

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Sekolah : SMA N 2 PLUS SIPIROK
Mata Pelajaran : Biologi
Kelas/Semester : XII / Ganjil
Materi Pokok : Metabolisme Sel
Alokasi Waktu : 4 Minggu x 4 Jam Pelajaran @45 Menit

A. Kompetensi Inti

- **KI-1 dan KI-2:** Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, santun, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), bertanggung jawab, responsif, dan pro-aktif dalam berinteraksi secara efektif sesuai dengan perkembangan anak di lingkungan, keluarga, sekolah, masyarakat dan lingkungan alam sekitar, bangsa, negara, kawasan regional, dan kawasan internasional”.
- **KI 3:** Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
- **KI4:** Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan

B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Dasar	Indikator
3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	3.2.1. Mendeskripsikan komponen enzim dan sifat-sifat enzim 3.2.2. Menganalisis faktor yang memengaruhi kerja enzim 3.2.3. Menyimpulkan prinsip kerja enzim 3.2.4. Diskusi menunjukkan adanya reaksi respirasi 3.2.5. Mendeskripsikan tahap-tahap reaksi respirasi aerob 3.2.6. Mendeskripsikan tahap-tahap reaksi respirasi anaerob 3.2.7. Membandingkan respirasi aerob dan anaerob berdasarkan ATP yang dihasilkan 3.2.8. Mendeskripsikan tahap-tahap reaksi fotosintesis 3.2.9. Mendeskripsikan tahap-tahap reaksi kemosintesis
4.2 Menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme kerja enzim, fotosintesis, dan respirasi anaerob	4.2.1 Menguji kerja enzim 4.2.2 Menguji proses fotosintesis dengan eksperimen 4.2.3 Menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme kerja enzim, fotosintesis, dan respirasi anaerob.

C. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti proses pembelajaran, peserta didik diharapkan dapat:

- Mengidentifikasi sifat dan cara kerja enzim, proses katabolisme dan proses anabolisme melalui percobaan
- Menjelaskan sifat dan cara kerja enzim, proses katabolisme dan anabolisme meliputi bahan, proses, hasil dan tempat berlangsungnya
- Menjelaskan konsep respirasi aerob dan anaerob
- Menjelaskan konsep fotosintesis dan kemosintesis
- Melakukan percobaan tentang mekanisme kerja enzim, fotosintesis, dan respirasi anaerob
- Menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme kerja enzim, fotosintesis, dan respirasi anaerob

D. Materi Pembelajaran

Metabolisme Sel:

Enzim

- Komponen enzim
- Sifat enzim
- Cara kerja enzim

Katabolisme Karbohidrat

- Respirasi aerob
- Respirasi anaerob

Anabolisme

- Fotosintesis
- Kemosintesis

E. Metode Pembelajaran

Model Pembelajaran : *Discovery Learning*

Metode : Tanya jawab, wawancara, diskusi dan bermain peran

F. Media Pembelajaran

Media :

- Worksheet atau lembar kerja (siswa)
- Lembar penilaian
- LCD Proyektor

Alat/Bahan :

- Penggaris, spidol, papan tulis
- Laptop & infocus

G. Sumber Belajar

- Buku Biologi Siswa Kelas XII, Kemendikbud, Tahun 2016
- Buku referensi yang relevan,
- Lingkungan setempat

H. Langkah-Langkah Pembelajaran

1. Pertemuan Ke-3 (4 x 45 Menit)
Kegiatan Pendahuluan (15 Menit)
Guru : Orientasi <ul style="list-style-type: none">• Melakukan pembukaan dengan salam pembuka, berdoa untuk memulai pembelajaran dan membaca ayat suci Alquran• Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin• Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran. Aperpepsi <ul style="list-style-type: none">• Mengaitkan materi/tema/kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman peserta didik dengan materi/tema/kegiatan sebelumnya• Mengingat kembali materi prasyarat dengan bertanya.• Mengajukan pertanyaan yang ada keterkaitannya dengan pelajaran yang akan dilakukan. Motivasi

- Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari dalam kehidupan sehari-hari.
- Apabila materitema/projek ini kerjakan dengan baik dan sungguh-sungguh ini dikuasai dengan baik, maka peserta didik diharapkan dapat menjelaskan tentang materi :
Respirasi aerob

- Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung
- Mengajukan pertanyaan

Pemberian Acuan

- Memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas pada pertemuan saat itu.
- Memberitahukan tentang kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator, dan KKM pada pertemuan yang berlangsung
- Pembagian kelompok belajar
- Menjelaskan mekanisme pelaksanaan pengalaman belajar sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran.

Kegiatan Inti (150 Menit)

Sintak Model Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
Stimulation (stimulasi/ pemberian rangsangan)	<p><u>KEGIATAN LITERASI</u></p> <p>Peserta didik diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian pada topik materi Respirasi aerob dengan cara :</p> <ul style="list-style-type: none"> → Melihat (tanpa atau dengan Alat) Menayangkan gambar/foto/video yang relevan. → Mengamati <ul style="list-style-type: none"> ● Lembar kerja materi Respirasi aerob dan an aerob ● Pemberian contoh-contoh materi Respirasi aerob untuk dapat dikembangkan peserta didik, dari media interaktif, dsb → Membaca. Kegiatan literasi ini dilakukan di rumah dan di sekolah dengan membaca materi dari buku paket atau buku-buku penunjang lain, dari internet/materi yang berhubungan dengan Respirasi aerob dan anaerob → Menulis Menulis resume dari hasil pengamatan dan bacaan terkait Respirasi aerob → Mendengar Pemberian materi Respirasi aerob dan anaerob oleh guru. → Menyimak Penjelasan pengantar kegiatan secara garis besar/global tentang materi pelajaran mengenai materi : Respirasi aerob dan anaerob <p>untuk melatih rasa <i>syukur</i>, kesungguhan dan <i>kedisiplinan</i>, ketelitian, mencari informasi.</p>
Problem statemen (pertanyaan/ identifikasi masalah)	<p><u>CRITICAL THINKING (BERPIKIR KRITIK)</u></p> <p>Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan gambar yang disajikan dan akan dijawab melalui kegiatan belajar, contohnya :</p> <ul style="list-style-type: none"> → Mengajukan pertanyaan tentang materi : Respirasi aerob dan anaerob <p>yang tidak dipahami dari apa yang diamati atau pertanyaan untuk mendapatkan informasi tambahan tentang apa yang diamati (dimulai dari pertanyaan faktual</p>

	<p>sampai ke pertanyaan yang bersifat hipotetik) untuk mengembangkan kreativitas, rasa ingin tahu, kemampuan merumuskan pertanyaan untuk membentuk pikiran kritis yang perlu untuk hidup cerdas dan belajar sepanjang hayat.</p>
<p>Data collection (pengumpulan data)</p>	<p><u>KEGIATAN LITERASI</u></p> <p>Peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Mengamati obyek/kejadian Mengamati dengan seksama materi Respirasi aerob yang sedang dipelajari dalam bentuk gambar/video/slide presentasi yang disajikan dan mencoba menginterpretasikannya. → Membaca sumber lain selain buku teks Secara disiplin melakukan kegiatan literasi dengan mencari dan membaca berbagai referensi dari berbagai sumber guna menambah pengetahuan dan pemahaman tentang materi Respirasi aerob yang sedang dipelajari. → Aktivitas Menyusun daftar pertanyaan atas hal-hal yang belum dapat dipahami dari kegiatan mengamati dan membaca yang akan diajukan kepada guru berkaitan dengan materi Respirasi aerob yang sedang dipelajari. → Wawancara/tanya jawab dengan nara sumber Mengajukan pertanyaan berkaitan dengan materi Respirasi aerob yang telah disusun dalam daftar pertanyaan kepada guru. <p><u>COLLABORATION (KERJASAMA)</u></p> <p>Peserta didik dibentuk dalam beberapa kelompok untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Mendiskusikan Peserta didik dan guru secara bersama-sama membahas contoh dalam buku paket mengenai materi Respirasi aerob → Mengumpulkan informasi Mencatat semua informasi tentang materi Respirasi aerob yang telah diperoleh pada buku catatan dengan tulisan yang rapi dan menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar. → Mempresentasikan ulang Peserta didik mengkomunikasikan secara lisan atau mempresentasikan materi dengan rasa percaya diri Respirasi aerob sesuai dengan pemahamannya. → Saling tukar informasi tentang materi : Respirasi aerob dan anaerob <p>dengan ditanggapi aktif oleh peserta didik dari kelompok lainnya sehingga diperoleh sebuah pengetahuan baru yang dapat dijadikan sebagai bahan diskusi kelompok kemudian, dengan menggunakan metode ilmiah yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau pada lembar kerja yang disediakan dengan cermat untuk mengembangkan sikap teliti, jujur, sopan, menghargai pendapat orang lain, kemampuan berkomunikasi, menerapkan kemampuan mengumpulkan informasi melalui berbagai cara yang dipelajari, mengembangkan kebiasaan belajar dan belajar sepanjang hayat.</p>
<p>Data processing (pengolahan Data)</p>	<p><u>COLLABORATION (KERJASAMA) dan CRITICAL THINKING (BERPIKIR KRITIK)</u></p> <p>Peserta didik dalam kelompoknya berdiskusi mengolah data hasil pengamatan dengan cara :</p> <ul style="list-style-type: none"> → Berdiskusi tentang data dari Materi : Respirasi aerob dan anaerob

<p>Verification (pembuktian)</p>	<ul style="list-style-type: none"> → Mengolah informasi dari materi Respirasi aerob yang sudah dikumpulkan dari hasil kegiatan/pertemuan sebelumnya mau pun hasil dari kegiatan mengamati dan kegiatan mengumpulkan informasi yang sedang berlangsung dengan bantuan pertanyaan-pertanyaan pada lembar kerja. → Peserta didik mengerjakan beberapa soal mengenai materi Respirasi aerob <p><u>CRITICAL THINKING (BERPIKIR KRITIK)</u></p> <p>Peserta didik mendiskusikan hasil pengamatannya dan memverifikasi hasil pengamatannya dengan data-data atau teori pada buku sumber melalui kegiatan :</p> <ul style="list-style-type: none"> → Menambah keluasan dan kedalaman sampai kepada pengolahan informasi yang bersifat mencari solusi dari berbagai sumber yang memiliki pendapat yang berbeda sampai kepada yang bertentangan untuk mengembangkan sikap jujur, teliti, disiplin, taat aturan, kerja keras, kemampuan menerapkan prosedur dan kemampuan berpikir induktif serta deduktif dalam membuktikan tentang materi : Respirasi aerob dan anaerob <p>antara lain dengan : Peserta didik dan guru secara bersama-sama membahas jawaban soal-soal yang telah dikerjakan oleh peserta didik.</p>
<p>Generalization (menarik kesimpulan)</p>	<p><u>COMMUNICATION (BERKOMUNIKASI)</u></p> <p>Peserta didik berdiskusi untuk menyimpulkan</p> <ul style="list-style-type: none"> → Menyampaikan hasil diskusi tentang materi Respirasi aerob berupa kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya untuk mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan sopan. → Mempresentasikan hasil diskusi kelompok secara klasikal tentang materi : Respirasi aerob dan anaerob → Mengemukakan pendapat atas presentasi yang dilakukan tentang materi Respirasi aerob dan ditanggapi oleh kelompok yang mempresentasikan. → Bertanya atas presentasi tentang materi Respirasi aerob yang dilakukan dan peserta didik lain diberi kesempatan untuk menjawabnya. <p><u>CREATIVITY (KREATIVITAS)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Menyimpulkan tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran yang baru dilakukan berupa : Laporan hasil pengamatan secara <i>tertulis</i> tentang materi : Respirasi aerob dan anaerob → Menjawab pertanyaan tentang materi Respirasi aerob yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau lembar kerja yang telah disediakan. → Bertanya tentang hal yang belum dipahami, atau guru melemparkan beberapa pertanyaan kepada siswa berkaitan dengan materi Respirasi aerob yang akan selesai dipelajari → Menyelesaikan uji kompetensi untuk materi Respirasi aerob yang terdapat pada buku pegangan peserta didik atau pada lembar kerja yang telah disediakan secara individu untuk mengecek penguasaan siswa terhadap materi pelajaran.
<p>Catatan : Selama pembelajaran Respirasi aerob berlangsung, guru mengamati sikap siswa dalam pembelajaran yang meliputi sikap: nasionalisme, disiplin, rasa percaya diri, berperilaku jujur, tangguh menghadapi masalah tanggungjawab, rasa ingin tahu, peduli lingkungan</p>	

Kegiatan Penutup (15 Menit)

Peserta didik :

- Membuat resume (CREATIVITY) dengan bimbingan guru tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran tentang materi Respirasi aerob yang baru dilakukan.
- Mengagendakan pekerjaan rumah untuk materi pelajaran Respirasi aerob yang baru diselesaikan.
- Mengagendakan materi atau tugas proyek/produk/portofolio/unjuk kerja yang harus mempelajari pada pertemuan berikutnya di luar jam sekolah atau diasrama.

Guru :

- Memeriksa pekerjaan siswa yang selesai langsung diperiksa untuk materi pelajaran Respirasi aerob
- Peserta didik yang selesai mengerjakan tugas proyek/produk/portofolio/unjuk kerja dengan benar diberi paraf serta diberi nomor urut peringkat, untuk penilaian tugas
- Memberikan penghargaan untuk materi pelajaran Respirasi aerob kepada kelompok yang memiliki kinerja dan kerjasama yang baik.

Kegiatan Penutup (15 Menit)

Peserta didik :

- Membuat resume (CREATIVITY) dengan bimbingan guru tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran tentang materi Respirasi anaerob yang baru dilakukan.
- Mengagendakan pekerjaan rumah untuk materi pelajaran Respirasi anaerob yang baru diselesaikan.
- Mengagendakan materi atau tugas proyek/produk/portofolio/unjuk kerja yang harus mempelajari pada pertemuan berikutnya di luar jam sekolah atau dirumah.

Guru :

- Memeriksa pekerjaan siswa yang selesai langsung diperiksa untuk materi pelajaran Respirasi anaerob
- Peserta didik yang selesai mengerjakan tugas proyek/produk/portofolio/unjuk kerja dengan benar diberi paraf serta diberi nomor urut peringkat, untuk penilaian tugas
- Memberikan penghargaan untuk materi pelajaran Respirasi anaerob kepada kelompok yang memiliki kinerja dan kerjasama yang baik.

I. Penilaian, Pembelajaran Remedial dan Pengayaan

1. Teknik Penilaian (terlampir)

a. Sikap

- Penilaian Observasi

Penilaian observasi berdasarkan pengamatan sikap dan perilaku peserta didik sehari-hari, baik terkait dalam proses pembelajaran maupun secara umum. Pengamatan langsung dilakukan oleh guru. Berikut contoh instrumen penilaian sikap

No	Nama Siswa	Aspek Perilaku yang Dinilai				Jumlah Skor	Skor Sikap	Kode Nilai
		BS	JJ	TJ	DS			
1	Soenarto	75	75	50	75	275	68,75	C
2	

Keterangan :

- BS : Bekerja Sama
- JJ : Jujur
- TJ : Tanggun Jawab
- DS : Disiplin

Catatan :

1. Aspek perilaku dinilai dengan kriteria:
100 = Sangat Baik
75 = Baik
50 = Cukup
25 = Kurang
2. Skor maksimal = jumlah sikap yang dinilai dikalikan jumlah kriteria = $100 \times 4 = 400$
3. Skor sikap = jumlah skor dibagi jumlah sikap yang dinilai = $275 : 4 = 68,75$
4. Kode nilai / predikat :
75,01 – 100,00 = Sangat Baik (SB)
50,01 – 75,00 = Baik (B)
25,01 – 50,00 = Cukup (C)

00,00 – 25,00 = Kurang (K)

5. Format di atas dapat diubah sesuai dengan aspek perilaku yang ingin dinilai

- **Penilaian Diri**

Seiring dengan bergesernya pusat pembelajaran dari guru kepada peserta didik, maka peserta didik diberikan kesempatan untuk menilai kemampuan dirinya sendiri. Namun agar penilaian tetap bersifat objektif, maka guru hendaknya menjelaskan terlebih dahulu tujuan dari penilaian diri ini, menentukan kompetensi yang akan dinilai, kemudian menentukan kriteria penilaian yang akan digunakan, dan merumuskan format penilaiannya. Jadi, singkatnya format penilaiannya disiapkan oleh guru terlebih dahulu. Berikut Contoh format penilaian :

No	Pernyataan	Ya	Tidak	Jumlah Skor	Skor Sikap	Kode Nilai
1	Selama diskusi, saya ikut serta mengusulkan ide/gagasan.	50		250	62,50	C
2	Ketika kami berdiskusi, setiap anggota mendapatkan kesempatan untuk berbicara.		50			
3	Saya ikut serta dalam membuat kesimpulan hasil diskusi kelompok.	50				
4	...	100				

Catatan :

1. Skor penilaian Ya = 100 dan Tidak = 50
2. Skor maksimal = jumlah pernyataan dikalikan jumlah kriteria = $4 \times 100 = 400$
3. Skor sikap = (jumlah skor dibagi skor maksimal dikali 100) = $(250 : 400) \times 100 = 62,50$
4. Kode nilai / predikat :

- 75,01 – 100,00 = Sangat Baik (SB)
- 50,01 – 75,00 = Baik (B)
- 25,01 – 50,00 = Cukup (C)
- 00,00 – 25,00 = Kurang (K)

5. Format di atas dapat juga digunakan untuk menilai kompetensi pengetahuan dan keterampilan

Penilaian Teman Sebaya

Penilaian ini dilakukan dengan meminta peserta didik untuk menilai temannya sendiri. Sama halnya dengan penilaian hendaknya guru telah menjelaskan maksud dan tujuan penilaian, membuat kriteria penilaian, dan juga menentukan format penilaiannya. Berikut Contoh format penilaian teman sebaya :

Nama yang diamati : ...
 Pengamat : ...

No	Pernyataan	Ya	Tidak	Jumlah Skor	Skor Sikap	Kode Nilai
1	Mau menerima pendapat teman.	100		450	90,00	SB
2	Memberikan solusi terhadap permasalahan.	100				
3	Memaksakan pendapat sendiri kepada anggota kelompok.		100			
4	Marah saat diberi kritik.	100				
5	...		50			

Catatan :

1. Skor penilaian Ya = 100 dan Tidak = 50 untuk pernyataan yang positif, sedangkan untuk pernyataan yang negatif, Ya = 50 dan Tidak = 100
2. Skor maksimal = jumlah pernyataan dikalikan jumlah kriteria = 5 x 100 = 500
3. Skor sikap = (jumlah skor dibagi skor maksimal dikali 100) = (450 : 500) x 100 = 90,00
4. Kode nilai / predikat :
 - 75,01 – 100,00 = Sangat Baik (SB)
 - 50,01 – 75,00 = Baik (B)
 - 25,01 – 50,00 = Cukup (C)
 - 00,00 – 25,00 = Kurang (K)

Penilaian Jurnal (Lihat lampiran)

b. Pengetahuan

- **Tertulis Uraian dan atau Pilihan Ganda (Lihat lampiran)**
- **Tes Lisan/Observasi Terhadap Diskusi, Tanya Jawab dan Percakapan**

Praktek Monolog atau Dialog
Penilaian Aspek Percakapan

No	Aspek yang Dinilai	Skala				Jumlah Skor	Skor Sikap	Kode Nilai
		25	50	75	100			
1	Intonasi							
2	Pelafalan							
3	Kelancaran							
4	Ekspresi							
5	Penampilan							
6	Gestur							

Penugasan (Lihat Lampiran)

Tugas Rumah

- a. Peserta didik menjawab pertanyaan yang terdapat pada buku peserta didik
- b. Peserta didik memnta tanda tangan orangtua sebagai bukti bahwa mereka telah mengerjakan tugas rumah dengan baik
- c. Peserta didik mengumpulkan jawaban dari tugas rumah yang telah dikerjakan untuk mendapatkan penilaian.

c. Keterampilan

- **Penilaian Unjuk Kerja**

Contoh instrumen penilaian unjuk kerja dapat dilihat pada instrumen penilaian ujian keterampilan berbicara sebagai berikut:

Instrumen Penilaian

No	Aspek yang Dinilai	Sangat Baik (100)	Baik (75)	Kurang Baik (50)	Tidak Baik (25)
1	Kesesuaian respon dengan pertanyaan				
2	Keserasian pemilihan kata				
3	Kesesuaian penggunaan tata bahasa				
4	Pelafalan				

Kriteria penilaian (skor)

100 = Sangat Baik

75 = Baik

50 = Kurang Baik

25 = Tidak Baik

Cara mencari nilai (N) = Jumlah skor yang diperoleh siswa dibagi jumlah skor maksimal dikali skor ideal (100)

Instrumen Penilaian Diskusi

No	Aspek yang Dinilai	100	75	50	25
1	Penguasaan materi diskusi				
2	Kemampuan menjawab pertanyaan				
3	Kemampuan mengolah kata				
4	Kemampuan menyelesaikan masalah				

Keterangan :

100 = Sangat Baik

75 = Baik

50 = Kurang Baik

25 = Tidak Baik

- **Penilaian Proyek** (*Lihat Lampiran*)

- **Penilaian Produk** (*Lihat Lampiran*)

- **Penilaian Portofolio**

Kumpulan semua tugas yang sudah dikerjakan peserta didik, seperti catatan, PR, dll

Instrumen Penilaian

No	Aspek yang Dinilai	100	75	50	25
1					

Sipirok, 24 Juni 2021

Mengetahui :

Kepala SMA Negeri 2 Plus Sipirok

Guru Mapel Biologi



Khairul Faiz Nasution, S.Pd, M.Si
NIP. 19720818 199903 1 007

Khairul Faiz Nasution

LAMPIRAN

BAB METABOLISME

* Metabolisme adalah seluruh reaksi kimia yang dilakukan oleh organisme. Metabolisme juga dapat dikatakan sebagai proses yang dilakukan oleh sel untuk mengatur sumber daya materi dan energy yang dimilikinya.

* Reaksi metabolisme memerlukan enzim.

Metabolisme ada 2 yaitu :

- Katabolisme : proses pemecahan/ pembongkaran/ penguraian dari senyawa kimia kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana

contoh : Respirasi Aerob (glikolisis, dekarboksilasi oksidatif, siklus krebs, transpor elektron) dan Respirasi Anaerob (fermentasi alkohol dan asam laktat)

- Anabolisme : proses penyusunan senyawa kimia sederhana menjadi senyawa kompleks

contoh : fotosintesis (reaksi terang dan reaksi gelap)

Enzim

* Enzim merupakan senyawa protein yang berfungsi sebagai katalisator reaksi kimia yang terjadi pada makhluk hidup.

* katalisator adalah suatu zat yang mempercepat reaksi kimia, tetapi tidak mengubah kesetimbangan reaksi atau tidak mempengaruhi hasil reaksi. (enzim tidak ikut bereaksi)

* Komponen enzim :

Secara kimiawi enzim tersusun atas 2 bagian, :

ü Apoenzim (protein) : merupakan bagian enzim aktif yang tersusun atas protein dan mudah berubah ,(labil) terhadap factor lingkungan seperti pH dan suhu.

ü Gugus prostetik (non-protein) : merupakan gugus yang tidak aktif, berupa unsur unsur logam/ molekul anorganik seperti Fe^{2+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} , dan Na^{+} yang disebut KOFAKTOR. Gugus prostetik juga dapat berupa bahan organik bukan protein, seperti vitamin B, NADH, FADH₂ yang disebut KOENZIM.

* Cara kerja :

a) **teori kunci-gembok** (Dikemukakan oleh Emil Fischer)

* teori :

1) Antara enzim dan substrat terjadi persatuan yang kaku seperti kunci dan anak kunci.

2) Enzim memiliki suatu tempat untuk bergabung dengan substrat yang disebut sisi aktif yang merupakan tempat perlekatan molekul substrat.

- 3) Pada tempat perlekatan tersebut mempunyai konfigurasi tertentu dan hanya substrat khusus yang cocok untuk dapat bergabung.
- 4) Selama reaksi berjalan, enzim dan substrat berkombinasi sementara membentuk kompleks enzim substrat.
- 5) Hubungan di antara enzim dan substrat berkombinasi merupakan hubungan yang lemah, sehingga mudah berpisah lagi.
- 6) Setelah reaksi, hasil-hasil reaksi tidak lagi bersatu dengan sisi aktif atau sisi katalitik.

b) **Teori Ketepatan Induksi** (Dikemukakan oleh Koshland)

* Teori : Sisi aktif enzim bersifat fleksibel sehingga dapat berubah bentuk menyesuaikan bentuk substrat.

* sifat enzim :

- Enzim merupakan protein
- Enzim merupakan biokatalisator (mempercepat reaksi tanpa ikut bereaksi)
- Enzim bekerja secara spesifik (satu enzim hanya dapat mengkatalis satu substrat yang cocok)
- Enzim berupa koloid
- Enzim berfungsi sebagai katalis (mempengaruhi keseimbangan reaksi dengan mengubah kecepatan reaksi tanpa mengubah produk akhir yang dibentuk)
- Enzim dapat bereaksi dengan substrat asam maupun basa
- Enzim hanya diperlukan dalam jumlah sedikit
- Enzim dapat bekerja secara bolak-balik (dapat menguraikan dan menyusun senyawa menjadi senyawa lain)
- Enzim bersifat termolabil (tidak tahan panas)
- Enzim dipengaruhi oleh factor lingkungan
- Mempercepat reaksi dengan cara menurunkan energy aktivasi
- Bekerja sangat cepat
- Tidak ikut bereaksi
- Tidak mengubah kesetimbangan reaksi
- Memiliki sisi aktif yang dapat bereaksi dengan substrat
- Bekerja di dalam dan di luar sel

Factor yang mempengaruhi kerja enzim :

* SUHU : enzim bekerja baik pada suhu optimum, pada suhu maksimum enzim akan rusak, pada suhu minimum enzim akan tidak aktif.

Dekarboksilasi Oksidatif Asam Piruvat :

- Berlangsung pada matriks mitokondria
- Mengubah asam piruvat (3C) menjadi Asetil Ko-A (2C)
- Dihasilkan energi sebesar 2 CO₂ , 2 ATP dan 2 NADH untuk setiap molekul glukosa

Jembatan keledai : TWO CAN

Siklus Krebs :

- Berlangsung pada matriks mitokondria
- Mengubah Asetil-KoA (2C) menjadi CO₂ (senyawa berkarbon 1)
- Untuk setiap molekul Asetil-KoA dihasilkan 1 ATP, 1 FADH dan 2 NADH
- Hasil : 4CO₂ + 2 FADH+2 ATP+6 NADH

Jembatan keledai : 4cabe +2fanta +6nanas

Rantai Pengangkutan Elektron ;

- NADH₂ dan FADH₂ merupakan senyawa pereduksi yang menghasilkan ion hidrogen
- Melalui rantai respirasi, hidrogen dari NADH₂ dan FADH₂ yang dihasilkan pada proses glikolisis, dekarboksilasi oksidatif asam piruvat dan daur Krebs dilepaskan ke Oksigen (sebagai penerima hidrogen terakhir) untuk membentuk H₂O dengan melepas energi secara bertahap.
- Satu molekul NADH₂ akan menghasilkan 3 ATP, sedang satu molekul FADH₂ menghasilkan 2 ATP.

* ATP YANG DIHASILKAN :

Tahap	Tak langsung	Langsung
Glikolisis	2 NADH = 6 ATP	2 ATP
Oksidasi piruvat	2 NADH = 6 ATP	-
Siklus krebs	6 NADH = 18 ATP 2 FADH ₂ = 4 ATP	2 ATP
Jumlah	34 ATP	4 ATP

* RESPIRASI ANAEROB : terjadi bila tidak ada oksigen. Proses yang terjadi pada respirasi anaerob sama dengan respirasi aerob, tetapi peran oksigen sebagai penerima electron

terakhir digantikan oleh NO_3 dan SO_4 . Respirasi anaerob hanya dapat dilakukan oleh mikroorganisme.

FERMENTASI :

* FERMENTASI terjadi jika kadar oksigen tidak mencukupi untuk melakukan respirasi aerob

a. Fermentasi alkohol

-dilakukan ragi dan bakteri

Contoh : pembuatan tape , bird an anggur.

Pada Fermentasi alkohol, piruvat diubah menjadi etanol dalam dua langkah.

1. menghidrolisis piruvat dengan molekul air sehingga melepaskan karbondioksida dari piruvat dan mengubahnya menjadi asetaldehida berkarbon dua.
2. asetaldehida direduksi oleh NADH menjadi etanol sehingga meregenerasi pasokan NAD^+ yang dibutuhkan untuk glikolisis.

b. Fermentasi asam laktat

Fermentasi asam laktat banyak dilakukan oleh fungi dan bakteri tertentu digunakan dalam industri susu untuk membuat keju dan yogurt. Aseton dan methanol merupakan beberapa produk samping fermentasi mikroba jenis lain yang penting secara komersil. Dalam fermentasi asam laktat, piruvat direduksi langsung oleh NADH untuk membentuk laktat sebagai produk limbahnya, tanpa melepaskan CO_2 . Pada sel otot manusia, fermentasi asam laktat dilakukan apabila suplay oksigen tubuh kurang. Laktat yang terakumulasi sebagai produk limbah dapat menyebabkan otot letih dan nyeri, namun secara perlahan diangkut oleh darah ke hati untuk diubah kembali menjadi piruvat.

ANABOLISME : Anabolisme adalah semua reaksi proses penyusunan yang berlangsung di dalam sel. Contoh Anabolisme adalah fotosintesis dan kemosintesis.

FOTOSINTESIS adalah peristiwa penyusunan zat organik (gula) dari zat anorganik (air, karbon dioksida) dengan pertolongan energi cahaya.

KEMOSINTESIS adalah proses penyusunan bahan organik itu menggunakan energi dari pemecahan senyawa kimia

PROSES FOTOSINTESIS :

Fotosintesis berlangsung dlm 2 tahap, yaitu reaksi terang dan reaksi gelap.

* Pada reaksi terang di tilakoid/grana

terjadi pengkapan energy cahaya. Energy tersebut kemudian diteruskan ke pusat reaksi. . Dari pusat reaksi electron dilepaskan melalui 2 macam aliran .

a) jalur siklik

elektron dilepaskan oleh fotosistem I, lalu menuju ke system transfer elektron, lalu ke fotosistem I lagi.

b) jalur non-siklik.

Terjadi fotolisis : pemecahan molekul air menjadi H₂ dan O₂. Fotosistem II mengambil elektron hasil fotolisis, lalu diteruskan ke fotosistem I melalui system transfer elektron. Pada saat yg sama, fotosistem I akan melepas elektron. Lalu elektron itu diteruskan ke system transfer elektron hingga membentuk NADPH₂.

* Kemudian memasuki reaksi gelap (calvin benson) di stroma. Pada reaksi ini terjadi 3 tahap, yaitu fiksasi, reduksi, dan regenerasi.

- Fiksasi : CO₂ (1C) diikat RuBP (5C) à senyawa 6 karbon yg labil, senyawa ini memecah menjadi 2 PGA
- Reduksi : PGA menerima gugus fosfat dr ATP & menerima hidrogen serta elektron dari NADPH menghasilkan PGAL
- Regenerasi : 6 CO₂ yg diikat menjadi 12 PGAL, 10 PGAL kembali menjadi RuBP n akan mengikat CO₂ lagi, 2 PGAL berkondensasi menjadi glukosa 6 fosfat yg menjadi bahan baku untuk sukrosa dan tepung pati.

Transpor Elektron

§ Tempat : membran mitokondria

§ Mengubah 10NADH + 2FADH₂ menjadi 38 ATP à 36 ATP. Krn 2 ATP digunakan untuk hasil glikolisis ke membran mitokondria

§ Akseptor terakhir = oksigen

Hubungan antara metabolisme Karbohidrat, Lemak dan Protein

karbohidrat, lemak dan protein masuk ke dalam siklus kreb melalui senyawa Asetil koA.

Asetil koA menjadi bahan baku dalam siklus krebs untuk menghasilkan energi. metabolisme lemak menghasilkan energi lebih besar dibanding karbohidrat untuk berat yang sama, sedangkan protein menghasilkan energi yang setara dengan karbohidrat untuk berat yang sama

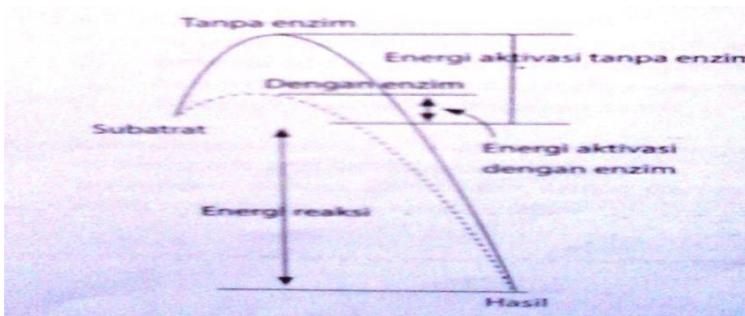
SOAL DAN KUNCI

1. Enzim termasuk senyawa organik, tersusun atas protein, dan bertindak sebagai biokatalisator dalam metabolisme memiliki sifat
A. bekerja irreversible pada suatu reaksi kimia

- B. kerja enzim tidak bersifat khusus
 - C. ikut bereaksi bersama substrat yang dipengaruhinya
 - D. makin tinggi konsentrasi enzim, makin lambat reaksi kimianya
 - E. tidak menentukan arah reaksi kimia
2. Beberapa ciri zat adalah sebagai berikut :
- 1. berperan sebagai pelarut
 - 2. konsentrasinya ditentukan oleh molekul air
 - 3. bekerja secara spesifik
 - 4. memperlambat suatu reaksi
 - 5. rusak bila suhu terlalu tinggi

Ciri khas enzim adalah

- A. 1 dan 3
 - B. 3 dan 5
 - C. 1 dan 4
 - D. 4 dan 5
 - E. 2 dan 3
3. Perhatikan grafik kerja enzim berikut



Menurut grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa....

- A. Enzim akan menentukan arah reaksi
 - B. Jenis enzim sangat memengaruhi kerja enzim
 - C. Enzim akan memengaruhi kecepatan reaksi
 - D. Kualitas produk yang dihasilkan sangat ditentukan oleh enzim
 - E. Enzim akan mengurangi jumlah energi reaksi yang diperlukan
4. Pada proses respirasi sel, zat lemak sebagai sumber energi masuk ke dalam siklus Krebs dalam bentuk
- A. asam lemak yang dipecah menjadi asetil Ko-A
 - B. gliserol yang dipecah menjadi asetil Ko-A

- C. asam lemak yang dipecah menjadi gliseraldehid
 - D. asam lemak dan gliserol yang dipecah menjadi asetil Ko-A
 - E. asam lemak dan gliserol yang dipecah menjadi gliseraldehid
5. Hasil percobaan enzim katalase menggunakan potongan hati dan H₂O₂ adlah 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
- E. jumlah H₂O₂

KUNCI JAWABAN

- 1. E
- 2. B
- 3. E
- 4. A
- 5. A