yang merupakan salah satu sifat enzim adalah....
 - a. enzim dapat menaikkan energi aktivasi
 - b. enzim dapat berikatan dan dapat mengenal bermacam-macam substrat
 - c. enzim dapat menurunkan energi aktivasi
 - d. enzim merupakan reaktan dalam reaksi kimia metabolisme

5. Inhibitor kompetitif dalam enzim mempunyai sifat...
 - a. berikatan lemah dengan enzim pada sisi aktifnya
 - b. bentuknya menyerupai sisi aktif enzim
 - c. salah satu contohnya adalah pestisida DDT
 - d. strukturnya sangat berbeda dengan substrat

6. Yang pertama terbentuk pada proses fiksasi CO₂ adalah....
 - a. ATP
 - b. PGAL
 - c. PGA
 - d. Amilum

7. Sel ragi dapat melakukan fermentasi karena mengandung....
 - a. Alkohol
 - b. Enzim
 - c. Karbohidrat
 - d. Glukosa

8. Molekul yang bereaksi dalam suatu reaksi yang dikatalisis oleh enzim disebut....
 - a. fermentasi
 - b. substrat
 - c. fosforilasi
 - d. inhibitor

9. rangkaian reaksi kimia yang diawali oleh substrat awal dan diakhiri dengan produk akhir; yang terjadi di dalam sel disebut....
 - a. fermentasi
 - b. substrat
 - c. fosforilasi
 - d. metabolisme

10. Proses pembongkaran senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana disebut....
- Anabolisme
 - Katabolisme
 - Fototropisme
 - Metabolisme
11. Respirasi dan Fermentasi adalah contoh dari....
- Anabolisme
 - Katabolisme
 - Fototropisme
 - Metabolisme
12. Fotosintesis dan Kemosintesis adalah contoh dari....
- Anabolisme
 - Katabolisme
 - Fototropisme
 - Metabolisme
13. Pengertian respirasi anaerob meliputi pernyataan berikut ini, kecuali..
- Disebut pula fermentasi
 - Disebut pula respirasi intramolekul
 - Respirasi berlangsung tidak sempurna
 - Produk energi lebih banyak daripada respirasi aerob
14. Pada perangkat percobaan Ingenhousz dalam proses fotosintesis, airnya ditambah soda kue. Peranan soda kue tersebut adalah...
- Menambah kadar O₂ dalam air
 - Menambah CO₂ dalam air
 - Mengikat CO₂ dalam air
 - Menjaga kesegaran tumbuhan air

15. Karbon dioksida dibentuk dalam reaksi berikut, kecuali...
- Fermentasi
 - Pemanasan batu kapur
 - Pemanasan pada manusia
 - Fotosintesis tumbuhan hijau
16. ATP merupakan senyawa berenergi tinggi yang dapat dihasilkan melalui proses...
- Fotosintesis
 - Respirasi
 - Reproduksi
 - Pembusukan
17. Pada awal glikolisis terjadi fosforilasi yang berlangsung dengan bantuan...
- Enzim heksokinase dan ion Mg
 - Enzim enolase, enzim fosforilase dan ion Mg
 - Transfosforilase
 - Fosforilase
18. Dalam setiap proses kehidupan, selalu terjadi penyusunan senyawa sederhana menjadi senyawa kompleks. Proses tersebut dinamakan....
- Desimilasi
 - Anabolisme
 - Katabolisme
 - Respirasi
19. Sebelum proses pembentukan glukosa, pada peristiwa fotosintesis selalu didahului dengan pembentukan...
- Amilum
 - Adenosin difosfat
 - Asam fosfoglisarat
 - Fosfogliseraldehida

20. Bakteri nitrat merupakan bakteri autotrof karena dapat hidup
- Tanpa oksigen
 - Dari zat organik
 - Dari zat anorganik
 - Tanpa cahaya
21. Bakteri yang mampu mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik yang diperlukan oleh tubuh disebut
- Bakteri autotroph
 - Bakteri heterotroph
 - Bakteri aerob
 - Bakteri anaerob
22. Bakteri Azotobacter menyuburkan tanah karena dapat
- Mengubah senyawa anorganik menjadi organik
 - Mengikat N₂ bebas dari udara
 - Mengubah amoniak menjadi senyawa nitrat
 - Menggemburkan tanah
23. Proses yang digambarkan pada persamaan reaksi dibawah ini adalah ...
Glukosa -----> asam laktat + ATP
- Anabolisme
 - Fermentasi
 - Fotosintesis
 - Kemosintesis
24. Jenis respirasi yang dilakukan oleh Sacharomyces sp atau khamir adalah ...
- respirasi aerob
 - respirasi anaerob
 - fermentasi alcohol
 - fermentasi asam laktat

25. Fermentasi yang menghasilkan zat antara berupa CO_2 adalah ...
- Alcohol
 - Laktat
 - Asetat
 - Aspartat
26. Fermentasi merupakan suatu proses pemecahan molekul gula menjadi molekul yang lebih sederhana dengan menggunakan
- enzim dan oksigen
 - enzim tanpa oksigen
 - enzim
 - oksigen
27. Pada metabolisme glukosa, proses penguraian karbohidrat menjadi laktat tanpa melibatkan O_2 terjadi melalui peristiwa
- fermentasi
 - glikolisis
 - glikolisis anaerob
 - respirasi
28. Berikut ini merupakan hasil dari kegiatan metabolisme pada organisme hidup
- | | |
|-----------------|------------------|
| 1. ATP | 5. Etanol |
| 2. asam asetat | 6. O_2 |
| 3. asam piruvat | 7. CO_2 |
| 4. Glukosa | |
- pada fermentasi yang dilakukan *saccharomyces* diperoleh hasil
- 1, 4, dan 5
 - 1, 5, dan 7
 - 2, 4, dan 6
 - 3, 4, dan 7

29. Hasil yang diperoleh dari fermentasi asam laktat dan fermentasi alcohol masing-masing adalah...

- a. asam susu dan methanol
- b. asam laktat dan alcohol
- c. asam cuka dan fenol
- d. asam susu dan fenol

30. Sel ragi dapat melakukan fermentasi karena mengandung.....

- a. Alkohol
- b. Enzim
- c. Karbohidrat
- d. Glukosa

Kunci Jawaban Evaluasi

1. D	6. C	11. B	16. B	21. A	26. B
2. B	7. B	12. A	17. D	22. C	27. A
3. B	8. B	13. D	18. B	23. B	28. B
4. C	9. D	14. B	19. D	24. B	29. B
5. B	10. B	15. D	20. C	25. A	30. B

Penutup

Penyusunan modul Biologi menengah bagi guru dan tenaga kependidikan ini disusun sebagai pedoman bagi semua pihak terutama guru dan tenaga kependidikan yang terkait dengan pelaksanaan diklat. Melalui modul ini selanjutnya semua pihak terkait dapat menemukan kemudahan dalam mengikuti diklat PKB.

Dalam modul biologi menengah ini, penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan. Oleh karena itu kami mohon untuk diberikan kritik dan saran serta masukan.

Daftar Pustaka

Campbell, N.A. dan Reece, J.B. 2003. *Biology*. Edisi ke 5- Jilid 2. Wasmen Manalu., penerjemah, Erlangga, Jakarta.

Campbell, N.A. dan Reece, J.B. 2005. *Biology*. Edisi ke 7- San Fransisco: Pearson – Benjamin Cumming.

<http://id.wikipedia.org/wiki/berkas>: *Dekaying peach Small gof*

<http://id.wikipedia.org/wiki/enzim>

Irmaningtyas, 2013. *Biologi untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta. Erlangga.

Prawirohartono, S. 2002. *Buku Pelajaran Biologi XII*. Jakarta. Bumi Aksara.

Smpsma.com/simbion-jamur-dengan-organisme-lain.html

www.artikelsianana.com/2015/03/bakteri-merugikan-kerugian-dampak-bakteri.html

Glosarium

Apoenzim	: Bagian enzim yang berupa protein
Anabolisme	: Proses penyusunan senyawa kompleks (organik) dari senyawa sederhana dengan menggunakan energi.
Anaerob	: Kondisi yang tidak memerlukan oksigen
Askospora	Suatu spora seksual khas ascomycota
Askogonium	: Sel atau kelompok sel pada jamur ascomycotina
Autotrof	: Makhluk hidup yang dapat membuat makanan sendiri
Endospora	: Spora berdinding tebal yang terbentuk dalam sel bakteri dan berfungsi sebagai pertahanan diri bakteri
Haloenzim	: Enzim yang terikat dengan kofaktor
Inhibitor	Penghambat reaksi kerja enzim
Metagenesis	: Pergiliran keturunan antara generasi gametofit (penghasil gamet) dan sporofit (penghasil spora)
Plasmogami	: Peleburan sitoplasma pada proses fusi sel
Termoasidofil	: Hidup di daerah ekstrim dengan suhu di atas 60 – 80 °C

Bagian II

Kompetensi Pedagogik



Pendahuluan

A. Latar Belakang

Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, Pasal 1 angka 1 menyatakan bahwa “pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara”. Selanjutnya, Pasal 3 menegaskan bahwa pendidikan nasional “berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab”.

Fungsi dan tujuan pendidikan nasional tersebut menjadi parameter utama untuk merumuskan Standar Nasional Pendidikan. Standar Nasional Pendidikan “berfungsi sebagai dasar dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan pendidikan dalam rangka mewujudkan pendidikan nasional yang bermutu”. Standar Nasional Pendidikan terdiri atas 8 (delapan) standar, salah satunya adalah Standar Penilaian yang bertujuan untuk menjamin: a. perencanaan penilaian peserta didik sesuai dengan kompetensi yang akan dicapai dan berdasarkan prinsip-prinsip penilaian; b. pelaksanaan penilaian peserta didik secara profesional, terbuka, edukatif, efektif, efisien, dan sesuai dengan konteks sosial budaya; dan c. pelaporan hasil penilaian peserta didik secara objektif, akuntabel, dan informatif.

Hasil belajar peserta didik tidak selalu mudah untuk dinilai. Apalagi sesuai dengan amanat permendikbud 104 tahun 2013 penilaian mengukur tidak hanya pengetahuan tetapi juga keterampilan dan sikap. Tapi yang lebih

penting adalah apakah penilaian yang dilakukan sudah sesuai dengan tujuan penilaian? Untuk menjawab hal tersebut tentu kita harus memahami mengapa penilaian dilakukan dan manfaat apa yang didapat dari penilaian yang kita lakukan. Karena itu dalam modul ini dibahas tentang “Manfaat Penilaian”, bagaimana memanfaatkan hasil penilaian dan evaluasi untuk kepentingan pembelajaran termasuk sebagai informasi bagi guru, stake holder dan yang lebih penting bagi peserta didik.

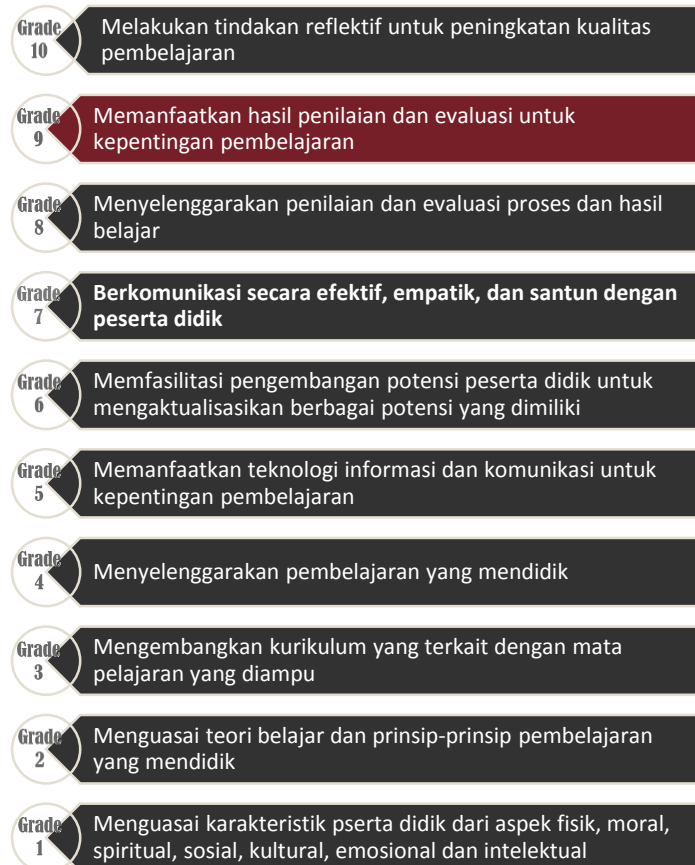
B. Tujuan

Pembahasan materi ini ditujukan untuk meningkatkan pengetahuan kemampuan pedagogis guru SMK pada khususnya yang berhubungan dengan pemanfaatan hasil penilaian dan evaluasi untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik.

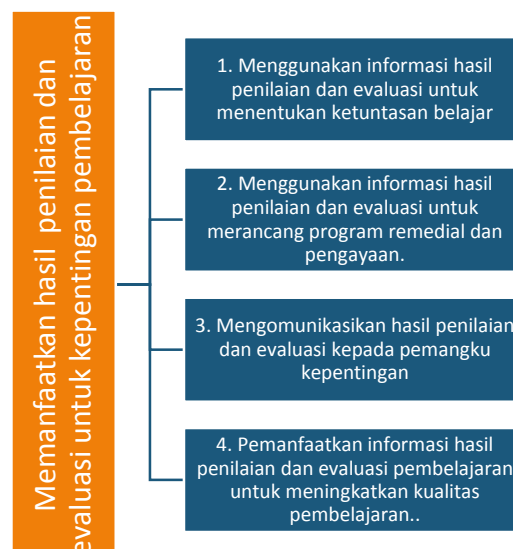
Diharapkan setelah menyelesaikan modul ini peserta diklat dapat:

1. Menggunakan informasi hasil penilaian dan evaluasi untuk menentukan ketuntasan belajar
2. Menggunakan informasi hasil penilaian dan evaluasi untuk merancang program remedial dan pengayaan.
3. Mengomunikasikan hasil penilaian dan evaluasi kepada pemangku kepentingan.
4. Pemanfaatkan informasi hasil penilaian dan evaluasi pembelajaran untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

C. Peta Kompetensi



Peta kompetensi **Memanfaatkan hasil penilaian dan evaluasi untuk kepentingan pembelajaran.**



D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi ajar **manfaat penilaian** adalah pemanfaatan hasil penilaian dan evaluasi untuk kepentingan pembelajaran yang meliputi:

1. Penggunaan informasi hasil penilaian dan evaluasi untuk menentukan ketuntasan belajar
2. Penggunaan informasi hasil penilaian dan evaluasi untuk merancang program remedial dan pengayaan.
3. Pengomunikasian hasil penilaian dan evaluasi kepada pemangku kepentingan.
4. Pemanfaatan informasi hasil penilaian dan evaluasi pembelajaran untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

E. Cara Penggunaan Modul

Materi ajar ini membahas pemanfaatan hasil penilaian dan evaluasi untuk kepentingan pembelajaran yang terbagi dalam dua kegiatan pembelajaran. Setiap kegiatan pembelajaran diawali dengan uraian mengenai tujuan dan indikator pencapaian kompetensi. Peserta pelatihan diharapkan memahami tujuan dan indikator pencapaian kompetensi setiap kegiatan pembelajaran terlebih dahulu agar dapat lebih fokus ketika membaca uraian materi.

Modul ini juga dilengkapi dengan latihan/kasus/tugas setelah uraian materi dan aktifitas pembelajaran. Agar tujuan pembelajaran tercapai dengan baik, peserta pelatihan diharapkan berusaha mengerjakan latihan/kasus/tugas yang ada sebelum menggunakan umpan balik dan kunci jawaban yang ada.



Kegiatan Pembelajaran 1



Kegiatan Pembelajaran 1

Penggunaan Informasi Hasil Penilaian dan Evaluasi

A. Tujuan

Setelah mempelajari materi tentang penggunaan informasi hasil penilaian dan evaluasi di kegiatan pembelajaran 1, peserta diharapkan mampu menggunakan informasi hasil penilaian dan evaluasi untuk menentukan ketuntasan belajar dan merancang program remedial dan pengayaan.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menggunakan informasi hasil penilaian dan evaluasi untuk menentukan ketuntasan belajar
 - 1.1. Menganalisis hasil penilaian pelajaran yang diampu
 - 1.2. Menyeleksi hasil penilaian dan evaluasi untuk menentukan ketuntasan belajar sesuai dengan proses dan hasil belajar pada mata pelajaran yang diampu
 - 1.3. Menemukan informasi hasil evaluasi pembelajaran pada mata pelajaran yang diampu sebagai bahan perbaikan untuk pembelajaran selanjutnya
 - 1.4. Merumuskan ketuntasan hasil belajar berdasarkan informasi hasil penilaian pada mata pelajaran yang diampu
2. Menggunakan informasi hasil penilaian dan evaluasi untuk merancang program remedial dan Pengayaan:
 - 2.1. Mengemukakan remedial dan pengayaan sebagai bagian dari tindak lanjut hasil pembelajaran
 - 2.2. Mengklasifikasikan hasil penilaian dan evaluasi pembelajaran terhadap peserta didik pada mata pelajaran yang diampu
 - 2.3. Membuat struktur program remedial dan pengayaan sesuai hasil penilaian dan evaluasi pada mata pelajaran yang diampu

- 2.4. Membuat rancangan program remedial dan pengayaan sebagai tindak lanjut dari hasil penilaian dan evaluasi pembelajaran pada mapel yang di ampu

C. Uraian Materi

1. Penggunaan informasi hasil penilaian dan evaluasi untuk menentukan ketuntasan belajar.

Penilaian dalam Permendikbud Nomor 104 Tahun 2014 adalah proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk mengukur pencapaian hasil peserta didik. Lebih lanjut dijelaskan bahwa penilaian hasil belajar oleh pendidik dilakukan untuk memantau proses, kemajuan belajar, dan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan.

Penilaian merupakan bagian dari proses pembelajaran. Laporan penilaian di sekolah adalah penting untuk pengajaran yang efektif dan untuk proses belajar peserta didik. Hal ini karena laporan tersebut menyimpulkan penilaian prestasi peserta didik, atau untuk mengetahui apa yang peserta didik tahu dan apa yang bisa mereka lakukan. Bagi peserta didik, proses belajar yang terbaik adalah bila kegiatan belajar dipilih secara hati-hati untuk membangun keterampilan yang telah mereka kembangkan dan menantang mereka untuk belajar hal-hal baru. Penilaian memberi guru informasi yang mereka butuhkan untuk merencanakan program belajar yang baik.

Guru menggunakan berbagai langkah dan pendekatan untuk mendapat informasi mengenai pencapaian peserta didik, apa yang mereka telah kuasai dan bagaimana mereka dapat membuat kemajuan lebih lanjut. Informasi penilaian dapat dikumpulkan dengan berbagai cara termasuk:

- Pengamatan guru mengenai apa yang dilakukan peserta didik setiap hari;
- Mengumpulkan sampel kerja peserta didik;
- Wawancara guru atau diskusi dengan peserta didik; dan
- Tes atau survei tertulis.



Gambar 1. 1 Contoh Portofolio Siswa

Sumber : www.profoliosrock.wordpress.com

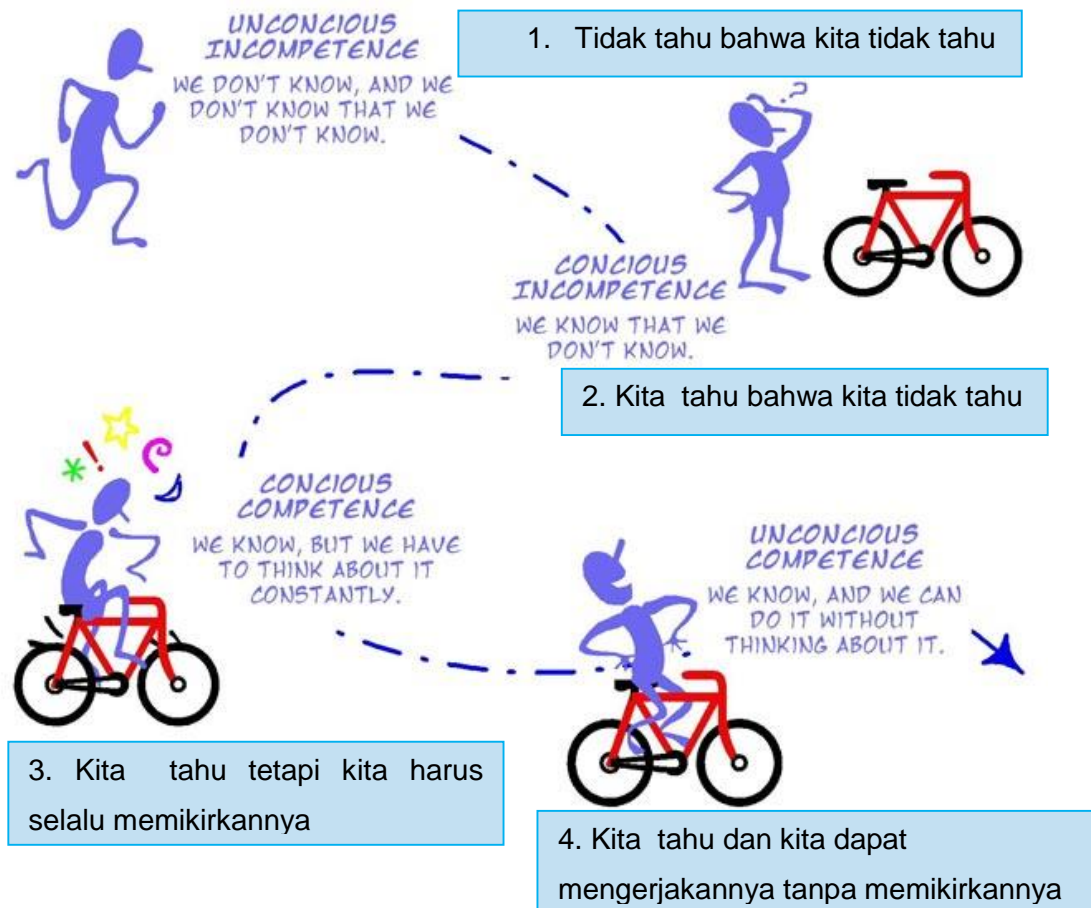
Guru menggunakan penilaian profesional mereka untuk menafsirkan dan menggunakan informasi ini. Hasil penilaian diharapkan dapat membantu peserta didik. Penilaian dapat memotivasi peserta didik untuk mengambil langkah-langkah pembelajaran berikutnya. Penilaian dan evaluasi juga berfungsi sebagai informasi untuk menentukan ketuntasan belajar peserta didik.

a. **Pembelajaran Tuntas**

Pembelajaran tuntas merupakan suatu pendekatan pembelajaran untuk memastikan bahwa semua peserta didik menguasai hasil pembelajaran yang diharapkan dalam suatu unit pembelajaran sebelum berpindah ke unit pembelajaran berikutnya. Pendekatan ini membutuhkan waktu yang cukup dan proses pembelajaran yang berkualitas. Menurut Bloom (1968) pembelajaran tuntas merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang difokuskan pada penguasaan peserta didik dalam suatu hal yang dipelajari.

Asumsi yang digunakan dalam pembelajaran tuntas yaitu jika setiap peserta didik diberikan waktu sesuai yang diperlukannya untuk mencapai suatu tingkat kompetensi, maka pada waktu yang sudah ditentukan dia akan mencapai tingkat kompetensi tersebut. Akan tetapi

jika tidak cukup waktu atau peserta didik tersebut tidak menggunakan waktu yang diperlukan, maka ia tidak akan mencapai tingkat kompetensi yang sudah ditentukan.



Gambar 1. 2 Mastery Learning Bloom

Keberhasilan belajar peserta didik ditentukan seberapa jauh peserta didik berusaha untuk mencapai keberhasilan tersebut. Menurut Brown dan Saks (1980) usaha belajar peserta didik mempunyai dua dimensi, yaitu:

1. Jumlah waktu yang dihabiskan peserta didik dalam suatu kegiatan belajar, dan
2. Intensitas keterlibatan peserta didik dalam kegiatan belajar tersebut.

Usaha belajar dan waktu merupakan dua hal yang tidak bisa dipisahkan untuk mencapai keberhasilan belajar. Jika kita mengatakan bahwa seorang peserta didik menghabiskan banyak waktu dalam belajar, biasanya yang dimaksud adalah bahwa peserta didik tersebut usahanya cukup kuat untuk mencapai keberhasilan belajar. Sebaliknya jika kita mengatakan bahwa seorang peserta didik menghabiskan sedikit waktu dalam belajar, maka bisa disimpulkan peserta didik tersebut lemah usahanya dalam mencapai keberhasilan belajar.

b. Menentukan Ketuntasan Belajar Berdasarkan Hasil Penilaian Dan Evaluasi

Ketuntasan belajar menurut Permendikbud 104 tahun 2014 adalah ketuntasan penguasaan substansi dan ketuntasan belajar dalam konteks kurun waktu belajar. Ketuntasan penguasaan substansi yaitu ketuntasan belajar KD yang merupakan tingkat penguasaan peserta didik atas KD tertentu pada tingkat penguasaan minimal atau di atasnya, sedangkan ketuntasan belajar dalam konteks kurun waktu belajar terdiri atas ketuntasan belajar dalam setiap semester, setiap tahun ajaran dan tingkat satuan pendidikan.

Ketuntasan belajar dalam satu semester adalah keberhasilan peserta didik menguasai kompetensi dari sejumlah mata pelajaran yang diikutinya dalam satu semester. Ketuntasan belajar dalam setiap tahun ajaran adalah keberhasilan peserta didik pada semester ganjil dan genap dalam satu tahun ajaran. Ketuntasan dalam tingkat satuan pendidikan adalah keberhasilan peserta didik menguasai kompetensi seluruh mata pelajaran dalam suatu satuan pendidikan untuk menentukan kelulusan peserta didik dari satuan pendidikan.

Nilai ketuntasan kompetensi sikap dituangkan dalam bentuk predikat, yaitu predikat sangat baik (SB), Baik (B), Cukup (C), dan Kurang (K). ketuntasan belajar untuk sikap (KD pada KI1 dan KI 2) ditetapkan dengan predikat Baik (B). sebagaimana tertera pada tabel berikut.

Tabel 1. Nilai Ketuntasan sikap

Nilai Ketuntasan Sikap (Predikat)
Sangat Baik (SB)
Baik (B)
Cukup (C)
Kurang (K)

Nilai kompetensi dan Keterampilan dituangkan dalam bentuk angka dan huruf, yakni 4,00 -1,00 untuk angka yang ekuivalen dengan huruf A sampai dengan D. Ketuntasan belajar untuk pengetahuan ditetapkan dengan skor rerata 2,67 untuk keterampilan ditetapkan dengan capaian optimum 2,67. Sebagaimana tertera pada tabel berikut.

Tabel 2. Nilai Ketuntasan Pengetahuan dan Keterampilan

Nilai Ketuntasan Pengetahuan dan Keterampilan	
Rentang Angka	Huruf
3,85 – 4,00	A
3,51 – 3,84	A-
3,18 – 3,50	B+
2,85 – 3,17	B
2,51 – 2,84	B-
2,18 – 2,50	C+
1,85 – 2,17	C
1,51 – 1,84	C-
1,18 – 1,50	D+
1,00 – 1,17	D

Dalam Permendikbud 104 tahun 2014 juga dicantumkan bahwa untuk mata pelajaran yang belum tuntas pada semester berjalan dituntaskan melalui pembelajaran remedi sebelum memasuki semester berikutnya.

Salah satu prinsip penilaian pada kurikulum berbasis kompetensi adalah menggunakan acuan kriteria, yakni menggunakan kriteria tertentu dalam menentukan kelulusan peserta didik. **Kriteria paling rendah untuk menyatakan peserta didik mencapai ketuntasan dinamakan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM).**

Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) harus ditetapkan sebelum awal tahun ajaran dimulai. Seberapapun besarnya jumlah peserta didik yang melampaui batas ketuntasan minimal, tidak mengubah keputusan pendidik dalam menyatakan lulus dan tidak lulus pembelajaran. Penilaian ini menggunakan pendekatan Penilaian Acuan Kriteria (PAK). PAK adalah penilaian yang dalam menginterpretasikan hasil pengukuran secara langsung didasarkan pada standar performansi tertentu yang ditetapkan. Penilaian Acuan Kriteria tidak diubah secara serta merta karena hasil empirik penilaian.

Kriteria ketuntasan minimal ditetapkan sesuai standar nasional seperti tercantum dalam Permendikbud nomor 104 tahun 2014 yang sudah dijabarkan sebelumnya. Kriteria ketuntasan menunjukkan persentase tingkat pencapaian kompetensi yang dinyatakan dengan angka maksimal 4 dengan skala 1 sampai 4, atau 100 (seratus) jika menggunakan skala 0 sampai dengan 100. Angka maksimal 100 merupakan kriteria ketuntasan ideal. Target ketuntasan secara nasional diharapkan mencapai minimal 2,67 atau jika dikonversi ke seratus sekitar 66,75. Satuan pendidikan dapat memulai dari kriteria ketuntasan minimal di bawah target nasional kemudian ditingkatkan secara bertahap.

Kriteria ketuntasan minimal menjadi acuan bersama pendidik, peserta didik, dan orang tua peserta didik. Oleh karena itu pihak-pihak yang berkepentingan terhadap penilaian di sekolah berhak untuk mengetahuinya. Satuan pendidikan perlu melakukan sosialisasi agar

informasi dapat diakses dengan mudah oleh peserta didik dan atau orang tuanya. Kriteria ketuntasan minimal harus dicantumkan dalam Laporan Hasil Belajar (LHB) sebagai acuan dalam menyikapi hasil belajar peserta didik.

Fungsi kriteria ketuntasan minimal:

1. Sebagai acuan bagi pendidik dalam menilai kompetensi peserta didik sesuai kompetensi dasar mata pelajaran yang diikuti. Setiap kompetensi dasar dapat diketahui ketercapaiannya berdasarkan KKM yang ditetapkan. Pendidik harus memberikan respon yang tepat terhadap pencapaian kompetensi dasar dalam bentuk pemberian layanan remedial atau layanan pengayaan;
2. Sebagai acuan bagi peserta didik dalam menyiapkan diri mengikuti penilaian mata pelajaran. Setiap kompetensi dasar (KD) dan indikator ditetapkan KKM yang harus dicapai dan dikuasai oleh peserta didik. Peserta didik diharapkan dapat mempersiapkan diri dalam mengikuti penilaian agar mencapai nilai melebihi KKM. Apabila hal tersebut tidak bisa dicapai, peserta didik harus mengetahui KD-KD yang belum tuntas dan perlu perbaikan;
3. Dapat digunakan sebagai bagian dari komponen dalam melakukan evaluasi program pembelajaran yang dilaksanakan di sekolah. Evaluasi keterlaksanaan dan hasil program kurikulum dapat dilihat dari keberhasilan pencapaian KKM sebagai tolok ukur. Oleh karena itu hasil pencapaian KD berdasarkan KKM yang ditetapkan perlu dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang peta KD-KD tiap mata pelajaran yang mudah atau sulit, dan cara perbaikan dalam proses pembelajaran maupun pemenuhan sarana prasarana belajar di sekolah;
4. Merupakan kontrak pedagogik antara pendidik dengan peserta didik dan antara satuan pendidikan dengan masyarakat. Keberhasilan pencapaian KKM merupakan upaya yang harus dilakukan bersama antara pendidik, peserta didik, pimpinan satuan pendidikan, dan orang tua. Pendidik melakukan upaya pencapaian KKM dengan

memaksimalkan proses pembelajaran dan penilaian. Peserta didik melakukan upaya pencapaian KKM dengan proaktif mengikuti kegiatan pembelajaran serta mengerjakan tugas-tugas yang telah didesain pendidik. Orang tua dapat membantu dengan memberikan motivasi dan dukungan penuh bagi putra-putrinya dalam mengikuti pembelajaran. Sedangkan pimpinan satuan pendidikan berupaya memaksimalkan pemenuhan kebutuhan untuk mendukung terlaksananya proses pembelajaran dan penilaian di sekolah;

5. Merupakan target satuan pendidikan dalam pencapaian kompetensi tiap mata pelajaran. Satuan pendidikan harus berupaya semaksimal mungkin untuk melampaui KKM yang ditetapkan. Keberhasilan pencapaian KKM merupakan salah satu tolok ukur kinerja satuan pendidikan dalam menyelenggarakan program pendidikan. Satuan pendidikan dengan KKM yang tinggi dan dilaksanakan secara bertanggung jawab dapat menjadi tolok ukur kualitas mutu pendidikan bagi masyarakat.

2. Menggunakan informasi hasil penilaian dan evaluasi untuk merancang program remedial dan pengayaan.

1. Pembelajaran Remedial

Remedial diartikan sebagai pengobatan, penawaran, serta penyembuhan yang berhubungan dengan perbaikan. Dalam pengertian yang lebih luas pengajaran remedial yaitu pengajaran yang bersifat kuratif (penyembuhan) dan atau korektif (perbaikan). Jadi pengajaran remedial merupakan bentuk khusus pengajaran yang bertujuan untuk menyembuhkan atau memperbaiki proses pembelajaran yang menjadi penghambat atau yang dapat menimbulkan masalah atau kesulitan belajar bagi peserta didik. Sedangkan menurut Prayitno (2008) remedial merupakan suatu bentuk bantuan yang diberikan kepada seseorang atau sekelompok peserta didik yang menghadapi masalah belajar dengan maksud untuk memperbaiki kesalahan - kesalahan dalam proses dan hasil belajar mereka.

Pembelajaran remedial adalah pemberian bantuan bagi peserta didik yang mengalami kesulitan atau kelambatan belajar. Pemberian

pembelajaran remedial meliputi dua langkah pokok, yaitu pertama mendiagnosis kesulitan belajar, dan kedua memberikan perlakuan (treatment) pembelajaran remedial.

Teknik yang dapat digunakan untuk mendiagnosis kesulitan belajar antara lain: tes prasyarat (prasyarat pengetahuan, prasyarat keterampilan), tes diagnostik, wawancara, pengamatan, dsb

Bentuk pelaksanaan pembelajaran remedial dapat dilakukan melalui:

- 1) Pemberian pembelajaran ulang dengan metode dan media yang berbeda jika jumlah peserta yang mengikuti remedial lebih dari 50%;
- 2) Pemberian tugas- tugas kelompok jika jumlah peserta yang mengikuti remedial lebih dari 20 % tetapi kurang dari 50%;
- 3) Pemberian bimbingan secara khusus, misalnya bimbingan perorangan jika jumlah peserta didik yang mengikuti remedial maksimal 20 %;

Pembelajaran remedial diakhiri dengan penilaian. Pembelajaran remedial dan penilaiannya dilaksanakan di luar jam tatap muka.

Dalam Permendikbud 104 tahun 2014 dijelaskan bahwa untuk mata pelajaran yang belum tuntas pada semester berjalan dituntaskan melalui pembelajaran remedi sebelum memasuki semester berikutnya.

Menurut Abu Ahmadi dan Widodo Suriono (1991) perbedaan antara pembelajaran biasa dengan remedial adalah:

Tabel 3. Perbedaan antara pembelajaran biasa dengan remedial

	Pembelajaran Biasa	Remedial
a	Program pembelajaran di kelas dan semua peserta didik ikut berpartisipasi	Dilakukan setelah ada kesulitan belajar kemudian diadakan pelayanan khusus
b	Untuk mencapai tujuan pembelajaran yang sudah ditetapkan sesuai dengan kurikulum yang berlaku dan sama untuk semua peserta didik	Tujuannya disesuaikan dengan kesulitan belajar peserta didik walaupun tujuan akhirnya sama

	Pembelajaran Biasa	Remedial
c	Metode pembelajaran sama untuk semua peserta didik	Metode disesuaikan dengan latar belakang kesulitan
d	Pembelajaran dilakukan oleh guru	Pembelajaran dilakukan oleh tim/kerjasama
e	Alat pembelajaran ditujukan untuk seluruh peserta didik di kelas	Alat pembelajaran lebih bervariasi
f	Pendekatan klasikal	Pendekatan individu
g	Evaluasi pembelajaran untuk seluruh peserta didik dikelas	Evaluasi pembelajaran disesuaikan dengan kesulitan yang dialami peserta didik

Pembelajaran remedial mempunyai banyak fungsi bagi peserta didik yang mengalami kesulitan belajar. Fungsi pembelajaran remedial antara lain yaitu :

- 1) fungsi korektif, adalah usaha untuk memperbaiki atau meninjau kembali sesuatu yang dianggap keliru. Pembelajaran remedial mempunyai fungsi korektif karena pembelajaran ini dilakukan dalam rangka perbaikan dalam proses pembelajaran.
- 2) fungsi pemahaman, dalam pelaksanaan remedial terjadi proses pemahaman terhadap pribadi peserta didik, baik dari pihak guru, pembimbing maupun peserta didik itu sendiri. Dalam hal ini guru berusaha membantu peserta didik untuk memahami dirinya dalam hal jenis dan sifat kesulitan yang dialami, kelemahan dan kelebihan yang dimiliki.
- 3) fungsi penyesuaian, dalam hal ini peserta didik dibantu untuk belajar sesuai dengan keadaan dan kemampuan yang dimilikinya sehingga tidak menjadikan beban bagi peserta didik. Penyesuaian beban belajar memberikan peluang bagi peserta didik untuk memperoleh prestasi belajar yang baik.

- 4) fungsi pengayaan, dalam hal ini guru berusaha membantu peserta didik mengatasi kesulitan belajar dengan menyediakan atau menambah berbagai materi yang tidak atau belum disampaikan dalam pembelajaran biasa.
- 5) fungsi akselerasi, yaitu usaha mempercepat pelaksanaan proses pembelajaran dalam arti menambah waktu dan materi untuk mengejar kekurangan yang dialami peserta didik.
- 6) fungsi terapeutik, karena secara langsung atau tidak remedial berusaha menyembuhkan beberapa gangguan atau hambatan peserta didik.

Pendekatan remedial menurut Sugihartono (2012) dibagi menjadi tiga yaitu :

- 1) Pendekatan kuratif, pendekatan ini dilakukan setelah program pembelajaran yang pokok selesai dilaksanakan dan dievaluasi, guru akan menjumpai beberapa bagian di peserta didik yang tidak mampu menguasai seluruh bahan yang telah disampaikan. Dalam hal ini guru harus mengambil sikap yang tepat dalam memberikan layanan bimbingan belajar yang disebut dengan pembelajaran remedial.
- 2) Pendekatan preventif, pendekatan ini diberikan kepada peserta didik yang diduga akan mengalami kesulitan belajar dalam menyelesaikan program yang akan ditempuh. Pendekatan preventif ini bertolak dari hasil pretes atau evaluative reflektif. Berdasarkan hasil pretes ini guru dapat mengklasifikasikan kemampuan peserta didik menjadi tiga golongan, yaitu peserta didik yang diperkirakan mampu menyelesaikan program sesuai dengan waktu yang disediakan, peserta didik yang diperkirakan akan mampu menyelesaikan program lebih cepat dari waktu yang ditetapkan, dan peserta didik diperkirakan akan terlambat atau tidak dapat menyelesaikan program sesuai waktu yang telah ditetapkan. Dari penggolongan ini maka teknik layanan yang dapat dilakukan meliputi kelompok belajar homogen, layanan individual dan layanan pembelajaran dengan kelas khusus.
- 3) Pendekatan pengembangan, pendekatan ini merupakan upaya diagnostik yang dilakukan guru selama berlangsungnya

pembelajaran. Sasarannya agar peserta didik dapat segera mengatasi hambatan - hambatan yang dialami selama mengikuti pembelajaran.

2. Program Pengayaan

Pengayaan adalah kegiatan tambahan yang diberikan kepada peserta didik yang telah mencapai ketuntasan belajar yang dimaksudkan untuk menambah wawasan atau memperluas pengetahuannya dalam materi pelajaran yang telah dipelajarinya. Disamping itu pembelajaran pengayaan bisa diartikan memberikan pemahaman yang lebih dalam dari pada sekedar standar kompetensi dalam kurikulum. Pengayaan dapat juga diartikan sebagai pengalaman atau kegiatan peserta didik yang melampaui persyaratan minimal yang ditentukan oleh kurikulum dan tidak semua peserta didik dapat melakukannya.

Program pengayaan merupakan kegiatan yang diperuntukkan bagi peserta didik yang memiliki kemampuan akademik yang tinggi yang berarti mereka adalah peserta didik yang tergolong cepat dalam menyelesaikan tugas belajarnya. Selain itu, Pembelajaran pengayaan merupakan pembelajaran tambahan dengan tujuan untuk memberikan kesempatan pembelajaran baru bagi peserta didik yang memiliki kelebihan sedemikian sehingga mereka dapat mengoptimalkan perkembangan minat, bakat dan kecakapan.

Sedangkan menurut Prayitno, kegiatan pengayaan merupakan suatu bentuk layanan yang diberikan kepada seorang atau beberapa orang peserta didik yang sangat cepat dalam belajar. Mereka memerlukan tugas-tugas tambahan yang terencana untuk menambah memperluas pengetahuan dan keterampilan yang telah dimilikinya dalam kegiatan pembelajaran sebelumnya.

Kegiatan pengayaan ini ada dua macam, yaitu ;

- 1) Pengayaan horizontal, yaitu upaya memberikan tugas sampingan yang akan memperkaya pengetahuan peserta didik mengenai materi yang sama.

- 2) Pengayaan vertikal, yaitu kegiatan pengayaan yang berupa peningkatan dari tingkat pengetahuan yang sedang diajarkannya ke tingkat yang lebih tinggi, sehingga peserta didik maju dari satuan pelajaran sedang yang diajarkan kesatuan pelajaran berikutnya menurut kemampuan dan kecerdasannya sendiri.

Bentuk Pelaksanaan Pembelajaran Pengayaan dapat dilakukan sebagai berikut:

- 1) **Belajar kelompok**, sekelompok peserta didik yang memiliki minat tertentu diberikan pembelajaran bersama pada jam–jam sekolah biasa, sambil mengikuti teman–temannya yang mengikuti pembelajaran remedial karena belum mencapai ketuntasan.
- 2) **Belajar mandiri**, yaitu secara mandiri peserta didik belajar mengenai sesuatu yang diminati.
- 3) **Pembelajaran berbasis tema**, yaitu memadukan kurikulum dibawah tema besar sehingga peserta didik dapat mempelajari hubungan antara berbagai disiplin ilmu.
- 4) **Pemadatan kurikulum**, yaitu pemberian pembelajaran hanya untuk kompetensi / materi yang belum diketahui peserta didik. Dengan demikian, tersedia waktu bagi peserta didik untuk memperoleh kompetensi/materi baru, atau bekerja proyek secara mandiri sesuai dengan kapasitas maupun kapabilitas masing–masing.

Tujuan pengayaan selain untuk meningkatkan pemahaman dan wawasan terhadap materi yang sedang atau telah dipelajarinya, juga agar peserta didik dapat belajar secara optimal baik dalam hal pendayagunaan kemampuannya maupun perolehan dari hasil belajar.

Kegiatan program pengayaan diawali dari kegiatan pembelajaran atau dengan penyajian pelajaran terlebih dahulu dengan mengacu kepada kriteria belajar tuntas. Pelaksanaan program pengayaan didasarkan pada hasil tes formatif atau sumatif yang fungsinya sebagai *feed back* bagi guru dalam rangka memperbaiki kegiatan pembelajaran,

Sebagai dasar diberikannya pembelajaran pengayaan, sebelumnya dapat dilakukan tindakan berikut ini:

- 1) Identifikasi kemampuan belajar berdasarkan jenis serta tingkat kelebihan belajar peserta didik misal belajar lebih cepat, menyimpan informasi lebih mudah, keingintahuan lebih tinggi, berpikir mandiri, superior dan berpikir abstrak, memiliki banyak minat;
- 2) Identifikasi kemampuan berlebih peserta didik dapat dilakukan antara lain melalui : tes IQ, tes inventori, wawancara, pengamatan, dsb

Dari hasil penilaian peserta didik akan terdapat dua kemungkinan : Bagi peserta didik yang taraf penguasaannya kurang dari 75% perlu diberikan perbaikan (*remedial teaching*). Bagi peserta didik yang taraf penguasaannya lebih dari 75% perlu diberikan pengayaan. Pelaksanaan pengayaan ini bisa dilakukan baik di dalam atau di luar jam tatap muka.

Pembelajaran pengayaan dapat pula dikaitkan dengan kegiatan penugasan terstruktur dan kegiatan mandiri tidak terstruktur. Penilaian hasil belajar kegiatan pengayaan, tentu tidak sama dengan kegiatan pembelajaran biasa, tetapi cukup dalam bentuk portofolio, dan harus dihargai sebagai nilai tambah (lebih) dari peserta didik yang normal.

Tim Pengembang Kurikulum sekolah yang selanjutnya disebut TPK sekolah adalah tim yang ditetapkan oleh kepala sekolah yang bertugas untuk merancang dan mengembangkan kurikulum, yang terdiri atas wakil kepala sekolah, pendidik, tenaga kependidikan, Guru BK/konselor, dan kepala sekolah sebagai ketua merangkap anggota.

Uraian Prosedur Kerja Pelaksanaan Pembelajaran Remedial dan Pengayaan:

- 1) Kepala sekolah menugaskan wakil kepala sekolah bidang kurikulum dan TPK sekolah menyusun rencana kegiatan dan rambu-rambu pelaksanaan pembelajaran remedial dan pembelajaran pengayaan.
- 2) Kepala sekolah memberikan arahan teknis tentang program remedial dan pengayaan yang sekurang-kurangnya mencakup:
 - a) Dasar pelaksanaan pembelajaran remedial dan pengayaan;

- b) Tujuan yang ingin dicapai dalam pelaksanaan pembelajaran remedial dan pengayaan;
 - c) Manfaat pembelajaran remedial dan pengayaan;
 - d) Hasil yang diharapkan dari pembelajaran remedial dan pengayaan
 - e) unsur yang terlibat dan uraian tugas dalam pelaksanaan pembelajaran remedial dan pengayaan
- 3) Wakil kepala sekolah bidang kurikulum bersama TPK sekolah menyusun rencana kegiatan dan rambu-rambu pelaksanaan pembelajaran remedial dan pengayaan sekurang-kurangnya berisi uraian kegiatan, sasaran/hasil, pelaksana, dan jadwal pelaksanaan.
 - 4) Kepala sekolah bersama wakil kepala sekolah bidang kurikulum /TPK sekolah dan guru/MGMP membahas rencana kegiatan dan rambu - rambu pelaksanaan pembelajaran remedial dan pengayaan.
 - 5) Kepala sekolah menandatangani rencana kegiatan dan rambu-rambu pelaksanaan pembelajaran remedial dan pengayaan.
 - 6) Guru/MGMP menentukan jenis program remedial atau pengayaan berdasarkan pencapaian kompetensi peserta didik dengan menggunakan analisis ketuntasan KKM, dengan acuan:
 - a) Program remedial jika pencapaian kompetensi peserta didik kurang dari nilai KKM,
 - b) Program pengayaan jika pencapaian kompetensi peserta didik lebih atau sama dengan nilai KKM;
 - 7) Guru/MGMP melaksanakan program pembelajaran pengayaan dan pembelajaran remedial berdasarkan klasifikasi hasil pencapaian kompetensi peserta didik.
 - 8) Guru/MGMP melaksanakan penilaian bagi peserta didik yang mengikuti program pengayaan yang hasilnya dimasukkan dalam portofolio.
 - 9) Guru/MGMP melaksanakan penilaian ulang bagi peserta didik yang mengikuti remedial dan hasilnya sebagai nilai pencapaian kompetensi peserta didik

D. Aktivitas Pembelajaran

Pertama-tama peserta diklat dibagi menjadi beberapa kelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari 5 orang. Masing-masing kelompok menyimak dan membaca Penggunaan hasil penilaian dan evaluasi. Selanjutnya peserta dalam kelompok berdiskusi untuk saling bertanya tentang materi yang sudah diberikan. Masing-masing kelompok diminta menggali informasi dari berbagai sumber untuk melengkapi informasi mengenai penggunaan hasil penilaian dan evaluasi. Dengan bantuan LK 1.

LK 1

(Analisis Kasus)

Kasus 1.

Pak Budi adalah guru Bahasa Indonesia di kelas X. Dari hasil akhir penilaian kelas pada KD 3.5 diketahui bahwa dari 30 peserta didik ada 6 orang peserta didik yang mendapat nilai dibawah 2,67, ada 15 peserta didik yang nilainya di atas 3.

Kasus 2

Pada pembelajaran KD 3. 6, Pak Budi, guru bahasa Indonesia di kelas X mendapatkan bahwa ada 20 peserta didik yang nilainya dibawah 2,67 , sementara sisanya di atas 2,67.

Analisis kasus diatas lalu uraikan dengan bantuan pertanyaan di bawah ini:

1. Hal-hal apa yang harus diperhatikan pak budi sebelum melakukan kegiatan remedi atau pengayaan?
2. Bentuk remedi atau pengayaan apa yang harus dilakukan oleh pak budi?
3. Apa yang harus pak Budi lakukan sebelum melanjutkan ke KD berikutnya pada kasus 1 dan kasus 2

Uraian **hasil** diskusi:

Kasus 1: -----

Kasus 2: -----

Selanjutnya kelompok menyusun presentasi hasil diskusi. Di akhir sesi setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi kelompok dan mencatat setiap saran dan pertanyaan dari kelompok lain untuk melengkapi laporan hasil diskusi kelompoknya. Fasilitator mendampingi dan memandu setiap kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh peserta diklat.

E. Latihan/ Kasus /Tugas

1. Uraikan konsep pembelajaran tuntas
2. Tentukan KKM untuk penilaian sikap, pengetahuan dan keterampilan untuk mapel ang anda ajarkan

3. Uraikan apa yang harus dilakukan agar siswa anda mencapai KKM tersebut, dan apa yang harus dilakukan bila siswa Anda tidak mencapai KKM tersebut.

F. Rangkuman

Penilaian dalam Permendikbud Nomor 104 Tahun 2014 adalah proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk mengukur pencapaian hasil peserta didik. Lebih lanjut dijelaskan bahwa penilaian hasil belajar oleh pendidik dilakukan untuk memantau proses, kemajuan belajar, dan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan.

Guru menggunakan penilaian profesional mereka untuk menafsirkan dan menggunakan informasi ini. Hasil penilaian diharapkan dapat membantu peserta didik. Penilaian dapat memotivasi peserta didik untuk mengambil langkah-langkah pembelajaran berikutnya. Penilaian dan evaluasi juga berfungsi sebagai informasi untuk menentukan ketuntasan belajar peserta didik.

Ketuntasan belajar dalam satu semester adalah keberhasilan peserta didik menguasai kompetensi dari sejumlah mata pelajaran yang diikutinya dalam satu semester. Ketuntasan belajar dalam setiap tahun ajaran adalah keberhasilan peserta didik pada semester ganjil dan genap dalam satu tahun ajaran. Ketuntasan dalam tingkat satuan pendidikan adalah keberhasilan peserta didik menguasai kompetensi seluruh mata pelajaran dalam suatu satuan pendidikan untuk menentukan kelulusan peserta didik dari satuan pendidikan.

Ketuntasan belajar untuk sikap (KD pada KI1 dan KI 2) ditetapkan dengan predikat Baik (B). Ketuntasan belajar untuk pengetahuan ditetapkan dengan skor rerata 2,67 untuk keterampilan ditetapkan dengan capaian optimum 2,67.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Kerjakan soal evaluasi no 1 sd 10, Cocokkan jawaban latihan Anda dengan kunci jawaban yang ada di bawah ini. Setiap jawaban yang tepat diberi skor 5. Jumlahkan jawaban benar yang Anda peroleh.

Gunakan rumus di bawah ini untuk mengukur tingkat penguasaan Anda terhadap Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Persentase tingkat penguasaan materi} = \frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{10} \times 100\%$$

Bila tingkat penguasaan materi 80% atau lebih, berarti Anda dapat melanjutkan ke Kegiatan Belajar selanjutnya. Tetapi bila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80 %, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum Anda kuasai.



Kegiatan Pembelajaran 2



Kegiatan Pembelajaran 2

Pemanfaatan Informasi Hasil Penilaian dan Evaluasi

A. Tujuan

Setelah mempelajari materi tentang penggunaan informasi hasil penilaian dan evaluasi di kegiatan pembelajaran 2 ini, peserta diharapkan mampu mengkomunikasikan hasil penilaian dan evaluasi kepada pemangku kepentingan dan memanfaatkannya untuk meningkatkan hasil pembelajaran.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

- a. Pengkomunikasian hasil penilaian dan evaluasi kepada pemangku kepentingan.
 - 1.1 Memutuskan hasil penilaian dan evaluasi pembelajaran yang diperoleh peserta didik pada mata pelajaran yang diampu
 - 1.2 Mentransfer hasil keputusan penilaian dan evaluasi pembelajaran mata pelajaran yang diampu pada pemangku kepentingan
- b. Pemanfaatan informasi hasil penilaian dan evaluasi pembelajaran untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.
 - 2.1 Menemukan manfaat hasil penilaian dan evaluasi pembelajaran
 - 2.2 Merumuskan tindakan perbaikan kualitas pembelajaran berdasarkan hasil penilaian dan evaluasi pembelajaran pada mapel yang diampu.
 - 2.3 Merencanakan program perbaikan pembelajaran sesuai hasil evaluasi pembelajaran pada mapel yang diampu untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

C. Uraian Materi

a. Pelaporan hasil penilaian

Hasil penilaian yang diperoleh peserta didik pada akhir semester dilaporkan dalam bentuk rapor. Rapor atau Laporan Pencapaian Kompetensi Peserta Didik ini menjadi dokumen resmi yang mencatat hasil capaian peserta didik selama proses pembelajaran di satuan pendidikan. Rapor harus memuat aspek-aspek pembelajaran peserta didik.

Pengembangan Laporan Pencapaian Kompetensi Peserta Didik pada dasarnya merupakan wewenang sekolah yang dikoordinasikan dengan Dinas Pendidikan Kabupaten/Kota. Namun demikian, pemerintah pusat dalam hal ini kementerian pendidikan dan kebudayaan membantu sekolah mengembangkan Laporan Pencapaian Kompetensi Peserta Didik yang dapat menjadi acuan bagi sekolah dalam penyusunan rapor.

Penilaian pendidikan pada jenjang pendidikan dasar dan menengah terdiri atas laporan hasil penilaian oleh pendidik yang berbentuk:

- 1) Nilai dan deskripsi pencapaian kompetensi, untuk hasil penilaian kompetensi pengetahuan dan keterampilan termasuk penilaian hasil pembelajaran tematik-terpadu.
- 2) Nilai dan deskripsi pencapaian kompetensi, untuk hasil penilaian kompetensi pengetahuan dan keterampilan termasuk penilaian hasil pembelajaran tematik-terpadu.
- 3) Deskripsi sikap, untuk hasil penilaian kompetensi sikap spiritual dan sikap sosial.

Penilaian oleh pendidik dilaksanakan secara berkesinambungan (terus-menerus) untuk memantau proses, kemajuan, dan perbaikan hasil dalam bentuk ulangan harian, ulangan tengah semester, ulangan akhir semester, dan ulangan kenaikan kelas. Penilaian oleh pendidik pada dasarnya digunakan untuk menilai pencapaian kompetensi peserta didik, dasar memperbaiki proses pembelajaran, dan bahan penyusunan laporan kemajuan Pencapaian Kompetensi peserta didik.

Laporan Pencapaian Kompetensi peserta didik merupakan dokumen penghubung antara sekolah dengan orang tua peserta didik maupun dengan pihak-pihak lain yang berkepentingan untuk mengetahui kompetensi peserta didik. Oleh karena itu, laporan Pencapaian Kompetensi peserta didik harus komunikatif, informatif, dan komprehensif (menyeluruh) sehingga dapat memberikan gambaran mengenai hasil belajar peserta didik dengan jelas dan mudah dimengerti.

Bentuk Laporan hasil pembelajaran yang dilakukan oleh pendidik sesuai Permendikbud nomor 104 tahun 2014 dalam bentuk sebagai berikut.

1. Pelaporan oleh Pendidik. Laporan hasil penilaian oleh pendidik dapat berbentuk laporan hasil ulangan harian, ulangan tengah semester, ulangan akhir semester.
2. Pelaporan oleh Satuan Pendidikan. Rapor yang disampaikan oleh pendidik kepada kepala sekolah/madrasah dan pihak lain yang terkait (misal: wali kelas, guru Bimbingan dan Konseling, dan orang tua/wali). Pelaporan oleh Satuan Pendidikan meliputi:
 - a) hasil pencapaian kompetensi dan/atau tingkat kompetensi kepada orangtua/wali peserta didik dalam bentuk buku rapor;
 - b) pencapaian hasil belajar tingkat satuan pendidikan kepada dinas pendidikan kabupaten/kota dan instansi lain yang terkait; dan
 - c) hasil ujian Tingkat Kompetensi kepada orangtua/wali peserta didik dan dinas pendidikan.
 - 1) Nilai Untuk Rapor Hasil belajar yang dicantumkan dalam Rapor berupa: untuk ranah sikap menggunakan skor modus 1,00 – 4,00 dengan predikat Kurang (K), Cukup (C), Baik (B), dan Sangat Baik (SB);
 - 2) untuk ranah pengetahuan menggunakan skor rerata 1,00 – 4,00 dengan predikat D – A.
 - 3) untuk ranah keterampilan menggunakan skor optimum 1,00 – 4,00 dengan predikat D – A.

b. Memberikan informasi kepada orang tua dan pihak-pihak yang berkepentingan (*stakeholder*)

Penilaian digunakan untuk pelaporan dan menggambarkan kemajuan belajar peserta didik kepada orang tua. Hal ini perlu dilakukan karena orang tua adalah partner guru dalam proses mendidik peserta didik, selain itu pelaporan itu sebagai bentuk tanggung jawab guru terhadap orangtua dan yang telah menitipkan anaknya di sekolah dan stake holder yang berkepentingan. Guru perlu mengumpulkan dan menginterpretasikan informasi yang valid dan dapat diandalkan untuk berbagi dengan orang tua. Guru membuat penilaian tentang prestasi dan kemajuan dengan melihat informasi penilaian yang telah mereka kumpulkan. Informasi yang dibagikan kepada orang tua ini termasuk:

- berbagi informasi tentang proses belajar dan prestasi peserta didik;
- melibatkan orang tua dan keluarga dalam keputusan-keputusan yang mempengaruhi proses belajar dan kesejahteraan anak; dan
- merayakan keberhasilan peserta didik.

Tujuan melibatkan orangtua dengan memberikan informasi hasil belajar peserta didik adalah karena orang tua yang memiliki peran besar dalam perkembangan anak sangat mempengaruhi motivasi peserta didik untuk belajar atau tidak belajar.

c. Memanfaatkan informasi hasil penilaian dan evaluasi pembelajaran untuk meningkatkan kualitas pembelajaran

Tersedianya informasi rinci tentang apa yang dikuasai dan dapat melakukan peserta didik menjadi dasar bagi guru untuk merespon kebutuhan belajar peserta didik. Data penilaian berkualitas tinggi dapat memberikan informasi yang diperlukan tersebut. Akan tetapi ada banyak hal lain yang diperlukan untuk meningkatkan praktek pengajaran agar memberikan dampak yang besar pada pembelajaran peserta didik.

Berikut kondisi yang diperlukan agar penggunaan data penilaian untuk memiliki dampak yang diharapkan menurut Timperley (2009):

- 1) Data memberikan informasi kurikulum yang relevan bagi guru,
- 2) Informasi harus dilihat oleh guru sebagai sesuatu yang memberikan informasi untuk pengajaran dan pembelajaran, bukan sekedar refleksi dari kemampuan masing-masing peserta didik dan yang akan digunakan untuk menyortir, menggolongkan dan memberi label pada peserta didik.
- 3) Guru harus memiliki pengetahuan yang cukup tentang makna data penilaian untuk membuat penyesuaian dalam praktek pembelajaran.
- 4) Kepala sekolah harus bisa melakukan diskusi dengan guru untuk membahas bersama makna data penilaian.
- 5) Guru perlu meningkatkan pengetahuan pedagogisnya agar dapat melakukan penyesuaian pada pengajarannya di kelas terkait dengan menanggapi informasi penilaian yang ada.
- 6) Kepala sekolah perlu tahu bagaimana untuk memimpin perubahan dalam pemikiran dan praktek pengajaran yang diperlukan bagi guru untuk menggunakan data penilaian.
- 7) Semua elemen di sekolah harus dapat terlibat dalam siklus sistematis - berdasarkan bukti untuk membangun pengetahuan yang relevan bagi keterampilan yang telah diidentifikasi di atas.

Gambar 2.1. Siklus penggalian sistematis dan pembangunan pemahaman guru untuk meningkatkan keberhasilan peserta didik



Proses penggalian yang diilustrasikan dalam Gambar 2.1 Siklus dimulai dengan mengidentifikasi pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan peserta didik untuk menjembatani kesenjangan antara pengetahuan dan keterampilan yang sudah mereka kuasai dan apa mereka perlu kuasai untuk memenuhi persyaratan kurikulum atau lainnya yang relevan. Informasi penilaian yang terkait kurikulum diperlukan untuk analisis kebutuhan belajar peserta didik yang lebih rinci. Jenis data ini lebih berguna lagi untuk mendiagnosis kebutuhan belajar peserta didik dibanding penilaian yang lebih terfokus pada mengidentifikasi prestasi normatif peserta didik, tetapi tidak terkait dengan kurikulum.

Asumsi sebelumnya adalah bahwa bila guru memiliki informasi seperti pada siklus di atas, mereka akan mampu menindaklanjutinya untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik.

Bagian selanjutnya dari siklus dalam pada Gambar 2.1 mengharuskan guru untuk memperdalam pengetahuan profesional dan memperbaiki keterampilan mereka.

Bagian akhir dari siklus pada Gambar 2.1 juga melibatkan pengetahuan tentang dan penggunaan Informasi penilaian. Mengingat konteks dimana guru bekerja cukup bervariasi, tidak ada jaminan bahwa suatu kegiatan tertentu akan memiliki hasil sesuai yang diharapkan, karena dampak tergantung pada konteks di mana perubahan itu terjadi. Penelitian yang dilakukan Timperley (Timperley et al., 2008) mengidentifikasi bahwa efektivitas perubahan tergantung pada pengetahuan dan keterampilan peserta didik, guru dan pemimpin mereka. Agar menjadi efektif, guru perlu menilai peserta didiknya dengan berbagai cara informal dan formal.

D. Aktivitas Pembelajaran

Pertama-tama peserta diklat dibagi menjadi beberapa kelompok dengan masing-masing kelompok terdiri dari 5 orang. Masing-masing kelompok menyimak dan membaca Penggunaan hasil penilaian dan evaluasi. Selanjutnya peserta dalam kelompok berdiskusi untuk saling bertanya tentang materi yang sudah diberikan. Selanjutnya masing-masing kelompok diminta menggali informasi dari berbagai sumber untuk melengkapi informasi mengenai penggunaan hasil penilaian dan evaluasi dengan bantuan LK 3

LK 2

(Diskusi Kelompok)

Elemen Dalam Raport

A. Elemen utama	Keterangan
1.	
1.	
2.	
3.	
4.	
B. Elemen Tambahan:	
1.	
2.	

Selanjutnya kelompok berdiskusi kembali dan menyusun presentasi hasil diskusi. Pada akhirnya setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi kelompok dan mencatat setiap saran dan pertanyaan dari kelompok lain untuk melengkapi laporan hasil diskusi kelompoknya. Fasilitator mendampingi dan memandu setiap kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh peserta diklat.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Jawablah Pertanyaan-Pertanyaan Berikut :

1. Mengapa guru dan satuan pendidikan harus membuat laporan penilaian?
2. Mengapa guru/satuan pendidikan harus menginformasikan hasil penilaian kepada orang tua peserta didik dan *stakeholder*?
3. Informasi apa saja dari hasil penilaian yang dibagikan kepada orang tua peserta didik?
4. Kondisi apa yang diperlukan agar penilaian dapat bermanfaat pada peningkatan proses pembelajaran selanjutnya?

F. Rangkuman

Rapor ini menjadi dokumen resmi yang mencatat hasil capaian peserta didik selama proses pembelajaran di satuan pendidikan. Bentuk Laporan hasil pembelajaran yang dilakukan oleh pendidik dalam bentuk sebagai berikut.

1. Pelaporan oleh Pendidik. Laporan hasil penilaian oleh pendidik dapat berbentuk laporan hasil ulangan harian, ulangan tengah semester, ulangan akhir semester.
2. Pelaporan oleh Satuan Pendidikan. Rapor yang disampaikan oleh pendidik kepada kepala sekolah/madrasah dan pihak lain yang terkait (misal: wali kelas, guru Bimbingan dan Konseling, dan orang tua/wali).

Guru perlu mengumpulkan dan menginterpretasikan informasi yang valid dan dapat diandalkan untuk berbagi dengan orang tua.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Kerjakan Evaluasi no 10 sd 15, Cocokkan jawaban latihan Anda dengan kunci jawaban yang ada di halaman terakhir. Setiap jawaban yang benar diberi skor 2. Jumlahkan jawaban benar yang Anda peroleh.

Gunakan rumus di bawah ini untuk mengukur tingkat penguasaan Anda terhadap Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Persentase tingkat penguasaan materi} = \frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{10} \times 100\%$$

Bila tingkat penguasaan materi 80% atau lebih, berarti Anda dapat melanjutkan ke Kegiatan Belajar selanjutnya. Tetapi bila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80 %, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas

Kegiatan Pembelajaran 1

1. Ketuntasan belajar menurut Permendikbud 104 tahun 2014 adalah ketuntasan penguasaan substansi dan ketuntasan belajar dalam konteks kurun waktu belajar. Ketuntasan penguasaan substansi yaitu ketuntasan belajar KD yang merupakan tingkat penguasaan peserta didik atas KD tertentu pada tingkat penguasaan minimal atau di atasnya, sedangkan ketuntasan belajar dalam konteks kurun waktu belajar terdiri atas ketuntasan belajar dalam setiap semester, setiap tahun ajaran dan tingkat satuan pendidikan.

2. Ketuntasan belajar untuk sikap (KD pada KI1 dan KI 2) ditetapkan dengan predikat Baik (B).

Ketuntasan belajar untuk pengetahuan ditetapkan dengan skor rerata 2,67 untuk keterampilan ditetapkan dengan capaian optimum 2,67.

3. Dalam Permendikbud 104 tahun 2014 juga dicantumkan bahwa untuk mata pelajaran yang belum tuntas pada semester berjalan dituntaskan melalui pembelajaran remedi sebelum memasuki semester berikutnya.

Kegiatan Pembelajaran 2

1. Penilaian oleh pendidik dilaksanakan secara berkesinambungan (terus-menerus) untuk memantau proses, kemajuan, dan perbaikan hasil dalam bentuk ulangan harian, ulangan tengah semester, ulangan akhir semester, dan ulangan kenaikan kelas. Penilaian oleh pendidik pada dasarnya digunakan untuk menilai pencapaian kompetensi peserta didik, dasar memperbaiki proses pembelajaran, dan bahan penyusunan laporan kemajuan Pencapaian Kompetensi peserta didik.

2. Karena laporan Pencapaian Kompetensi peserta didik merupakan dokumen penghubung antara sekolah dengan orang tua peserta didik maupun dengan pihak-pihak lain yang berkepentingan untuk mengetahui kompetensi peserta didik. Hal ini perlu dilakukan karena orang tua adalah

partner guru dalam proses mendidik peserta didik, selain itu pelaporan itu sebagai bentuk tanggung jawab guru terhadap orangtua dan yang telah menitipkan anaknya di sekolah dan stake holder yang berkepentingan.

3. Data memberikan informasi kurikulum yang relevan bagi guru,
 - a. Informasi harus dilihat oleh guru sebagai sesuatu yang memberikan informasi untuk pengajaran dan pembelajaran, bukan sekedar refleksi dari kemampuan masing-masing peserta didik dan yang akan digunakan untuk menyortir, menggolongkan dan memberi label pada peserta didik.
 - b. Guru harus memiliki pengetahuan yang cukup tentang makna data penilaian untuk membuat penyesuaian dalam praktek pembelajaran.
 - c. Kepala sekolah harus bisa melakukan diskusi dengan guru untuk membahas bersama makna data penilaian.
 - d. Guru perlu meningkatkan pengetahuan pedagogisnya agar dapat melakukan penyesuaian pada pengajarannya di kelas terkait dengan menanggapi informasi penilaian yang ada.
 - e. Kepala sekolah perlu tahu bagaimana untuk memimpin perubahandalam pemikiran dan praktek pengajaran yang diperlukan bagi guru untuk menggunakan data penilaian.
 - f. Semua elemen di sekolah harus dapat terlibat dalam siklus sistematis - berdasarkan bukti untuk membangun pengetahuan yang relevan bagi keterampilan yang telah diidentifikasi di atas.

Evaluasi

1. Penilaian Sikap

Penilaian Sikap menggunakan format penilaian sikap, dimana aspek yang dinilai adalah: Kerjasama, tanggungjawab dan Disiplin

2. Penilaian Keterampilan

Penilaian Keterampilan menggunakan format penilaian keterampilan, berupa penilaian portofolio dari tugas-tugas yang dikerjakan.

3. Penilaian Pengetahuan

Beri tanda silang (X) pada pilihan jawaban yang benar

1. Penilaian dilakukan untuk ...
 - a. Menentukan apakah peserta didik kita termasuk dalam kelompok yang cerdas atau kurang cerdas
 - b. Memantau proses, kemajuan belajar dan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan
 - c. Mendapatkan informasi sebagai bahan laporan performance guru selama mengajar
 - d. Prasyarat kelulusan peserta didik
2. Waktu penilaian adalah...
 - a. Pada akhir semester
 - b. Di awal semester
 - c. Selama proses pembelajaran
 - d. Di akhir tahun
3. Yang dimaksud dengan ketuntasan belajar adalah...
 - a. Peserta didik telah menyelesaikan masa pembelajarannya
 - b. Peserta didik menyelesaikan suatu unit pembelajaran atau suatu KD tertentu.
 - c. Peserta didik telah menguasai secara tuntas standar kompetensi atas KD tertentu pada tingkat penguasaan minimal atau di atasnya.
 - d. Peserta didik telah melewati masa pembelajaran dalam setiap semester, setiap tahun ajaran dan tingkat satuan pendidikan

4. Fungsi Kriteria Ketuntasan minimal diantaranya
 - a. Sebagai acuan bagi peserta didik dalam menyiapkan diri mengikuti penilaian pembelajaran.
 - b. Sebagai acuan bagi pengajar dalam memilah mana pembelajaran yang akan diberikan mana yang tidak perlu.
 - c. Untuk mencari tahu seberapa baik peserta didik mereka atau sejauh mana kesuksesan guru dalam mengajar
 - d. Dapat di rubah sesuai dengan hasil pencapaian peserta didik secara keseluruhan.
5. Remedial dilaksanakan..
 - a. Di dalam kelas selama waktu pembelajaran
 - b. Diluar jam pelajaran sebagai pelajaran tambahan
 - c. Di akhir semester
 - d. Di akhir tahun saat akan kenaikan kelas
6. Bila peserta didik yang harus menjalani remedial lebih dari 20% tetapi kurang dari 50% maka bentuk remedial yang dilakukan adalah...
 - a. Pemberian pembelajaran ulang dengan metode dan media yang berbeda
 - b. Pemberian tugas-tugas kelompok
 - c. Pemberian bimbingan secara khusus
 - d. Pemberian pengajar khusus dari luar sekolah
7. Pelaksanaan Remedi menurut Permendikbud 104 tahun 2014 adalah..
 - a. Diberikan pada semester berikutnya.
 - b. Diberikan di tahun ajaran berikutnya.
 - c. Diberikan sebelum memasuki semester berikutnya
 - d. Diberikan pada hari yang sama
8. Yang dimaksud dengan pengayaan vertikal adalah...
 - a. Memberikan tugas sampingan yang akan memperkaya pengetahuan peserta didik mengenai materi yang sama.
 - b. Agar peserta lebih menguasai bahan pelajaran dengan cara membuat ringkasan materi pelajaran.
 - c. Kegiatan pengayaan berupa peningkatan dari tingkat pengetahuan yang sedang diajarkan ke tingkat yang lebih tinggi.

- d. Menambah wawasan peserta didik yang berkaitan dengan mata pelajaran yang diberikan guru dengan cara membaca surat kabar atau buku-buku dipergustakaan dengan sumber-sumber belajar lain.
9. Penyusunan rencana kegiatan dan rambu-rambu pelaksanaan pembelajaran remedial dan pembelajaran pengayaan dikerjakan oleh...
- a. Guru
 - b. Kepala sekolah
 - c. Wakasek kurikulum
 - d. Komite
10. Pendekatan kuratif dalam remedial dilakukan dapat dilakukan dengan metode...
- a. Pengulangan dan Pengayaan
 - b. Pengulangan dan tindakan preventif
 - c. Pengayaan dan tindakan preventif
 - d. Pengulangan dan diagnostik.
11. Kondisi yang diperlukan agar penggunaan data penilaian peserta didik memiliki dampak adalah...
- a. Guru harus meningkatkan pengetahuan pedagogisnya agar dapat membuat penyesuaian dalam praktek mengajarnya.
 - b. Orangtua ikut berperan aktif dalam proses pembelajaran.
 - c. Sekolah memiliki fasilitas pembelajaran yang berteknologi tinggi.
 - d. Guru menguasai keterampilan IT yang tinggi.
12. Laporan tambahan yang diberikan kepada siswa berisi:
- a. Keterangan kemajuan secara umum dan daftar kesalahan siswa selama belajar
 - b. Catatan kekurangan siswa dan catatan kehadiran siswa
 - c. Catatan kehadiran siswa dan harapan-harapan siswa
 - d. Keterangan kemajuan secara umum dan catatan kehadiran siswa
13. Yang termasuk dalam siklus penggalan sistematis dan pembangunan pemahaman guru untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik adalah...
- a. Informasi penilaian terkait kurikulum
 - b. Pengetahuan dan keterampilan apa yang dimiliki sebagai guru
 - c. Prestasi normative peserta didik
 - d. Partisipasi kepala sekolah.

14. Data penilaian seperti apa yang diperlukan agar guru dapat membuat perubahan yang berarti dalam proses mengajarnya...
 - a. Data penilaian sikap
 - b. Data penilaian keterampilan
 - c. Data penilaian pengetahuan
 - d. Data penilaian secara rinci yang terkait dengan kurikulum.
15. Salah satu prinsip yang teridentifikasi dalam menggunakan informasi penilaian dan penggalan profesional adalah...
 - a. Keterlibatan kepala sekolah dalam proses penggalan penilaian
 - b. Pengetahuan dan keterampilan yang dikembangkan terintegrasi pada kegiatan yang rutin
 - c. Mempertanyakan kebutuhan siswa
 - d. Mempertimbangkan dampak apa yang ditimbulkan dari tindakan guru

Kunci Soal

Nomor	Jawaban yang benar
1	B
2	C
3	C
4	A
5	A
6	B
7	C
8	C
9	C
10	A
11	A
12	D
13	B
14	D
15	B

Penutup

Dari uraian pada kegiatan pembelajaran satu dan dua dapat disimpulkan bahwa salah satu manfaat informasi hasil penilaian dan evaluasi adalah untuk menentukan ketuntasan belajar peserta didik dan merancang program remedial dan pengayaan.

Salah satu yang paling penting dari penggunaan informasi hasil penilaian dan evaluasi adalah bagaimana pendidik memanfaatkan informasi ini untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dalam proses pembelajaran sehari-hari. Selain itu pendidik memiliki kewajiban untuk mengkomunikasikan hasil penilaian kepada orangtua dan pihak-pihak yang berkepentingan (*stakeholder*).

Setelah mempelajari modul ini diharapkan peserta pelatihan dapat memahami penggunaan hasil belajar dan evaluasi bagi perbaikan praktek mengajar yang pada akhirnya meningkatkan hasil belajar peserta didik. Hal ini tentunya tidak cukup berhenti sebatas teori dan pembelajaran saat pelatihan saja. Akan tetapi yang paling penting adalah komitmen guru untuk mempraktekannya dalam proses pembelajaran sehari-hari.

Daftar Pustaka

- Timperley, H. S. *Teacher professional learning and development*. International Academy of Education / International Bureau of Education, Netherlands: 2008
- AIS ACT, *Teacher's Guide to Assesment*, Catholic Education Office, Canberra:2011
- Anna Rif'atul Mahmudah, *Pelaksanaan Program Remedial dan Pengayaan dalam meningkatkan Prestasi belajar PAI peserta didik kelas VIII SMPN 5 Jogjakarta tahun pelajaran 2013/2014*, UIN Sunan Kalijaga Jogyakarta: 2014
- Brooks, Val, *Assesment in secondary schools*, Buckingham :Open University Press, 2002
- Journal Assessment in Primary Schools: A Guide for Parents (December 2008)*
30/11/2008
- Juknis Pembelajaran Tuntas, Remedial dan Pengayaan di SMA, Direktorat Pembinaan SMA, Jakarta: 2010
- M. Sobri, Sutikno. *Belajar dan pembelajaran*. Prospect.Bandung: 2009
- Moh.Uzer dan Lilis, *Upaya Optimalisasi Kegiatan Belajar Mengajar*, Remaja Rosdakarya, Bandung: 1993
- Muhibbin, syah. *Psikologi pendidikan dengan pendekatan baru*,Rosda Karya. Bandung: 2010 hal 174
- Saripudin, Wahyu, *Sistem Remedial dan Pengayaan dalam Pembelajaran*: UIN Sunan Gunung Djati, Bandung: 2012
- Robinson, V., Lloyd, C., & Rowe, K. 'The impact of leadership in student outcomes: An analysis of the differential effects of leadership types'. *Educational Administration Quarterly*, 44(5): 2008

Sudrajat, Akhmad, *Pengertian, fungsi, dan mekanisme penetapan kriteria ketuntasan minimal,(kkm)* diunduh dari :
<https://akhmadsudrajat.wordpress.com/2008/08/15/pengertian-fungsi-dan-mekanisme-penetapan-kriteria-ketuntasan-minimal-kkm/> pada tanggal 27 oktober 2015

Sugihartono, dkk. *Psikologi Pendidikan*, UNY Press, Yogyakarta: 2012

Sukiman, *Pengembangan Sistem Evaluasi*, Insan Madani Yogyakarta: 2012

Timperley, Helen, *Using assessment data for improving teaching practice*, University of Auckland: New Zealand: journal
research.acer.edu.au.(diunduh pada tgl 25 november 2015)

Glosarium

Pembelajaran tuntas :	pendekatan pembelajaran untuk memastikan bahwa semua peserta didik menguasai hasil pembelajaran yang diharapkan dalam suatu unit pembelajaran sebelum berpindah ke unit pembelajaran berikutnya.
Standar Nasional Pendidikan Standar Nasional Pendidikan (SNP):	Kriteria minimal tentang berbagai aspek yang relevan dalam pelaksanaan sistem pendidikan nasional dan harus dipenuhi oleh penyelenggara dan/atau satuan pendidikan di seluruh wilayah hukum Negara Kesatuan Republik Indonesia. Terdiri dari 8 SNP
Penilaian :	proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk mengukur pencapaian hasil peserta didik.
Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM):	Kriteria paling rendah untuk menyatakan peserta didik mencapai ketuntasan
Penilaian Acuan Kriteria (PAK):	penilaian yang dalam menginterpretasikan hasil pengukuran secara langsung didasarkan pada standar performansi tertentu yang ditetapkan.
Penilaian Acuan Norma (PAN):	penilaian yang menggunakan acuan pada rata-rata kelompok. Dengan demikian dapat diketahui posisi ke-mampuan siswa dalam kelompoknya.
Pengajaran remedial:	pengajaran yang bersifat kuratif (penyembuhan) dan atau korektif (perbaikan).
Pendekatan kuratif:	Pendekatan yang dilakukan setelah program pembelajaran yang pokok selesai dilaksanakan dan dievaluasi, guru akan menjumpai beberapa bagian di peserta didik yang tidak mampu menguasai seluruh bahan yang telah disampaikan.



DIREKTORAT JENDERAL
GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016