

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan : MAN 1 TULUNGAGUNG
Mata Pelajaran : BIOLOGI
Kelas/Semester : XII IPA/1 (satu)
Materi pokok : METABOLISME
Alokasi Waktu : 2 X 45 menit

I. Kompetensi Inti

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI 2 Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif dan pro-aktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI 3 Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

II. Kompetensi Dasar

1.1	Mengagumi keteraturan dan kompleksitas ciptaan Tuhan tentang reaksi kimia dalam tubuh manusia dan transformasi energi
1.2	Menyadari dan mengagumi pola pikir ilmiah dalam kemampuan mengamati bioproses.
1.3	Peka dan peduli terhadap permasalahan lingkungan hidup, menjaga dan menyayangi lingkungan sebagai manifestasi pengamalan ajaran agama yang dianutnya.
2.1	Berperilaku ilmiah: teliti, tekun, jujur terhadap data dan fakta, disiplin, tanggung jawab, dan peduli dalam observasi dan eksperimen, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, peduli lingkungan, gotong royong, bekerjasama, cinta damai, berpendapat secara ilmiah dan kritis, responsif dan proaktif dalam setiap tindakan dan dalam melakukan pengamatan dan percobaan di dalam kelas/laboratorium maupun di luar kelas/laboratorium.

2.2	Peduli terhadap keselamatan diri dan lingkungan dengan menerapkan prinsip keselamatan kerja saat melakukan kegiatan pengamatan dan percobaan di laboratorium dan di lingkungan sekitar.
3.2	Memahami peran enzim dalam proses metabolisme dan menyajikan data tentang proses metabolisme berdasarkan hasil investigasi dan studi literature untuk memahami proses pembentukan energi pada makhluk hidup.
4.2	Melaksanakan percobaan dan menyusun laporan hasil percobaan tentang cara kerja enzim, fotosintesis, respirasi anaerob secara tertulis dengan berbagai media.

III. Indikator

1.1	Siswa dapat Mengagumi keteraturan dan kompleksitas ciptaan Tuhan tentang reaksi kimia dalam tubuh manusia dan transformasi energy dengan selalu bersyukur kepada Tuhan dalam setiap kesempatan.
1.2	Siswa dapat menerapkan pola pikir ilmiah dalam kemampuan mengamati bioproses dalam kegiatan praktikum.
1.3	Siswa dapat peka dan peduli terhadap permasalahan lingkungan hidup, menjaga dan menyayangi lingkungan sebagai manisfestasi pengamalan ajaran agama yang dianutnya melalui kegiatan bakti lingkungan dalam laboratorium setelah kegiatan praktikum.
2.1	Berperilaku ilmiah: teliti, tekun, jujur terhadap data dan fakta, disiplin, tanggung jawab, dan peduli dalam observasi dan eksperimen, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, peduli lingkungan, gotong royong, bekerjasama, cinta damai, berpendapat secara ilmiah dan kritis, responsif dan proaktif dalam dalam setiap tindakan dan dalam melakukan pengamatan dan percobaan di dalam kelas/laboratorium maupun di luar kelas/laboratorium.
2.2	Peduli terhadap keselamatan diri dan lingkungan dengan menerapkan prinsip keselamatan kerja saat melakukan kegiatan pengamatan dan percobaan di laboratorium dan di lingkungan sekitar.
3.2	Siswa dapatMemahami peran enzim dalam proses metabolisme dan menyajikan data tentang proses metabolisme berdasarkan hasil investigasi dan studi literature untuk memahami proses pembentukan energi pada makhluk hidup. Menjelaskan pengertian metabolisme Menjelaskan jenis-jenis metabolisme Menjelaskan proses metabolisme Menemukan factor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim Mendeskripsikan fungsi enzim dalam metabolisme Mengidentifikasi ciri-ciri enzim
4.2	Siswa dapat melaksanakan percobaan tentang cara kerja enzim Siswa dapat menyusun laporan hasil percobaan tentang cara kerja enzim, fotosintesis, respirasi anaerob secara tertulis dengan berbagai media.

IV. Materi Pembelajaran

- o Metabolisme
 - o Kerja/fungsi enzim

Enzim berperan dalam reaksi biokimia didalam sel sebagai biokatalisator dan bekerja secara spesifik.
 - o Sifat dan faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim.
 - o Enzim bekerja pada suatu substrat yang bekerja spesifik, dan dipengaruhi oleh

suhu, pH, konsentrasi substrat/enzim, dll.

V. Pendekatan Pembelajaran : Kontekstual

Metode Pembelajaran : Kooperatif

Model Pembelajaran : *Cooperative Script* Tipe 3

Sintaks langkah-langkah model pembelajaran *Cooperative Script* (Dansereau, 1985)

1. Guru membagi peserta didik untuk berpasangan
2. Guru membagikan wacana/materi tiap peserta didik untuk dibaca dan membuat ringkasan
3. Guru dan peserta didik menetapkan siapa yang pertama berperan sebagai pembicara dan siapa yang berperan sebagai pendengar
4. Pembicara membacakan ringkasannya selengkap mungkin, dengan memasukkan ide-ide pokok dalam ringkasannya sementara pendengar:
5. Menyimak/mengoreksi/menunjukkan ide-ide pokok yang kurang lengkap
6. Membantu mengingatkan/menghafal ide-ide pokok dengan

Modifikasi langkah-langkah model pembelajaran *Cooperative Script* (Tipe 3)

1. Guru menulis topik pembelajaran
2. Guru menulis tujuan pembelajaran
3. Guru membagi peserta didik dalam 2 tipe kelompok yaitu A dan B. Masing-masing kelompok dalam tiap tipe beranggotakan 4 orang (A-1= 4 orang, A-2 = 4 orang dst, B-1= 4, B-2 = 4 orang, dst)
4. Masing-masing kelompok tipe A dan B mengerjakan kegiatan yang berbeda (Tipe A mengerjakan LKPD 1, Tipe B mengerjakan LKPD 2)
5. Guru memasang 1 peserta didik dari kelompok tipe A dengan 1 peserta didik dari kelompok tipe B
6. Guru dan peserta didik menetapkan siapa yang pertama berperan sebagai pembicara dan siapa yang berperan sebagai pendengar
7. Seorang peserta didik bertugas sebagai pembicara, yaitu menyampaikan tugas dan hasil tugasnya dan seorang peserta didik sebagai pendengar
8. Bertukar peran, yang semula sebagai pembicara berperan sebagai pendengar dan yang semula sebagai pendengar berperan sebagai pembicara
9. Guru meminta salah satu pasangan untuk mempresentasikan hasil kegiatannya
10. Diskusi kelas
11. Guru memberikan penguatan pada hasil diskusi

VI. Langkah-langkah Pembelajaran

No	Kegiatan	
	Guru	Peserta Didik
1	Kegiatan Awal o Memotivasi peserta didik dengan dengan Menyebutkan berbagai nama enzim o Melanjutkan pertanyaan ‘fungsi dan cara kerja enzim tersebut?’ o Menulis topik yang akan dipelajari yaitu Metabolisme Sel o Menyebutkan tujuan pembelajaran yang harus dicapai dalam belajar o Mengeksplorasi pengetahuan awal peserta didik melalui pertanyaan ‘Bagaimana kerja dari salah satu enzim?’ Mengamati • Melakukan percobaan mengunyah nasi sebanyak 32 kali kunyah dan merasakan sensasi manis pada nasi/karbohidrat lainnya. Menanya Siswa dimotivasi untuk membuat pertanyaan tentang: • Perubahan bahan makanan menjadi manis • Zat apa yang dirubah dan menjadi apa • Mengapa Hati ayam di tetesi H2O2 menjadi berbusa • Fungsi hati sebagai penawar racun	Menjawab pertanyaan guru (harapan guru, peserta didik menjawab salah satu nama enzim’) Menjawab pertanyaan guru (harapan guru, peserta didik menjawab ‘nama dan spesefik kerjanya Menulis topik yang akan dipelajari Menulis tujuan pembelajaran Menjawab pertanyaan guru (harapan guru, peserta didik dapat menjawab sesuai pengetahuan awal masing-masing yang mereka miliki)
	Kegiatan Inti	

- Menggali informasi tentang kerja enzim pada proses pencernaan di mulut, lambung dan usus duabelas jari (apa persamaan dan perbedaannya) untuk dapat menyimpulkan bahwa enzim memiliki sifat khas dan cara kerja tertentu.
- Melakukan percobaan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim katalase

o Membagi peserta didik dalam 2 tipe kelompok yaitu tipe A dan tipe B. Masing-masing kelompok beranggotakan 4 orang

o Membagikan LKPD 1 pada masing-masing peserta didik kelompok tipe A, dan LKPD 2 pada masing-masing peserta didik kelompok tipe B (*pembagian kelompok dan pembagian LKPD diberikan pada pertemuan sebelumnya, atau minimal 3 hari sebelum memasuki sub materi Faktor yang mempengaruhi kerja enzim*)

- o Guru memasangkan 1 peserta didik dari kelompok tipe A dengan 1 peserta didik dari kelompok tipe B
- o Guru dan peserta didik menetapkan siapa yang pertama berperan sebagai pembicara dan siapa yang berperan sebagai pendengar. Seorang peserta didik bertugas sebagai pembicara, yaitu menyampaikan kegiatan dan hasil kegiatannya dan seorang peserta didik sebagai pendengar.

o Guru meminta peserta didik bertukar peran, yang semula sebagai pembicara berperan sebagai pendengar dan yang semula sebagai pendengar berperan sebagai pembicara

Menetapkan peran, yaitu: Seorang sebagai pembicara Seorang sebagai pendengar Pembicara (dari kelompok tipe A) menyampaikan kegiatan dan hasil kegiatannya kepada pendengar (dari kelompok tipe B)

- Mendiskusikan hasil percobaan uji kerja enzim katalase dan mengkaitkan dengan sifat-sifat enzim dari hasil kajian literatur.
- Menyimpulkan tentang sifat, fungsi dan kerja enzim .

Bertukar peran, Pembicara (dari kelompok tipe B) menyampaikan kegiatan dan hasil kegiatannya kepada pendengar (dari kelompok tipe A)

	o Guru meminta salah satu pasangan untuk mempresentasikan hasil kegiatannya pada kegiatan diskusi kelas o Guru memberikan penguatan pada hasil diskusi (contoh dalam memberikan penguatan pada konsep-konsep penting dapat dilihat pada materi essensial) o Guru membimbing peserta didik menyusun kesimpulan Kesimpulan konseptual yang harus diperoleh peserta didik setelah proses pembelajaran di antaranya adalah: a. Cara kerja enzim b. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim c. Sifat-sifat enzim d. Fungsi enzim terhadap metabolisme e. Perbedaan istilah metabolisme,	Melaksanakan presentasi lisan dan diskusi Mencatat penguatan yang diterima dari guru Menyusun kesimpulan, mencatat kesimpulan
3	Kegiatan akhir/tindak lanjut Mengkomunikasikan Menyusun laporan hasil percobaan secara tertulis. Menugaskan peserta didik merangkum a. Cara kerja enzim b. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim c. Sifat-sifat enzim d. Fungsi enzim terhadap metabolisme e. Perbedaan istilah metabolisme, katabolisme dan anabolisme	Melaksanakan tugas guru
4	Penutup Penugasan akhir untuk pertemuan ke-2, berupa tugas rumah perorangan dan tugas kelompok, sebagai berikut: - <i>Tugas individu, dirumah membuat tape (fermentasi) dengan bahan nasi putih atau nasi merah/ubi jalar/kentang/singkong/gaplek, dsb.</i> - <i>Tugas kelompok: Merancang perangkat fermentasi gula di sekolah</i>	Melaksanakan tugas individu dan tugas kelompok di rumah.

VII. Media Pembelajaran

Alat/Bahan : Alat tulis, LCD/OHP, LKPD 1, dan LKPD 2

Sumber Belajar : Syamsuri, Istamar, dkk. 2007. *Biologi untuk SMA kelas XII semester 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga

VIII. Penilaian

- Penilaian proses belajar peserta didik
- Evaluasi (TERLAMPIR)

METABOLISME SEL

Sel merupakan unit kehidupan yang terkecil, oleh karena itu sel dapat menjalankan aktivitas hidup, di antaranya metabolisme.

Metabolisme adalah proses-proses kimia yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup/sel. Metabolisme disebut juga reaksi enzimatik, karena metabolisme terjadi selalu menggunakan katalisator enzim.

Berdasarkan prosesnya metabolisme dibagi menjadi 2, yaitu:

1. Anabolisme/Asimilasi/Sintesis,

yaitu proses pembentukan molekul yang kompleks dengan menggunakan energi tinggi.

Contoh : fotosintesis (asimilasi C)

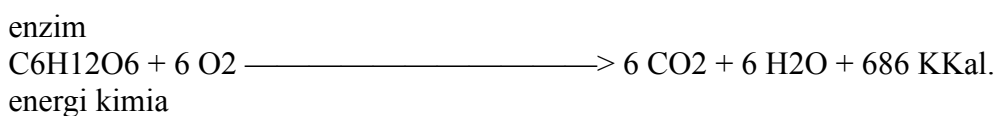


Pada kloroplas terjadi transformasi energi, yaitu dari energi cahaya sebagai energi kinetik berubah menjadi energi kimia sebagai energi potensial, berupa ikatan senyawa organik pada glukosa. Dengan bantuan enzim-enzim, proses tersebut berlangsung cepat dan efisien. Bila dalam suatu reaksi memerlukan energi dalam bentuk panas reaksinya disebut **reaksi endergonik**. Reaksi semacam itu disebut **reaksi endoterm**.

2. Katabolisme (Dissimilasi),

yaitu proses penguraian zat untuk membebaskan energi kimia yang tersimpan dalam senyawa organik tersebut.

Contoh:



Saat molekul terurai menjadi molekul yang lebih kecil terjadi pelepasan energi sehingga terbentuk energi panas. Bila pada suatu reaksi dilepaskan energi, reaksinya disebut **reaksi eksergonik**. Reaksi semacam itu disebut juga **reaksi eksoterm**.

MOLEKUL YANG TERLIBAT DALAM METABOLISME

1. ENZIM

Enzim merupakan biokatalisator / katalisator organik yang dihasilkan oleh sel. Struktur enzim terdiri dari:

- **Apoenzim**, yaitu bagian enzim yang tersusun dari protein, yang akan rusak bila suhu terlampaui panas (termolabil).
- **Gugus Prostetik (Kofaktor)**, yaitu bagian enzim yang tidak tersusun dari protein, tetapi dari ion-ion logam atau molekul-molekul organik yang disebut **KOENZIM**. Molekul gugus prostetik lebih kecil dan tahan panas (termostabil), ion-ion logam yang menjadi kofaktor berperan sebagai stabilisator agar enzim tetap aktif. Koenzim yang terkenal pada rantai pengangkutan elektron (respirasi sel), yaitu NAD (Nikotinamid Adenin Dinukleotida), FAD (Flavin Adenin Dinukleotida), SITO KROM.

Enzim mengatur kecepatan dan kekhususan ribuan reaksi kimia yang berlangsung di dalam sel. Walaupun enzim dibuat di dalam sel, tetapi untuk bertindak sebagai katalis tidak harus berada di dalam sel. Reaksi yang dikendalikan oleh enzim antara lain ialah respirasi, pertumbuhan dan perkembangan, kontraksi otot, fotosintesis, fiksasi, nitrogen, dan pencernaan.

Sifat-sifat enzim

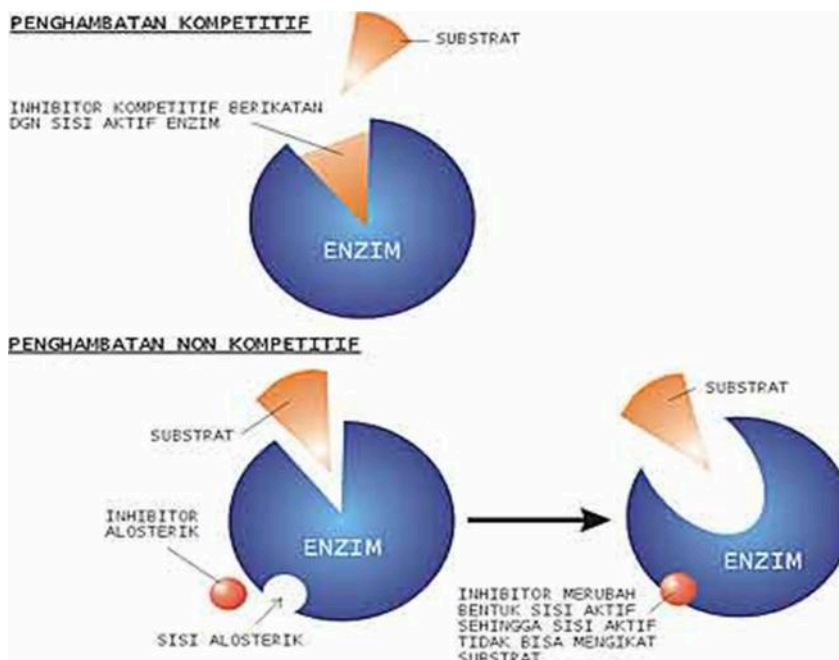
Enzim mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

1. Biokatalisator, mempercepat jalannya reaksi tanpa ikut bereaksi.
2. Thermolabil; mudah rusak, bila dipanasi lebih dari suhu 60° C, karena enzim tersusun dari protein yang mempunyai sifat thermolabil.
3. Merupakan senyawa protein sehingga sifat protein tetap melekat pada enzim.
4. Dibutuhkan dalam jumlah sedikit, sebagai biokatalisator, eaksinya sangat cepat dan dapat digunakan berulang-ulang.
5. Bekerjanya ada yang di dalam sel (endoenzim) dan di luar sel (ektoenzim), contoh ektoenzim: amilase, maltase.
6. Umumnya enzim bekerja mengkatalisis reaksi satu arah, meskipun ada juga yang mengkatalisis reaksi dua arah, contoh : lipase, mengkatalisis pembentukan dan penguraian lemak.

lipase

Lemak + H₂O —————> Asam lemak + Gliserol

7. Bekerjanya spesifik ; enzim bersifat spesifik, karena bagian yang aktif (permukaan tempat melekatnya substrat) hanya setangkup dengan permukaan substrat tertentu.
8. Umumnya enzim tak dapat bekerja tanpa adanya suatu zat non protein tambahan yang disebut **kofaktor**.



Gbr. Penghambatan Reversible terhadap kerja enzim

Pada reaksi enzimatis terdapat zat yang mempengaruhi reaksi, yakni **aktivator** dan **inhibitor**, **aktivator** dapat mempercepat jalannya reaksi, contoh aktivator enzim: ion Mg, Ca, zat organik seperti koenzim-A. Inhibitor akan menghambat jalannya reaksi enzim. Contoh inhibitor : CO, Arsen, Hg, Sianida.

2. ATP (Adenosin Tri Phosphat)

Molekul ATP adalah molekul berenergi tinggi. Merupakan ikatan tiga molekul fosfat dengan senyawa Adenosin. Ikatan kimianya labil, mudah melepaskan gugus fosfatnya meskipun digolongkan sebagai molekul berenergi

tinggi. Perubahan ATP menjadi ADP (Adenosin Tri Phosphat) diikuti dengan pembebasan energi sebanyak 7,3 kalori/mol ATP. Peristiwa perubahan ATP menjadi ADP merupakan reaksi yang dapat balik.

LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK KD. 2.1
FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KERJA ENZIM

A. PRAKTEK MANDIRI Skore maks : 65

I. JUDUL PERCOBAAN Skore maks : 2
Faktor yang mempengaruhi kerja enzim

II TUJUAN PERCOBAAN Skore maks : 5
Menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim

II ALAT DAN BAHAN Skore maks : 5
I.

1. Lima tabung reaksi

2. Pipet tetes

3. pembakar spritus

4. penjepit tabung

5. larutan H2O2
6. Hati ayam segar

7. pisau

8. pinset

9. satu rak tabung reaksi

IV. CARA KERJA / LANGKAH-LANGKAH Skore maks : 8

1. Siapkan tabung reaksi dan berilah label 1, 2, 3, 4 dan 5
2. ambillah 2 ml larutan H2O2 menggunakan pipet. Kemudian masukkan ke dalam setiap tabung.
3. potonglah hati sebanyak tiga potong dengan ukuran sama, mis. 1 cm x 1 cm.
4. rebuslah sepotong hati, kemudian dinginkan. Setelah dingin masukkan ke dalam tabung 1
5. masukkan sepotong hati segar ke dalam tabung 2
6. potonglah hati yang ketiga menjadi 2 bagian sama besar. Kemudian masukkan masukkan ke dalam tabung 3
7. masukkan sepotong hati segar ke dallam tabung 4 kemudian tetesi NaOH
8. masukkan sepotong hati segar ke dalam tabung 5 kemudian tetesi HCl
9. amatilah adanya reaksi pada kelima tabung. Jika terjadi reaksi enzimatis, akan terbentuk gelembung udara yang keluar dari larutan H2O2.

V. HASIL PENGAMATAN Skore maks : 20

Tabun g	Jaringan	Perlakua n	Banyak Gelembun g	Tingkat reaksi
1	Hati yang telah direbus			
2	Hati segar A			
3	Hati Segar B			
4	Hati segar + NaOH			
5	Hati segar + HCl			

Catatan : Isilah pada kolom tingkat dengan : tidak terjadi reaksi, reaksi lambat, dan reaksi cepat

VI. PEMBAHASAN dan PERTANYAAN

Skore maks

: 15

1. Pada tabung nomor berapakah tidak terjadi reaksi kimia? Mengapa demikian?
-
-
2. Pada tabung nomor berapakah terjadi reaksi kimia ? Mengapa demikian ?
-
-
3. Di antara tabung-tabung yang di dalamnya terjadi reaksi kimia, pada tabung manakah yang reaksi kimianya terjadi paling cepat ? Mengapa demikian?
-

VII. KESIMPULAN

Skore maks

: 10

.....

.....

N o.	Pengerjaan	Skore Maks	Skore diperoleh
1	Persiapan alat	3	
2	Penggunaan alat	10	
3	Kebenaran hasil uji	5	
4	Pembersihan alat	2	
JUMLAH		20	

B. PENILAIAN PROSES Pengerjaan

Skore maks

: 20

A. Pilihan Ganda

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat !

1. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat Reaksi sebagai berikut $C_6H_{12}O_6$ 

2 $C_2H_5OH + 2 CO_2$ tergolong peristiwa

- A. Metabolisme B. Anabolisme C. Katabolisme D. Kemosintesis
E. Asimilasi

2. Faktor-faktor berikut menghambat kerja enzim

- A. Suhu dan pH B. CN – dan CO
C. Zimogen dan proenzim D. CN - , CO dan narkotika
E. Suhu dan narkotika

3. Enzim katalase paling banyak dijumpai pada organ

- A. hati B. tulang C. jantung D. lambung E. paru-paru

4. Dibawah ini sifat-sifat enzim, kecuali

- A. Tidak aktif dibawah suhu 0 oC
B. Bekerja optimal pada suhu tinggi
C. Enzim adalah suatu protein
D. Berfungsi sebagai katalisator dalam metabolisme
E. Bekerjanya spesifik

5. Pereoksida (H_2O_2) dalam sel berbahaya maka diuraikan menjadi

- A. Uap air
B. oksigen
C. karbondioksida
D. uap air dan karbon dioksida
E. uap air dan oksigen

A. Essai

1. Tuliskan pengertian Metabolisme ?
2. Apakah perbedaan antara anabolisme dengan katabolisme ?
3. Tuliskan dan jelaskan sifat-sifat enzim !
4. Apa saja faktor yang mempengaruhi kerja enzim ?

Rubrik Jawaban Evaluasi KD. 2.1

B. Pilihan Ganda

No	Jawaban	Skor
1	C	2
2	D	2
3	A	2
4	B	2
5	E	2
Total skor		10

C. Essai

No	Jawaban	Skor
1	Metabolisme adalah proses-proses kimia yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup/sel. Metabolisme disebut juga reaksi enzimatis, karena metabolisme terjadi selalu menggunakan katalisator enzim	5
2	Anabolisme yaitu proses pembentakan molekul yang kompleks dengan menggunakan energi tinggi. Katabolisme yaitu proses penguraian zat untuk membebaskan energi kimia yang tersimpan dalam senyawa organik tersebut.	10
3	■ Biokatalisator, mempercepat jalannya reaksi tanpa ikut bereaksi. ■ Thermolabil; mudah rusak, bila dipanasi lebih dari suhu 60° C, karena enzim tersusun dari protein yang mempunyai sifat thermolabil. ■ Merupakan senyawa protein ■ Dibutuhkan dalam jumlah sedikit, ■ Umumnya enzim bekerja mengkatalisis reaksi satu arah, ■ Bekerjanya spesifik ; enzim bersifat spesifik, karena bagian yang aktif ■ Umumnya enzim tak dapat bekerja tanpa adanya suatu zat non protein	10
4	■ Suhu ■ pH ■ jumlah substrat / konsentrasi substrat	5
Skor total		30

Skor yang diperoleh

Nilai =

x 100

Total skor maksimal

(40)

Nilai:

.....

No.	Sikap	Kriteria	Hasil Pengamatan	
			Ya	Tidak
1	Jujur	1. Melaporkan data sesuai dengan kenyataan/sesuai dengan apa yang diamati. 2. Menyampaikan pendapat disertai data konkret/data yang diamati.		
2	Disiplin	1. Mengerjakan tugas sesuai waktu yang ditetapkan. 2. Mengumpulkan hasil pekerjaan tepat waktu.		
3	Tanggung jawab	1. Melaksanakan tugas yang diberikan oleh guru. 2. Menyelesaikan pekerjaan sampai tuntas.		
4	Peduli lingkungan	1. Membersihkan meja dan kursi yang ditempatinya/meja dan kursi yang ditempati dalam keadaan bersih/ rapi. 2. Menata/menempatkan kembali alat/bahan/buku/sumber belajar lainnya dengan rapi atau menempatkan kembali pada tempat semula.		
5	Kerjasama	1. Menghargai pendapat teman 2. Mengambil bagian dalam kerja kelompok		
Skor maksimum				

Catatan:
 Nilai = $\frac{\text{Skor perolehan}}{10} \times 100\%$

NILAI:

Peniaian Sikap

No.	Sikap	Kriteria	Hasil Pengamatan	
			Ya	Tidak
1	Jujur	3. Melaporkan data sesuai dengan kenyataan/sesuai dengan apa yang diamati. 4. Menyampaikan pendapat disertai data konkret/data yang diamati.		
2	Disiplin	3. Mengerjakan tugas sesuai waktu yang ditetapkan. 4. Mengumpulkan hasil pekerjaan tepat waktu.		
3	Tanggung jawab	3. Melaksanakan tugas yang diberikan oleh guru. 4. Menyelesaikan pekerjaan sampai tuntas.		
4	Peduli lingkungan	3. Membersihkan meja dan kursi yang ditempatinya/meja dan kursi yang ditempati dalam keadaan bersih/ rapi. 4. Menata/menempatkan kembali alat/bahan/buku/sumber belajar lainnya dengan rapi atau menempatkan kembali pada tempat semula.		
5	Kerjasama	3. Menghargai pendapat teman 4. Mengambil bagian dalam kerja kelompok		
Skor maksimum				

Catatan:
 Nilai = $\frac{\text{Skor perolehan}}{10} \times 100\%$

NILAI:

LEMBAR PENGAMATAN AKTIVITAS KERJASAMA KELOMPOK

Siklus ke :
Materi Pokok :
Hari, tanggal :

PETUNJUK PENGISIAN

- 1. Pengamat duduk dekat kelompok yang diamati
- 2. Pengamatan ditujukan pada dua kelompok yang telah ditentukan untuk pengamatan aktivitas siswa
- 3. Pengamatan dimulai sejak siswa berada dalam kelompoknya.
- 4. Pengamat dapat memberikan tanda cek (V) pada baris aktivitas kerjasama yang terjadi sesuai dengan kolom waktu seperti pada aktivitas siswa.

No	Aktivitas kerja kelompok	Kelompok																							
		Nama				Nama				Nama				Nama				Nama				Nama			
1	Berada dalam tugas																								
2	Mengambil giliran dan Berbagi tugas																								
3	Bertanya																								
4	Mendengarkan dengan aktif																								
5	Memberikan dan menghargai kontribusi																								

Tugas Proyek

1. Buatlah rancangan proyek untuk membuat tabel data hasil identifikasi perbedaan proses katabolisme, anabolisme, respirasi anaerob, respirasi aerob, fotointesis dan kemosintesis
2. Tentukan sumber informasi yang dapat kalian dapatkan untuk melengkapi data terkait tugas proyek.
3. Lakukan tugas proyek ini secara berkelompok (kelompok sesuai dengan kelompok belajar di kelas).
4. Laporkan hasil yang kamu peroleh dalam suatu laporan yang sistematis meliputi:
 - a. Judul
 - b. Tujuan proyek
 - c. Alat dan bahan
 - d. Cara kerja
 - e. Hasil yang diperoleh, sertakan gambar hasil mengumpulkan data serta data-data lainnya yang relevan
 - f. Kesimpulan

Lampiran 5

Format Penilaian Proyek

Hari/Tanggal :
Nama Kelompok :
Anggota Kelompok :
Kelas :
Lama Pengerjaan Proyek :

No.	Aspek	Hasil Penilaian		
		Baik (Skor 3)	Cukup (Skor 2)	Kurang (Skor 1)
1	PERENCANAAN :			
	a. Merumuskan judul b. Menentukan tujuan c. Menentukan sumber informasi d. Memilih sumber informasi			
2	PELAKSANAAN			
	a. Menggunakan alat dan bahan untuk menyajikan data lengkap dan informatif b. Memonitor/mengamati secara periodik data yang diperoleh dari berbagai sumber informasi c. Melakukan pengecekan dengan pengamatan terhadap berbagai sumber informasi d. Menyajikan hasil pengumpulan data dalam bentuk tabel dan gambar yang komunikatif e. Mencatat data-data yang relevan			
3	LAPORAN PROYEK			
	a. Kelengkapan sistematika			

	b. Tingkat keberhasilan dalam mendata terkait tugas proyek c. Kelengkapan data dan hasil pendataan tugas proyek			
Skor Maksimum				36

Nilai = $\frac{\text{Skor Perolehan}}{36} \times 100$

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan : SMAN 1 BLITAR
Mata Pelajaran : BIOLOGI
Kelas/Semester : XII IPA/1 (satu)
Materi pokok : METABOLISME
Alokasi Waktu : 2 X 45 menit

IX. Kompetensi Inti

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI 2 Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif dan pro-aktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI 3 Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

X. Kompetensi Dasar

1.1	Mengagumi keteraturan dan kompleksitas ciptaan Tuhan tentang reaksi kimia dalam tubuh manusia dan transformasi energi
1.2	Menyadari dan mengagumi pola pikir ilmiah dalam kemampuan mengamati bioproses.
1.3	Peka dan peduli terhadap permasalahan lingkungan hidup, menjaga dan menyayangi lingkungan sebagai manifestasi pengamalan ajaran agama yang dianutnya.
2.1	Berperilaku ilmiah: teliti, tekun, jujur terhadap data dan fakta, disiplin, tanggung jawab, dan peduli dalam observasi dan eksperimen, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, peduli lingkungan, gotong royong, bekerjasama, cinta damai, berpendapat secara ilmiah dan kritis, responsif dan proaktif dalam setiap tindakan dan dalam melakukan pengamatan dan percobaan di dalam kelas/laboratorium maupun di luar kelas/laboratorium.

2.2	Peduli terhadap keselamatan diri dan lingkungan dengan menerapkan prinsip keselamatan kerja saat melakukan kegiatan pengamatan dan percobaan di laboratorium dan di lingkungan sekitar.
3.2	Memahami peran enzim dalam proses metabolisme dan menyajikan data tentang proses metabolisme berdasarkan hasil investigasi dan studi literature untuk memahami proses pembentukan energi pada makhluk hidup.
4.2	Melaksanakan percobaan dan menyusun laporan hasil percobaan tentang cara kerja enzim, fotosintesis, respirasi anaerob secara tertulis dengan berbagai media.

XI. Indikator

1.1	Siswa dapat Mengagumi keteraturan dan kompleksitas ciptaan Tuhan tentang reaksi kimia dalam tubuh manusia dan transformasi energy dengan selalu bersyukur kepada Tuhan dalam setiap kesempatan.
1.2	Siswa dapat menerapkan pola pikir ilmiah dalam kemampuan mengamati bioproses dalam kegiatan praktikum.
1.3	Siswa dapat peka dan peduli terhadap permasalahan lingkungan hidup, menjaga dan menyayangi lingkungan sebagai manisfestasi pengamalan ajaran agama yang dianutnya melalui kegiatan bakti lingkungan dalam laboratorium setelah kegiatan praktikum.
2.1	Berperilaku ilmiah: teliti, tekun, jujur terhadap data dan fakta, disiplin, tanggung jawab, dan peduli dalam observasi dan eksperimen, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, peduli lingkungan, gotong royong, bekerjasama, cinta damai, berpendapat secara ilmiah dan kritis, responsif dan proaktif dalam dalam setiap tindakan dan dalam melakukan pengamatan dan percobaan di dalam kelas/laboratorium maupun di luar kelas/laboratorium.
2.2	Peduli terhadap keselamatan diri dan lingkungan dengan menerapkan prinsip keselamatan kerja saat melakukan kegiatan pengamatan dan percobaan di laboratorium dan di lingkungan sekitar.
3.2	Siswa dapatMemahami peran enzim dalam proses metabolisme dan menyajikan data tentang proses metabolisme berdasarkan hasil investigasi dan studi literature untuk memahami proses pembentukan energi pada makhluk hidup. Menjelaskan pengertian metabolisme Menjelaskan jenis-jenis metabolisme Menjelaskan proses metabolisme Menemukan factor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim Mendeskripsikan fungsi enzim dalam metabolisme Mengidentifikasi ciri-ciri enzim
4.2	Siswa dapat melaksanakan percobaan tentang cara kerja enzim Siswa dapat menyusun laporan hasil percobaan tentang cara kerja enzim, fotosintesis, respirasi anaerob secara tertulis dengan berbagai media.

II. Materi Ajar

Katabolisme adalah proses pemecahan molekul kompleks menjadi molekul sederhana dengan bantuan enzim. Pada proses ini dihasilkan energi sehingga disebut juga sebagai reaksi eksergonik. Katabolisme terjadi pada respirasi aerob dan respirasi anaerob. Pada reaksi aerob terdapat beberapa tahap reaksi, yaitu glikolisis, siklus Krebs, dan transpor elektron. Respirasi anaerob dikenal dengan fermentasi, misalnya fermentasi alkohol dan fermentasi asam laktat.

III. Langkah-Langkah Pembelajaran

Pertemuan

Ke-7

A. Kegiatan Awal (waktu: 10 menit)

Apersepsi: Guru bertanya mengapa makanan, misalnya nasi, daging, dan susu sering dikatakan sebagai sumber energi? Bagaimana tubuh dapat mengubah makanan menjadi energi? Siswa diminta menanggapi pertanyaan-pertanyaan tersebut.

Mengamati

- Menonton video/gambar tentang aktivitas yang memerlukan dan menghasilkan energi.
- Mengkaji literatur tentang katabolisme karbohidrat, protein dan lemak.

Menanya

Siswa dimotivasi untuk membuat pertanyaan tentang

- Proses biologis yang terjadi?
- Reaksi kimia dalam proses biologis?
- Sumber energi untuk kegiatan biologis?
- Macam-macam energi

B. Kegiatan Inti (waktu: 70 menit)

1. Guru memulai dengan menjelaskan pernapasan yang setiap hari kita lakukan merupakan salah satu peristiwa yang termasuk dalam katabolisme. Siswa diminta menyebutkan proses-proses dalam tubuh yang termasuk dalam katabolisme.

Mengumpulkan Data (Eksperimen Eksplorasi)

- Diskusi tentang proses katabolisme (respirasi aerob dan fermentasi) menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya.
- Membandingkan kedua proses dan menyimpulkan apa kelebihan dan kekurangan antara kedua proses di atas.
- Melakukan percobaan fermentasi alkohol oleh jamur *Saccharomyces cereviceae* bagaimana prosesnya dan apa bahan serta hasilnya.
- Diskusi tentang penerapan proses katabolisme dalam kehidupan.
- melakukan observasi pasar untuk mengidentifikasi produk-produk yang menerapkan proses katabolisme.(fermentasi)
- diskusi tentang katabolisme Protein dan lemak

2. Selanjutnya, guru meminta siswa membuat bagan sederhana tentang proses dalam respirasi aerob yang memiliki tahapan-tahapan, yaitu glikolisis, siklus Krebs, dan transpor elektron.

Mengasosiasikan

- Mengolah data hasil percobaan, dan menyimpulkan tentang proses katabolisme.
- Mengkaitkan penerapan proses katabolisme dengan produk-produk makanan, minuman, obat-obatan/suplement dan melaporkan dalam bentuk tabel.
- Menjawab permasalahan dalam kehidupan yang berkaitan dengan proses metabolisme, misalnya pada orang diit karbohidrat dengan menggantikannya dengan protein.

3. Guru meminta siswa untuk meringkas proses respirasi aerob dengan reaksi yang terjadi pada setiap tahapan, akseptor, dan banyaknya energi yang dihasilkan

dengan membuat tabel seperti berikut.

Tahapan Respirasi	Tempat Reaksi	Akseptor	Banyaknya Energi (ATP)
Glikolisis			
Siklus Krebs			
Transpor elektron			

Mengkomunikasikan

- Menyusun laporan hasil percobaan fermentasi.
- Tabel produk yang menerapkan proses katabolisme.

C. Kegiatan Akhir (waktu: 10 menit)

1. Guru mengarahkan siswa untuk dapat menyimpulkan tahapan dalam respirasi aerob lengkap dengan macam akseptor dan banyaknya energi yang terbentuk.
2. Guru meminta siswa mengumpulkan tugas membuat tabel ringkasan tahapan pada respirasi aerob dalam buku tugas.

Pertemuan Ke-8

A. Kegiatan Awal (waktu: 10 menit)

Apersepsi: Guru mengingatkan kembali tahap-tahap reaksi aerob dengan memberi pertanyaan-pertanyaan yang singkat. Selanjutnya, guru memancing minat siswa untuk mempelajari reaksi anaerob dengan bertanya mengapa tapai yang belum jadi apabila terlanjur terkena udara (O2) tidak akan pernah menjadi tapai dengan sempurna?

B. Kegiatan Inti (waktu: 70 menit)

1. Guru meminta siswa berdiskusi, kemudian menjelaskan tentang respirasi anaerob yang terjadi pada makhluk hidup.
2. Selanjutnya, siswa diminta menjelaskan perbedaan respirasi yang melakukan tahapan transpor elektron dan yang tidak. Siswa diminta menyebutkan banyaknya energi yang terbentuk pada keduanya.
3. Guru memberikan tema diskusi, misalnya mengapa seseorang yang tidak biasa melakukan olahraga, apabila melakukannya untuk pertama kali maka tubuh akan terasa sangat pegal dan kelelahan? Siswa diminta untuk mendiskusikan dengan temannya.

C. Kegiatan Akhir (waktu: 10 menit)

1. Guru meminta siswa menyimpulkan perbedaan respirasi aerob dan anaerob.
2. Guru meminta siswa untuk mengumpulkan laporan diskusinya.
3. Guru meminta siswa mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk Unjuk Kerja 2.2, halaman 38.

Pertemuan Ke-9

A. Kegiatan Awal (waktu: 10 menit)

Apersepsi: Guru bertanya tentang kesiapan alat dan bahan yang diperlukan untuk Unjuk

Kerja 2.2, halaman 38, dan mengajak siswa untuk menuju ke laboratorium. B. Kegiatan Inti (waktu: 70 menit)

1. Guru memberikan penjelasan singkat tentang cara kerja dari kegiatan tersebut.
2. Guru juga menjelaskan bahwa laporan kerja praktikum harus dibuat oleh setiap siswa meskipun bekerja secara berkelompok.
3. Siswa diminta mengamati dan menentukan zat yang dihasilkan pada proses fermentasi.

C. Kegiatan Akhir (waktu: 10 menit)

1. Siswa diminta segera mengumpulkan laporan kerja praktikum (dalam bentuk portofolio).
2. Guru meminta siswa untuk mempelajari Unjuk Kerja 2.3 untuk pertemuan berikutnya.

Pertemuan Ke-10

A. Kegiatan Awal (waktu: 10 menit)

Apersepsi: Guru bertanya kepada siswa tentang alat dan bahan yang diperlukan untuk Unjuk

Kerja 2.3, halaman 39, dan mengajak siswa untuk menuju ke laboratorium. B. Kegiatan Inti (waktu: 70 menit)

1. Guru menunjuk beberapa siswa untuk memberikan penjelasan singkat tentang cara kerja dari kegiatan tersebut.
2. Guru menjelaskan bahwa laporan kerja praktikum harus dibuat oleh setiap siswa meskipun bekerja secara berkelompok.
3. Guru meminta siswa menunjukkan cara membuat makanan atau minuman melalui proses fermentasi.

C. Kegiatan Akhir (waktu: 10 menit)

Siswa diminta segera menyelesaikan laporan kerja praktikum.

Pertemuan Ke-11

A. Kegiatan Awal (waktu: 10 menit)

Apersepsi: Guru bertanya, "Apakah perbedaan antara katabolisme dan anabolisme?"

Mengamati

- Melihat tayangan animasi /gambar/ diagram pemanfaatan energi matahari oleh tumbuhan.
- Mengkaji berbagai sumber tentang bahan, proses, tempat berlangsung serta hasil dari fotosintesis.
- Mengkaji berbagai sumber tentang sintesis lemak dan protein (kemosintesis)

Menanya

Siswa dimotivasi untuk membuat pertanyaan tentang

- Fungsi cahaya dalam proses fotosintesis?
- Hasil fotosintesis?
- Proses fotosintesis?
- Peranan klorofil
- Penyusunan lemak dan protein

B. Kegiatan Inti (waktu: 70 menit)

1. Siswa diminta menyebutkan contoh anabolisme.
2. Siswa diminta berdiskusi tentang fotosintesis dengan tahapan-tahapannya.
3. Guru meminta siswa mencari informasi tentang beberapa ahli yang melakukan percobaan untuk membuktikan fotosintesis.

Mengumpulkan Data (Eksperimen/Ekplorasi)

- Melakukan berbagai percobaan fotosintesis (Ingenhouze. Sachs).
- Melakukan diskusi kelas / kelompok tentang hasil percobaan dikaitkan dengan konsep tentang bahan, proses, tempat berlangsung serta hasil fotosintesis.

4. Siswa diminta untuk meringkas tahapan yang terjadi pada fotosintesis pada buku tugas untuk dikumpulkan.

Mengasosiasikan

- Mendiskusikan dan menganalisis data hasil percobaan.
- Menarik kesimpulan hasil percobaan dan hasil diskusi
- Mendiskusikan tentang sintesis lemak dan protein

Mengkomunikasikan

- Presentasi hasil diskusi kelompok
- Menyusun laporan hasil eksperimen

C. Kegiatan Akhir (waktu: 10 menit)

1. Guru mengarahkan siswa agar dapat menyimpulkan tahapan dalam fotosintesis.

IV. Metode

Pembelajaran Metode

yang digunakan: A.

Tanya jawab

B. Praktikum

C. Penugasan

V. Sumber/Bahan Pembelajaran

Sumber/bahan pembelajaran berupa:

A. Buku *Sains Biologi 3A*, Henny Riandari, 2007, Tiga Serangkai, Solo, 2007, halaman 30–50.

B. Lingkungan berupa: kedelai, singkong, daun pisang, stoples, ragi tape, ragi tempe.

C. Laboratorium, berupa peralatan seperti: beker gelas, pipa kaca bengkok (huruf L), pembakar spiritus (busen), dan perlengkapannya.

VI. Penilaian

Penilaian meliputi:

A. Sikap siswa saat proses pembelajaran (ranah afektif).

B. Hasil belajar berupa:

1. Laporan kerja praktikum (ranah psikomotor dan kognitif).
2. Kuis (ranah kognitif).
3. Portofolio (ranah kognitif dan psikomotor).
4. Laporan observasi (ranah kognitif).

PERTANYAAN	PILIHAN JAWABAN
1. Pada percobaan Ingenhousz dibuktikan bahwa fotosintesis memerlukan	a. pemecahan
2. Oksigen yang dihasilkan selama fotosintesis berasal dari	air b. stroma
3. Pembentukan ATP pada proses fotosintesis berlangsung di	c. bakteri klorofil
4. Pada fosforilasi nonsiklik terjadi pemecahan molekul air, dibebaskan oksigen, dan hidrogen diikat oleh akseptor yang berupa	d. matriks
5. Tahap awal terjadinya fotosintesis adalah	mitokondria e.
6. Spektrum cahaya yang paling efisien untuk fotosintesis adalah	cahaya
7. Mikroorganisme autotrof yang dapat memanfaatkan energi matahari untuk fotosintesis adalah	f.
8. Salah satu zat yang dihasilkan fotosintesis adalah oksigen yang terbentuk pada reaksi	merah
9. Tahapan dalam proses respirasi sel yang paling banyak menghasilkan ATP adalah	g.
10. Pada rangkaian respirasi sel, daur Krebs berlangsung di	NADP
	h. transpor
	elektron i. terang
	j. air

Pertanyaan Jawaban

Kunci: 1-e, 2-j, 3-b, 4-g, 5-a, 6-f, 7-c, 8-i, 9-h, 10-d

TOPIK PRAKTIKUM

FOTOSINTESIS

I. TUJUAN

- 1. Membuktikan bahwa proses fotosintesis membutuhkan klorofil dan cahaya, serta menghasilkan karbohidrat (amilum)
- 2. Membuktikan bahwa fotosintesis menghasilkan O₂
- 3. Mengetahui pengaruh cahaya terhadap aktivitas fotosintesis

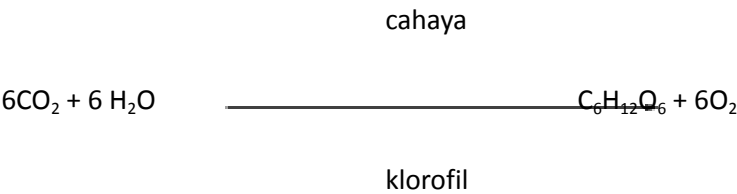
II. KOMPETENSI

- 1. Dapat menjelaskan proses fotosintesis melalui percobaan sederhana
- 2. Dapat membuktikan bahwa proses fotosintesis membutuhkan klorofil dan cahaya, serta menghasilkan karbohidrat (amilum), dan menghasilkan O₂
- 3. Dapat menjelaskan pengaruh lingkungan (cahaya) terhadap aktivitas fotosintesis

III. DASAR TEORI

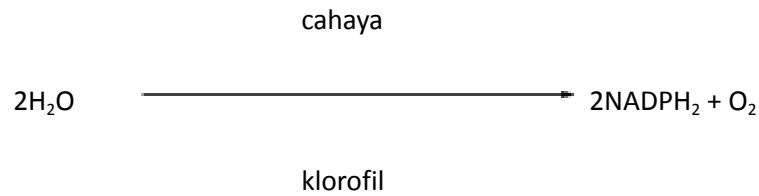
Suatu sifat fisiologi yang hanya dimiliki oleh tumbuhan ialah kemampuannya untuk menggunakan zat karbon dari udara untuk diubah menjadi bahan organik serta diasimilasikan di dalam tubuh tanaman. Peristiwa ini hanya berlangsung jika ada cukup cahaya, oleh karena itu asimilasi karbondisebut juga fotosintesis. Jadi fotosintesis adalah suatu proses dimana zat-zat anorganik H₂O dan CO₂ oleh klorofil diubah menjadi zat organik karbohidrat dengan pertolongan sinar, dan melalui perantara pigmen hijau daun (klorofil) yang terletak dalam organel kloroplas pada sitoplasma.

Proses fotosintesis dapat dirumuskan dalam persamaan reaksi sebagai berikut.



Persamaan reaksi tersebut diperoleh dari dua tahap reaksi fotosintesis yaitu

- 1. Tahap reaksi terang atau fotolisis atau reaksi Hill, merupakan tahap yang peka cahaya tetapi tidak tergantung suhu.



2. Tahap reaksi gelap atau fiksasi CO₂ atau reaksi Blackman, merupakan tahap yang peka cahaya tetapi bergantung suhu.



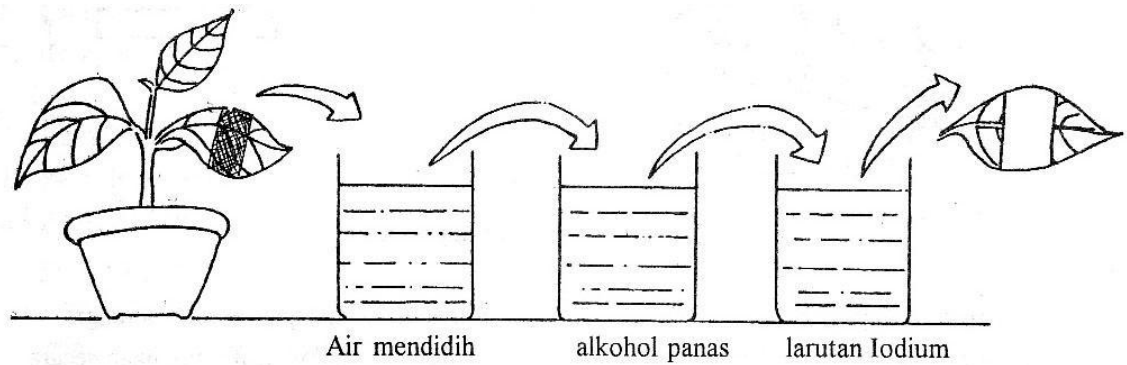
Ilmuwan-ilmuwan yang telah membuktikan kebenaran reaksi fotosintesis adalah :

1. Ingenhousz (1799), membuktikan bahwa pada fotosintesis dilepaskan O₂,
2. Engelmann (1822), membuktikan bahwa klorofil merupakan suatu faktor keharusan dalam proses fotosintesis,
3. Sachs (1860), membuktikan pada fotosintesis terbentuk karbohidrat (amilum),
4. Hill (1937), berhasil mengikuti kegiatan kloroplas yang telah dipisahkan dari sel hidup.

Kloroplas sel itu jika disinari lampu mampu menghasilkan O₂ asal tersedia penampung elektron seperti Fe³⁺ (ion feri),

5. Blackman (1905) membuktikan bahwa reduksi dari CO₂ ke CH₂O berlangsung tanpa sinar, yang selanjutnya disebut reaksi gelap,
6. Ruben dan Kamen (1941) membuktikan bahwa O₂ yang terlepas pada fotosintesis itu berasal dari air. Untuk membuktikan hal tersebut digunakan air yang oksigennya radioaktif yaitu O¹⁸,
7. Benson dan Calvin (1950) mengikuti urutan zat-zat antara yang terjadi pada fotosintesis dengan menggunakan karbon radioaktif yaitu C¹⁴.

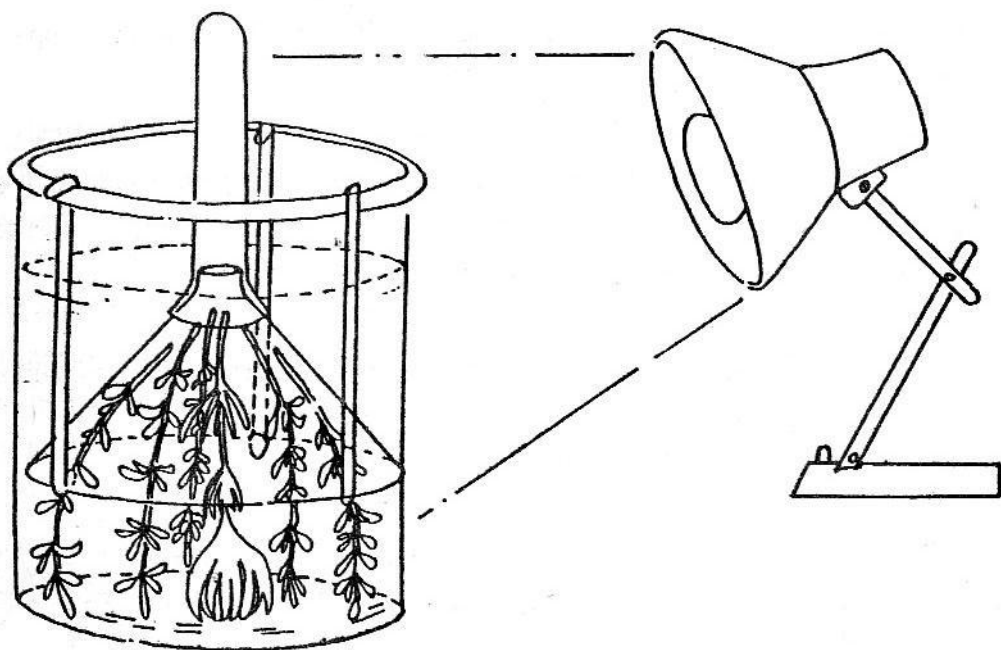
Percobaan Sachs untuk membuktikan bahwa fotosintesis menghasilkan amilum dilakukan seperti Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Percobaan Sachs

Sachs menutup sebagian daun dengan kertas perak/aluminium foil dengan tujuan supaya sebagian daun tersebut tidak terkena cahaya matahari selama beberapa hari. Kemudian daun tersebut dipetik dan direndam pada air mendidih supaya sel-sel daun mati. Setelah itu daun dimasukkan ke dalam alkohol panas dengan tujuan untuk melarutkan klorofil, dan terakhir daun ditetesi larutan Iodium untuk membuktikan ada tidaknya amilum dalam daun. Adanya amilum ditunjukkan oleh terjadinya warna biru tua - hitam pada daun yang terkena sinar matahari.

Percobaan Ingenhousz yang membuktikan bahwa fotosintesis menghasilkan O_2 dilakukan dengan menggunakan tanaman air *Hydrilla verticillata* yang diletakkan di bawah corong terbalik (Gambar 2). Jika tanaman tersebut diberi sinar, maka timbulah gelembung-gelembung udara / gas yang akhirnya mengumpul di dasar tabung reaksi. Udara / gas tersebut ternyata oksigen.



Gambar 2. Percobaan Ingenhousz

Seperti halnya proses metabolisme yang lain, fotosintesis dipengaruhi oleh berbagai faktor. Di alam fotosintesis dipengaruhi oleh faktor luar dan dalam, dan sulit dipisahkan secara tegas. Faktor-faktor luar yang mempengaruhi fotosintesis adalah, cahaya, temperatur, oksigen, CO₂, air, zat hara mineral. Sedangkan faktor dalam yang mempengaruhi fotosintesis adalah kandungan klorofil, morfologi daun, anatomi daun, protoplasma, dan akumulasi fotosintat.

IV. BAHAN

1. Daun *Coleus sp.*
2. Kertas perak / aluminium foil
3. Alkohol 70% panas
4. Larutan Iodium
5. Air mendidih
6. *Hydrilla verticillata*

V. ALAT

1. Gelas beker ,
2. Cawan petri
3. Tabung reaksi
4. Corong
5. Pinset
6. Lampu duduk
7. Kompor listrik

VI. CARA KERJA

1. Percobaan Sachs
 - a. Petiklah daun *Coleus sp.* yang telah diperlakukan dengan menutup bagian tengahnya dengan kertas perak / aluminium foil selama satu minggu, kemudian lepaskan kertas peraknya dan masukkan daun itu ke dalam gelas piala yang berisi air mendidih selama 5 menit,

- b. selanjutnya pindahkan daun tersebut ke dalam gelas beker yang berisi alkohol panas selama 5 menit,
- c. setelah itu pindahkan ke dalam cawan petri dan tetesi daun tersebut dengan larutan Iodium
- d. amati perubahan warna daun sebelum dan sesudah ditetesi Iodium dan warna dari bagian daun bekas tertutup kertas perak dan bagian daun yang tidak tertutup kertas perak.

2. Percobaan Ingenhousz

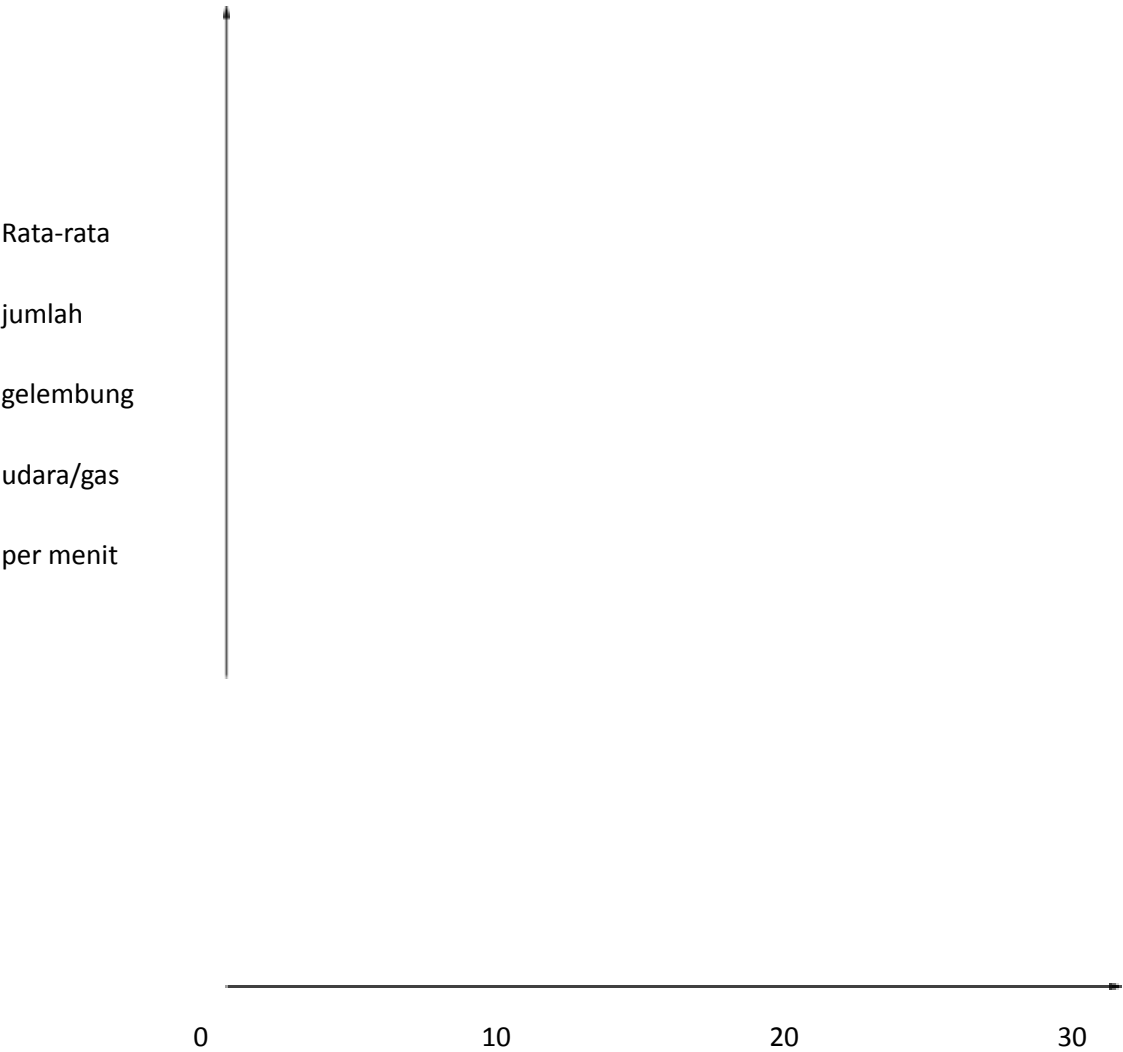
- a. Susunlah alat-alat yang disediakan seperti percobaan Ingenhousz (Gambar 2)
- b. Aturlah penyinaran dengan lampu duduk pada jarak 10, 20, dan 30 cm dari gelas beker.
- c. Biarkan beberapa menit sampai terlihat adanya gelembung udara / gas yang keluar dari tanaman *Hydrilla verticillata*
- d. Kemudian hitunglah jumlah gelembung udara / gas yang keluar tiap satu menit pada masing-masing jarak lampu selama 15 menit, dan catat pada tabel 1.
- e. Hitunglah rata-rata jumlah gelembung udara / gas pada tiap-tiap perlakuan (jarak lampu), kemudian buatlah grafik hubungan antara jumlah gelembung udara / gas yang dihasilkan dengan jarak lampu.
- f. Buatlah kesimpulan dari percobaan ini.

VII. HASIL KERJA

Gambar daun *Coleus sp* sebelum dan sesudah percobaan :

Tabel 1. Jumlah gelembung udara / gas per menit pada jarak lampu yang berbeda

Jarak lampu (cm)	Jumlah gelembung udara / gas pada menit ke-															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Rata ²
10																
20																
30																



Jarak lampu (cm)

Gambar 3. Grafik hubungan antara jumlah gelembung udara / gas per menit
dengan jarak lampu

VIII. DISKUSI

1. Berdasarkan persamaan reaksi fotosintesis di bawah ini,
cahaya



- a. Atom O pada $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ berasal dari CO_2 atau H_2O ? Jelaskan !
 - b. Mengapa dalam percobaan Sachs yang terbukti sebagai hasil fotosintesis adalah amilum dan bukan glukosa ? Jelaskan !
2. Bagaimana pengaruh intensitas cahaya (jarak sinar terhadap tanaman) terhadap laju fotosintesis ?

3. Selain intensitas cahaya, fotosintesis juga dipengaruhi oleh kualitas cahaya.
Bagaimana pengaruh kualitas cahaya terhadap laju fotosintesis ?

IX. KESIMPULAN

Penilaian Sikap

No.	Sikap	Kriteria	Hasil Pengamatan	
			Ya	Tidak
1	Jujur	5. Melaporkan data sesuai dengan kenyataan/sesuai dengan apa yang diamati. 6. Menyampaikan pendapat disertai data konkret/data yang diamati.		
2	Disiplin	5. Mengerjakan tugas sesuai waktu yang ditetapkan. 6. Mengumpulkan hasil pekerjaan tepat waktu.		
3	Tanggung jawab	5. Melaksanakan tugas yang diberikan oleh guru. 6. Menyelesaikan pekerjaan sampai tuntas.		
4	Peduli lingkungan	5. Membersihkan meja dan kursi yang ditempatinya/meja dan kursi yang ditempati dalam keadaan bersih/ rapi. 6. Menata/menempatkan kembali alat/bahan/buku/sumber belajar lainnya dengan rapi atau menempatkan kembali pada tempat semula.		
5	Kerjasama	5. Menghargai pendapat teman 6. Mengambil bagian dalam kerja kelompok		
Skor maksimum				

Catatan:
Nilai = $\frac{\text{Skor perolehan}}{10} \times 100\%$

NILAI:

LEMBAR PENGAMATAN AKTIVITAS KERJASAMA KELOMPOK

Siklus ke :

Materi Pokok :

Hari, tanggal :

PETUNJUK PENGISIAN

- 5. Pengamat duduk dekat kelompok yang diamati
- 6. Pengamatan ditujukan pada dua kelompok yang telah ditentukan untuk pengamatan aktivitas siswa
- 7. Pengamatan dimulai sejak siswa berada dalam kelompoknya.
- 8. Pengamat dapat memberikan tanda cek (V) pada baris aktivitas kerjasama yang terjadi sesuai dengan kolom waktu seperti pada aktivitas siswa.

No	Aktivitas kerja kelompok	Kelompok																							
		Nama				Nama				Nama				Nama				Nama				Nama			
1	Berada dalam tugas																								
2	Mengambil giliran dan Berbagi tugas																								
3	Bertanya																								
4	Mendengarkan dengan aktif																								
5	Memberikan dan menghargai kontribusi																								

Tugas Proyek

- 5. Buatlah rancangan proyek untuk membuat tabel data hasil identifikasi perbedaan proses katabolisme, anabolisme, respirasi anaerob, respirasi aerob, fotointesis dan kemosintesis
- 6. Tentukan sumber informasi yang dapat kalian dapatkan untuk melengkapi data terkait tugas proyek.
- 7. Lakukan tugas proyek ini secara berkelompok (kelompok sesuai dengan kelompok belajar di kelas).
- 8. Laporkan hasil yang kamu peroleh dalam suatu laporan yang sistematis meliputi:
 - g. Judul
 - h. Tujuan proyek
 - i. Alat dan bahan
 - j. Cara kerja
 - k. Hasil yang diperoleh, sertakan gambar hasil mengumpulkan data serta data-data lainnya yang relevan
 - l. Kesimpulan

Lampiran 5

Format Penilaian Proyek

Hari/Tanggal :
Nama Kelompok :
Anggota Kelompok :
Kelas :
Lama Pengerjaan Proyek :

No.	Aspek	Hasil Penilaian		
		Baik (Skor 3)	Cukup (Skor 2)	Kurang (Skor 1)
1	PERENCANAAN :			
	e. Merumuskan judul f. Menentukan tujuan g. Menentukan sumber informasi h. Memilih sumber informasi			
2	PELAKSANAAN			
	f. Menggunakan alat dan bahan untuk menyajikan data lengkap dan informatif g. Memonitor/mengamati secara periodik data yang diperoleh dari berbagai sumber informasi h. Melakukan pengecekan dengan pengamatan terhadap berbagai sumber informasi i. Menyajikan hasil pengumpulan data dalam bentuk tabel dan gambar yang komunikatif j. Mencatat data-data yang relevan			
3	LAPORAN PROYEK			
	d. Kelengkapan sistematika			

	e. Tingkat keberhasilan dalam mendata terkait tugas proyek f. Kelengkapan data dan hasil pendataan tugas proyek			
Skor Maksimum				36

Nilai = $\frac{\text{Skor Perolehan}}{36} \times 100$