

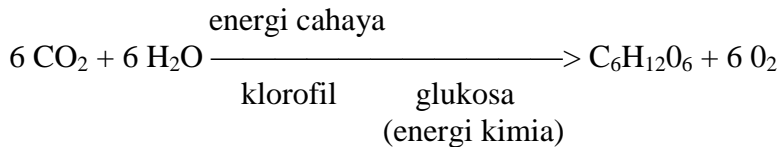
# Metabolisme

- 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,

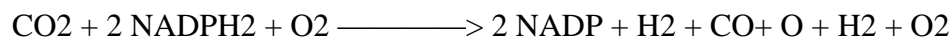
yaitu proses pembentukan molekul yang kompleks dengan menggunakan energi tinggi.



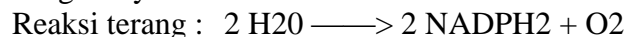
### a. Fotosintesis

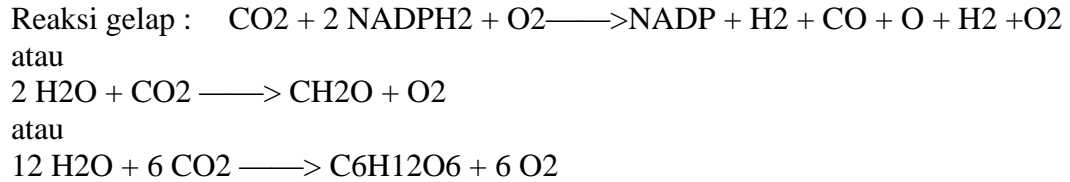
- Arti fotosintesis adalah proses penyusunan atau pembentukan dengan menggunakan energi cahaya atau foton. Pada kloroplas terjadi transformasi energi, yaitu dari energi cahaya sebagai energi kinetik berubah menjadi energi kimia sebagai energi potensial, berupa ikatan senyawa organik pada glukosa. Dengan 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**.
- Pada tahun 1937 : Robin Hill mengemukakan bahwa cahaya matahari yang ditangkap oleh klorofil digunakan untuk memecahkan air menjadi hidrogen dan oksigen. Peristiwa ini disebut fotolisis (reaksi terang).

H<sub>2</sub> yang terlepas akan diikat oleh NADP dan terbentuklah NADPH<sub>2</sub>, sedang O<sub>2</sub> tetap dalam keadaan bebas. Menurut Blackman (1905) akan terjadi penyusutan CO<sub>2</sub> oleh H<sub>2</sub> yang dibawa oleh NADP tanpa menggunakan cahaya. Peristiwa ini disebut reaksi gelap NADPH<sub>2</sub> akan bereaksi dengan CO<sub>2</sub> dalam bentuk H<sup>+</sup> menjadi CH<sub>2</sub>O.



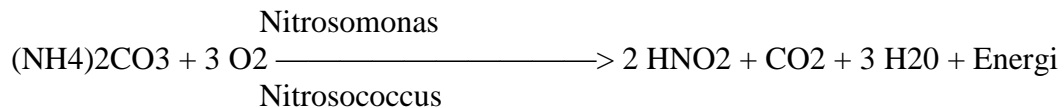
Ringkasnya :





## b. Kemosintesis

- Tidak semua tumbuhan dapat melakukan asimilasi C menggunakan cahaya sebagai sumber energi. Beberapa macam bakteri yang tidak mempunyai klorofil dapat mengadakan asimilasi C dengan menggunakan energi yang berasal dari reaksi-reaksi kimia, misalnya bakteri sulfur, bakteri nitrat, bakteri nitrit, bakteri besi dan lain-lain. Bakteri-bakteri tersebut memperoleh energi dari hasil oksidasi senyawa-senyawa tertentu.
- Bakteri besi memperoleh energi kimia dengan cara oksidasi  $\text{Fe}^{2+}$  (ferro) menjadi  $\text{Fe}^{3+}$  (ferri).
- Bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus* memperoleh energi dengan cara mengoksidasi  $\text{NH}_3$ , tepatnya Amonium Karbonat menjadi asam nitrit dengan reaksi:



## 3. Sintesis Lemak

- Lemak dapat disintesis dari karbohidrat dan protein, karena dalam metabolisme, ketiga zat tersebut bertemu di dalam daur Krebs. Sebagian besar pertemuannya berlangsung melalui pintu gerbang utama siklus (daur) Krebs, yaitu Asetil Koenzim A. Akibatnya ketiga macam senyawa tadi dapat saling mengisi sebagai bahan pembentuk semua zat tersebut.
- Lemak dapat dibentuk dari protein dan karbohidrat, karbohidrat dapat dibentuk dari lemak dan protein dan seterusnya.

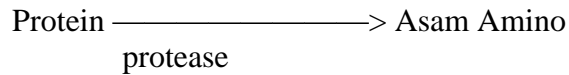
### 3.1. Sintesis Lemak dari Karbohidrat :

Glukosa diurai menjadi piruvat  $\longrightarrow$  gliserol.

Glukosa diubah  $\longrightarrow$  gula fosfat  $\longrightarrow$  asetilKo-A  $\longrightarrow$  asam lemak.

Gliserol + asam lemak  $\longrightarrow$  lemak.

### 3.2. Sintesis Lemak dari Protein:



Sebelum terbentuk lemak asam amino mengalami deaminasi lebih dahulu, setelah itu memasuki daur Krebs. Banyak jenis asam amino yang langsung ke asam piruvat  $\longrightarrow$  Asetil Ko-A.

Asam amino Serin, Alanin, Valin, Leusin, Isoleusin dapat terurai menjadi Asam pirovat, selanjutnya asam pirovat  $\longrightarrow$  gliserol  $\longrightarrow$  fosfogliseraldehid Fosfogliseraldehid dengan asam lemak akan mengalami esterifikasi membentuk lemak.

Lemak berperan sebagai sumber tenaga (kalori) cadangan. Nilai kalorinya lebih tinggi daripada karbohidrat. 1 gram lemak menghasilkan 9,3 kalori, sedangkan 1 gram karbohidrat hanya menghasilkan 4,1 kalori saja.

#### d. Sintesis Protein

- Sintesis protein yang berlangsung di dalam sel, melibatkan DNA, RNA dan Ribosom. Penggabungan molekul-molekul asam amino dalam jumlah besar akan membentuk molekul polipeptida. Pada dasarnya protein adalah suatu polipeptida.
- Setiap sel dari organisme mampu untuk mensintesis protein-protein tertentu yang sesuai dengan keperluannya. Sintesis protein dalam sel dapat terjadi karena pada inti sel terdapat suatu zat (substansi) yang berperan penting sebagai "pengatur sintesis protein". Substansi-substansi tersebut adalah DNA dan RNA.

## 2. Katabolisme (Dissimilasi),

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

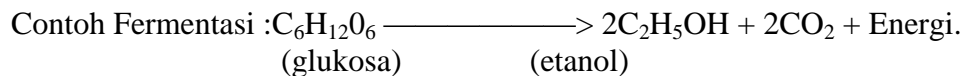
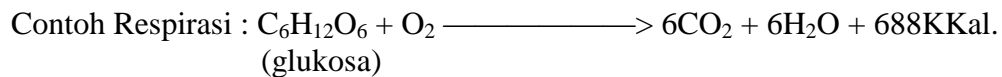
Contoh:



- 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 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.

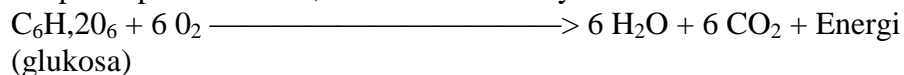
- Perubahan ATP menjadi ADP (Adenosin Tri Phosphat) diikuti dengan pembebasan energi sebanyak 7,3 kalori/mol ATP. Peristiwa perubahan ATP menjadi ADP merupakan reaksi yang dapat balik
- Katabolisme adalah reaksi pemecahan / pembongkaran senyawa kimia kompleks yang mengandung energi tinggi menjadi senyawa sederhana yang mengandung energi lebih rendah. Tujuan utama katabolisme adalah untuk membebaskan energi yang terkandung di dalam senyawa sumber. Bila pembongkaran suatu zat dalam lingkungan cukup oksigen (aerob) disebut **proses respirasi**, bila dalam lingkungan tanpa oksigen (anaerob) **disebut fermentasi**.



Respirasi yaitu suatu proses pembebasan energi yang tersimpan dalam zat sumber energi melalui proses kimia dengan menggunakan oksigen. Dari respirasi akan dihasilkan energi kimia ATP untuk kegiatan kehidupan, seperti sintesis (anabolisme), gerak, pertumbuhan.

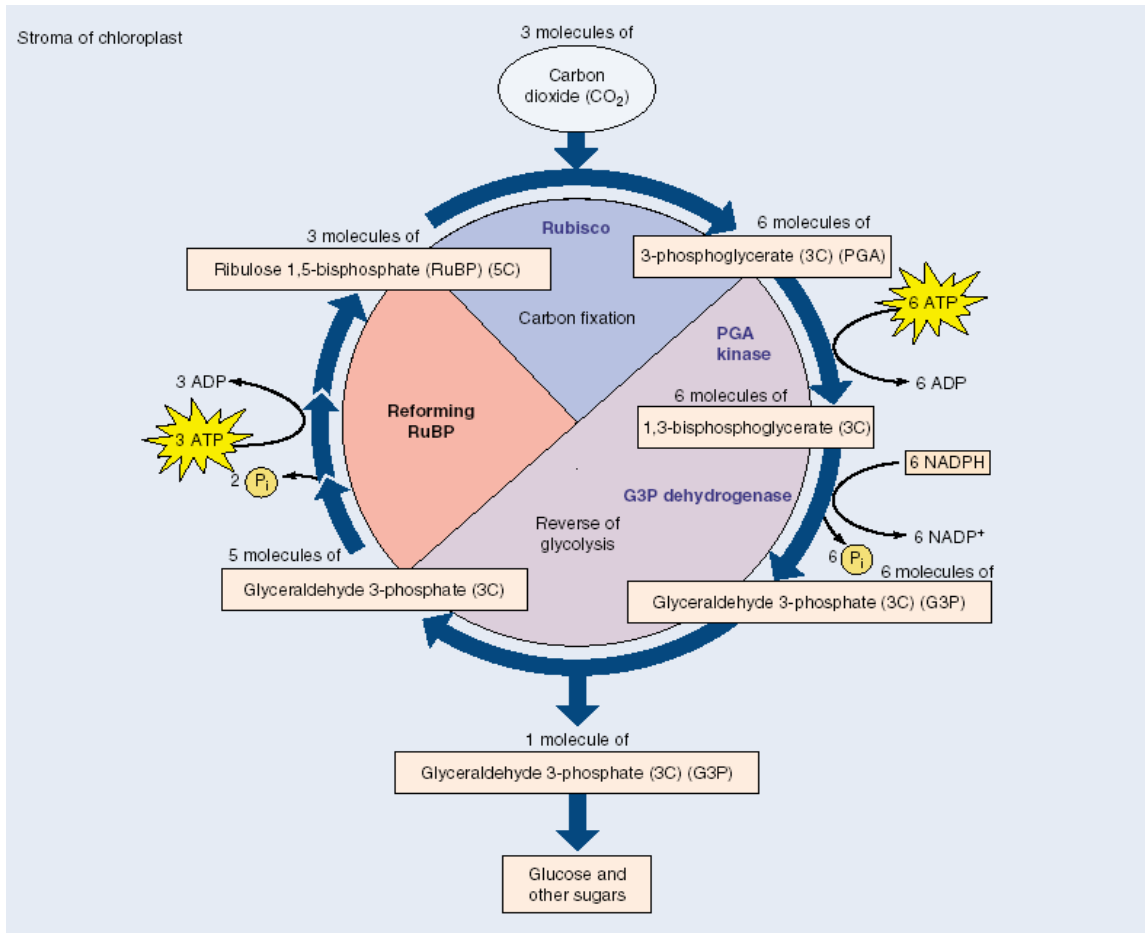
- Contoh:

Respirasi pada Glukosa, reaksi sederhananya:



Reaksi pembongkaran glukosa sampai menjadi  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{Energi}$ , melalui tiga tahap :

1. Glikolisis.
2. Daur Krebs.
3. Transpor elektron respirasi.



### 1. Glikolisis:

Peristiwa perubahan :

*Glukosa - Glukosa - 6 - fosfat - Fruktosa 1,6 difosfat - 3 fosfogliseral dehid (PGAL) / Triosa fosfat - Asam piruvat.*

Jadi hasil dari glikolisis :

- 1.1. 2 molekul asam piruvat.
- 1.2. 2 molekul NADH yang berfungsi sebagai sumber elektron berenergi tinggi.
- 1.3. 2 molekul ATP untuk setiap molekul glukosa.

### 2. Daur Krebs (daur trikarboksilat):

Daur Krebs (daur trikarboksilat) atau daur asam sitrat merupakan pembongkaran asam piruvat secara aerob menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  serta energi kimia.

### 3. Rantai Transportasi Elektron Respiratori:

Dari daur Krebs akan keluar elektron dan ion  $\text{H}^+$  yang dibawa sebagai  $\text{NADH}_2$  ( $\text{NADH} + \text{H}^+ + 1 \text{ elektron}$ ) dan  $\text{FADH}_2$ , sehingga di dalam mitokondria (dengan adanya siklus Krebs yang dilanjutkan dengan oksidasi melalui sistem pengangkutan elektron) akan terbentuk air, sebagai hasil sampingan respirasi selain  $\text{CO}_2$ .

Produk sampingan respirasi tersebut pada akhirnya dibuang ke luar tubuh melalui stomata pada tumbuhan dan melalui paru-paru pada peristiwa pernafasan hewan tingkat tinggi.

Ketiga proses respirasi yang penting tersebut dapat diringkas sebagai berikut:

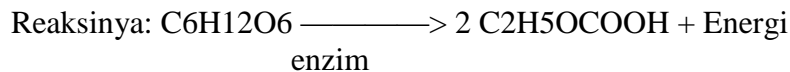
PROSES	AKSEPTOR	ATP
1. Glikolisis Glukosa $\longrightarrow$ 2 asam piruvat	2 NADH	2 ATP
2. Siklus Krebs: 2 asetil piruvat $\longrightarrow$ 2 asetil KoA + 2 CO <sub>2</sub>	2 NADH	2 ATP
2 asetil KoA $\longrightarrow$ 4 CO <sub>2</sub>	6 NADH	2 FADH <sub>2</sub>
3. Rantai transpor elektron respirator:  10 NADH + 502 $\longrightarrow$ 10 NAD <sup>+</sup> + 10 H <sub>2</sub> O		30 ATP
2 FADH <sub>2</sub> + O <sub>2</sub> $\longrightarrow$ 2 PAD + 2 H <sub>2</sub> O		4 ATP
	Total	38 ATP

- **Kesimpulan :**  
Pembongkaran 1 mol glukosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) + O<sub>2</sub>  $\longrightarrow$  6 H<sub>2</sub>O + 6 CO<sub>2</sub> menghasilkan energi sebanyak 38 ATP.
- Pada kebanyakan tumbuhan dan hewan respirasi yang berlangsung adalah respirasi aerob, namun demikian dapat saja terjadi respirasi aerob terhambat pada sesuatu hal, maka hewan dan tumbuhan tersebut melangsungkan proses fermentasi yaitu proses pembebasan energi tanpa adanya oksigen, nama lainnya adalah **respirasi anaerob**.

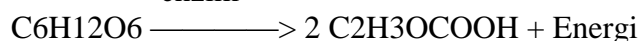
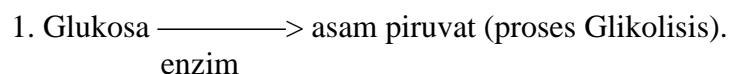
Dari hasil akhir fermentasi, dibedakan menjadi **fermentasi asam laktat/asam susu** dan **fermentasi alkohol**.

#### A. Fermentasi Asam Laktat

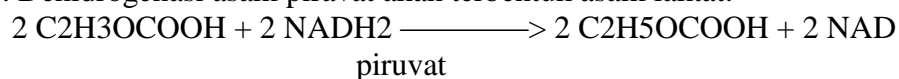
Fermentasi asam laktat yaitu fermentasi dimana hasil akhirnya adalah asam laktat. Peristiwa ini dapat terjadi di otot dalam kondisi anaerob.



Prosesnya :



2. Dehidrogenasi asam piruvat akan terbentuk asam laktat.



## dehidrogenasa

Energi yang terbentuk dari glikolisis hingga terbentuk asam laktat :  
 $8 \text{ ATP} - 2 \text{ NADH}_2 = 8 - 2(3 \text{ ATP}) = 2 \text{ ATP}$ .

### B. Fermentasi Alkohol

Pada beberapa mikroba peristiwa pembebasan energi terlaksana karena asam piruvat diubah menjadi asam asetat + CO<sub>2</sub> selanjutnya asam asetat diubah menjadi alkohol.

Dalam fermentasi alkohol, satu molekul glukosa hanya dapat menghasilkan 2 molekul ATP, dibandingkan dengan respirasi aerob, satu molekul glukosa mampu menghasilkan 38 molekul ATP.

Reaksinya :

1. Gula (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) —————> asam piruvat (glikolisis)
2. Dekarboksilasi asam piruvat.

Asampiruvat —————> asetaldehid + CO<sub>2</sub>.

piruvat dekarboksilase (CH<sub>3</sub>CHO)

3. Asetaldehid oleh alkohol dihidrogenase diubah menjadi alkohol (etanol).

$2 \text{ CH}_3\text{CHO} + 2 \text{ NADH}_2 \text{ —————> } 2 \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{ NAD}$ .

alkohol dehidrogenase  
enzim

Ringkasan reaksi :

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ —————> } 2 \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{ CO}_2 + 2 \text{ NADH}_2 + \text{Energi}$

### C. Fermentasi Asam Cuka

Fermentasi asam cuka merupakan suatu contoh fermentasi yang berlangsung dalam keadaan aerob. Fermentasi ini dilakukan oleh bakteri asam cuka (*Acetobacter aceti*) dengan substrat etanol.

Energi yang dihasilkan 5 kali lebih besar dari energi yang dihasilkan oleh fermentasi alkohol secara anaerob.

Reaksi:

aerob

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ —————> } 2 \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH} \text{ —————> } 2 \text{ CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} + 116 \text{ kal}$

(glukosa)                      bakteri asam cuka    asam cuka

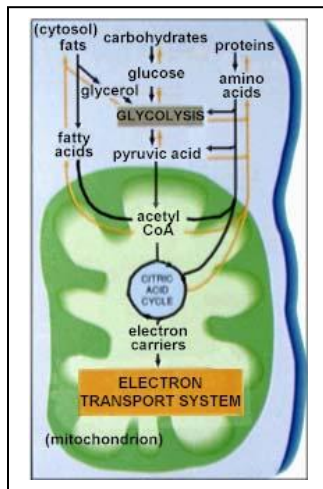
#### **D. Keterkaitan Proses Katabolisme dan Anabolisme**

- Proses katabolisme dan anabolisme dalam suatu organisme berlangsung secara kontinyu dan bersamaan. Keduanya merupakan proses pengubahan energi sehingga energi dalam tubuh organisme tersebut tetap tersedia.
- Tumbuhan hijau sebagai organisme fotoautotrof menyediakan sumber energi kimia bagi organisme heterotrof, sebaliknya organisme heterotrof akan melepaskan sisa metabolisme berupa CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O yang akan dimanfaatkan kembali oleh tumbuhan hijau untuk proses fotosintesis.
- Secara ekologis terdapat hubungan antara tumbuhan hijau sebagai produsen dan hewan sebagai konsumen dalam proses transformasi energi. Dalam tubuh individu organisme itu sendiri terjadi proses penyusunan dan pembongkaran zat untuk transformasi energi.
- Dalam tumbuhan hijau, mereka menyusun makanannya sendiri melalui proses fotosintesis. Selanjutnya ia juga memanfaatkan senyawa kimia yang terbentuk dari fotosintesis tersebut untuk proses respirasi sel guna menghasilkan energi. Bahkan mungkin kalian pernah mengamati beberapa tumbuhan dapat menyimpan cadangan makanannya sebagai energi cadangan, yang tersimpan dalam bentuk umbi-umbian. Begitu pula dalam tubuh hewan, termasuk dalam tubuh manusia terjadi proses penyusunan dan pembongkaran zat tersebut. Disamping ada proses respirasi protein (katabolisme) untuk memperoleh energi, juga terjadi proses penyusunan (sintesis) protein yang penting untuk tersedianya protein guna membangun sel atau jaringan yang rusak dan sebagai pembangun struktur jaringan tubuh. Demikian pula sintesis lemak dan pembongkaran lemak, merupakan dua proses yang saling berkaitan satu sama lain.



## E. Keterkaitan Metabolisme Karbohidrat, Lemak, dan Protein

Proses metabolisme karbohidrat, protein dan lemak dalam sel tubuh manusia, satu sama lain saling terkait. Ketiga proses metabolisme tersebut akan melewati senyawa asetil CO-A, sebagai senyawa antara untuk memasuki siklus Krebs. Begitu pula apabila terjadi kelebihan sintesis glukosa, maka dalam tubuh akan diubah menjadi senyawa lemak sebagai cadangan energi.



Gambar diagram hubungan antara metabolisme karbohidrat, protein dan lemak

## F. Enzim

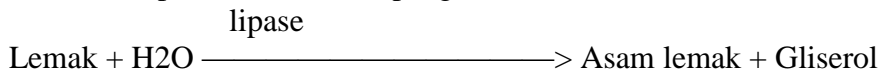
Enzim merupakan biokatalisator / katalisator organik yang dihasilkan oleh sel. Struktur enzim terdiri dari:

- **Apoenzim**, yaitu bagian enzim yang tersusun dari protein, yang akan rusak bila suhu terlampaui (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), SITOKROM.
- 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, reaksinya 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.



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**.

Pada reaksi enzimatis terdapat zat yang mempengaruhi reaksi, yakni **aktivator dan inhibitor**, **aktivator** dapat mempercepat jalannya reaksi,

contoh aktivator enzim: ion  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , zat organik seperti koenzim-A.

Inhibitor akan menghambat jalannya reaksi enzim. Contoh inhibitor : CO, Arsen, Hg, Sianida.

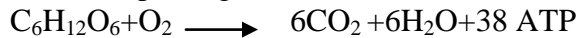
## Contoh soal dan pembahasan :

1. Proses respirasi gula secara aerob berbeda dari fermentasi alkohol. Karena pada fermentasi alkohol tidak

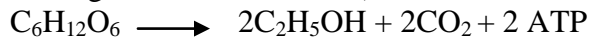
- (1) Dihasilkan CO<sub>2</sub>
- (2) Dihasilkan ATP
- (3) Diperlukan enzim
- (4) Dibentuk H<sub>2</sub>O

Pembahasan :

Proses respirasi gula secara aerob:



Sedangkan secara anaerob (fermentasi alkohol)



Jadi pada fermentasi alkohol tidak dihasilkan air.

Jawaban: D

Sumber: UMPTN 1994

1. Respirasi anaerob yang berlangsung dalam sel ragi

- (1) Menghasilkan energi dan air
- (2) Memerlukan gula dan enzim
- (3) Memerlukan gula dan oksigen
- (4) Menghasilkan alcohol dan karbondioksida

Pembahasan:

Respirasi anaerob yang berlangsung dalam sel ragi sebagai berikut:



- Memerlukan gula dan enzim
- Menghasilkan alcohol dan karbondioksida

Pernyataan (2) dan (4) yang betul.

Jawaban: C

Sumber: SPMB 2003

2. Enzim bekerja secara spesifik. Kerja enzim tersebut sangat dipengaruhi oleh.

- (1) Suhu lingkungan
- (2) pH medium
- (3) Konsentrasi substrat
- (4) Jenis substrat

Pembahasan:

Kerja enzim sangat dipengaruhi oleh:

1. Suhu lingkungan
2. pH medium
3. Konsentrasi substrat
4. Jenis substrat

Jawaban : E

Sumber : UMPTN 1999

1. Oksigen yang dihasilkan pada proses fotosintesis berasal dari ...
  - A. fotorespirasi
  - B. fosforilasi
  - C. fotolisis air
  - D. reduksi karbon dioksida
  - E. glikolisis

Pembahasan :

Dalam proses fotosintesis diperlukan bahan baku berupa  $H_2O$  dan  $CO_2$ .  $H_2O$  akan diproses dengan cara diurai menjadi  $2H^+$  dan  $OH^-$  yang nantinya  $OH^-$  ini akan diubah menjadi  $O_2$  proses ini dinamakan Fotolisis air. Sedangkan  $CO_2$  akan diproses dalam siklus Calvin-Benson untuk diubah menjadi molekul glukosa. Jadi  $O_2$  yang dihasilkan pada fotosintesis berasal dari fotolisis air.

JAWABAN : C. Fotolisis air

2. Yang bertindak sebagai akseptor elektron terakhir pada peristiwa transpor elektron respirasi gula secara aerob ...
  - A.  $NADH_2$
  - B.  $FADH_2$
  - C.  $O_2$
  - D. SITOKROM
  - E. KOENZIM Q

Respirasi aerob adalah proses respirasi yang akseptor elektron terakhirnya adalah oksigen.

JAWABAN : C.  $O_2$

3. Pada tumbuhan kegiatan metabolisme yang tidak asimilasi adalah:
  - A. fotosintesis
  - B. penambahan N
  - C. pembentukan gula
  - D. kemosintesis
  - E. respirasi

Pembahasan:

Metabolisme adalah reaksi kimia di dalam tubuh makhluk hidup.

Metabolisme disebut Anabolisme bila merupakan proses penyusunan/sintesa. Dan disebut Katabolisme bila merupakan proses perombakan.

Asimilasi adalah proses Anabolisme, yaitu mensintesa zat organik dari zat anorganik. Asimilasi disebut fotosintesa jika prosesnya berlangsung dengan bantuan energi matahari, dan disebut kemosintesa, jika berlangsung dengan bantuan energi kimia.

Respirasi adalah proses katabolisme karena merupakan proses perombakan karbohidrat untuk melepaskan energi.

JAWABAN :E.respirasi

4. Enzim sebagai biokatalisator memiliki ciri khas yaitu
- A. Dapat memperlambat atau mempercepat suatu reaksi
  - B. memacu pembentukan energy otot
  - C. hanya dapat bekerja bila tersedia energy ATP
  - D. bekerja pada substrat tertentu
  - E. mempercepat gerakan molekul lemak

Pembahasan:

Enzim adalah suatu senyawa yang khas yang dapat menurunkan energi aktivasi suatu reaksi sehingga reaksi dapat berlangsung dengan cepat. Enzim bekerja sangat khas hanya bekerja pada satu jenis substrat tertentu, tidak ikut bereaksi, dan memiliki syarat tertentu agar dapat bekerja secara optimal.

JAWABAN : D. bekerja pada substrat tertentu

5. Hasil akhir dari hasil glikolisis adalah
- A. alcohol
  - B. asam laktat
  - C.asetil Co-A
  - D. asam sitrat
  - E. asam piruvat

Pembahasan:

Glikolisis merupakan tahap awal dari respirasi sel yang terjadi pada sitoplasma. Pada proses glikolisis terjadi serangkaian reaksi enzimatik yang merubah glukosa menjadi dua molekul piruvat yang nantinya akan bergabung dengan asetil koenzim A yang akan masuk siklus krebs.

JAWABAN : E. asam piruvat

6. Bila dalam siklus krebs dihasilkan 8 NADH<sub>2</sub> dan 2 molekul FADH<sub>2</sub>, maka setelah melalui transfer electron akan dihasilkan ATP sejumlah
- A. 10
  - B. 20
  - C. 28
  - D. 30
  - E. 32

Pembahasan

Setiap satu molekul FADH<sub>2</sub> akan menghasilkan 2 molekul ATP, sedangkan setiap satu molekul NADH<sub>2</sub> akan menghasilkan 3 molekul ATP. Maka jumlah totalnya :

$$8 \text{ NADH}_2 = 24 \text{ ATP}$$

$$2 \text{ FADH}_2 = 4 \text{ ATP}$$

$$\text{Jumlah total} = 28 \text{ ATP}$$

JAWABAN : C

Sumber: Ganesha operation

7. Proses yang terjadi pada sel ragi berikut ini :



1. katabolisme
2. respirasi anaerob
3. fermentasi alkohol
4. eksergonik

Pembahasan:

reaksi

$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{enzim}} 2C_2H_5OH + 2CO_2 + \text{energi}$ , merupakan reaksi anaerob fermentasi alkohol karena dihasilkan alkohol, serta reaksi ini merupakan reaksi katabolisme glukosa yang dilakukan oleh bakteri atau jamur.

JAWABAN : A

8. Persamaan yang dimiliki fermentasi alkohol dan fermentasi asam laktat

1. anaerob
2. tahap glikolisis
3. dihasilkan 2 ATP
4. dilakukan oleh bakteri

Pembahasan:

Fermentasi alcohol : dilakukan oleh bakteri atau jamur, dihasilkan alcohol, CO<sub>2</sub> dan menghasilkan 2 ATP. Dan dilakukan secara anaerob

fermentasi asam laktat: dilakukan dalam sel-sel otot manusia, dihasilkan asam laktat, berlangsung secara anaerob dan melalui jalur glikolisis dan hanya menghasilkan 2 ATP

JAWABAN : B

9. Senyawa berenergi tinggi yang dihasilkan dalam proses glikolisis dan siklus krebs adalah

1. FADH<sub>2</sub>
2. NADH<sub>2</sub>
3. ATP
4. ADP

Pembahasan:

Senyawa berenergi tinggi yang dihasilkan pada siklus krebs adalah 2 ATP, 2 FADH<sub>2</sub>, dan 6 NADH<sub>2</sub>.

JAWABAN : A

10. Reaksi pengikatan (fiksasi) CO<sub>2</sub> dalam fotosintesis memerlukan

1. klorofil dan asam fosfoglisarat
2. energy dari ATP
3. energy dari cahaya

#### 4. enzim dan ribulosadifosfat

Pembahasan:

Fotosintesis mengalami dua tahapan reaksi:

- reaksi fotolisis/ penguraian  $H_2O$ / reaksi terang. Berlangsung di tylakoid, reaksi ini memerlukan klorofil, cahaya matahari, enzim-enzim fotosintesis, NADP
- reaksi pengikatan  $CO_2$ / fiksasi  $CO_2$ / reaksi gelap, berlangsung di stroma. Reaksi ini memerlukan  $CO_2$ , ATP, RDP, NADPH<sub>2</sub>

JAWABAN : C

11. Tahap reaksi gelap dari tahap proses fotosintesis merupakan kelanjutan reaksi terang.

S E B A B

Semua produk dari reaksi terang dimanfaatkan pada reaksi gelap

Pembahasan:

Reaksi gelap tidak akan terjadi tanpa adanya reaksi terang terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan pada reaksi gelap membutuhkan ATP dan NADPH yang disintesis pada reaksi terang

JAWABAN : B

12. Tahapan proses respirasi yang paling banyak menghasilkan energi (ATP) adalah transport elektron.

S E B A B

Akseptor terakhir ion hidrogen pada transport elektron adalah oksigen.

Pembahasan:

Tahapan respirasi yang paling banyak menghasilkan ATP adalah transport elektron, karena pada tahap ini elektron-elektron dalam bentuk ion hidrogen yang berikatan dengan FAD dan NAD dibebaskan dan akseptor terakhir proses transport ini adalah oksigen.

JAWABAN : B

13. Proses pembentukan karbohidrat dalam sel tumbuhan berlangsung dalam kloroplas.

S E B A B

Di dalam kloroplas terdapat klorofil dan enzim yang diperlukan untuk pembentukan karbohidrat.

Pembahasan:

Proses pembentukan karbohidrat adalah proses fotosintesis yang berlangsung dengan energi matahari, klorofil, dan enzim. Tempat klorofil adalah kloroplas yang disebut plastida

JAWABAN : A

14. Pada respirasi anaerob, dihasilkan 2 molekul ATP

## SEBAB

Asam laktat yang dihasilkan pada proses respirasi aerob merupakan hasil reduksi asam piruvat

Pembahasan:

Respirasi anaerob adalah respirasi yang akseptor elektronnya bukan oksigen. Pada respirasi anaerob hanya dihasilkan 2 ATP. Contoh respirasi anaerob : fermentasi alkohol dan fermentasi asam laktat

JAWABAN : C

## LATIHAN SOAL UJI KOMPETENSI BAB METABOLISME

### Bagian I: Pilihan ganda

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat dengan cara menyilang (X) huruf yang sesuai pada lembar jawaban.

1. Kelompok organisme yang menggunakan bahan anorganik dan energi cahaya matahari untuk membentuk zat organik disebut ORGANISME :
  - a. fotoorganotrof
  - b. kemoototrof
  - c. holotrof
  - d. fotoautotrof
  - e. methanotrof
2. Pada tumbuhan hijau proses fotosintesis berlangsung dalam organel sel...
  - a. mitokondria
  - b. klorofil
  - c. lisosom
  - d. kloroplas
  - e. tilakoid
3. Reaksi terang (fotolisis) pada proses fotosintesis tumbuhan hijau berlangsung dalam
  - a. plastida
  - b. tilakoid
  - c. stroma
  - d. grana
  - e. mitokondria
4. Reaksi yang menggunakan cahaya yang terjadi pada klorofil disebut ....
  - a. reaksi Calvin
  - b. reaksi gelap
  - c. reaksi terang
  - d. reaksi Blackmann
  - e. reaksi Reversibel



5. Fotosistem I sensitif terhadap cahaya dengan panjang gelombang :
  - a. 680 nm dan 700 nm
  - b. 700 nm dan 580 nm
  - c. 580 nm dan 680 nm
  - d. 700 nm
  - e. 680 nm
  
6. Proses awal dari suatu fotosintesis adalah...
  - a. energi cahaya diserap, elektron terbentuk
  - b. energi cahaya diserap, fotosistem terurai
  - c. energi cahaya diserap, air terurai
  - d. energi cahaya diserap, elektron terereksitasi
  - e. elektron terurai dari klorofil
  
7. Elektron dapat berpindah dari suatu tempat dan kembali ketempat semula dinamakan....
  - a. elektron litik
  - b. elektron siklik
  - c. elektron nonsiklik
  - d. fotofosforilasi
  - e. termofilik
  
8. Fiksasi CO<sub>2</sub> dilakukan oleh.....
  - a. ATP
  - b. APG
  - c. RDP
  - d. NADH
  - e. PGAL
  
9. Pada perubahan asam fosfogliserat (PGA) mengalami fosforilasi menjadi asam difosfogliserat (PGAL).....
  - a. dibutuhkan ATP
  - b. dibuatkan ATP
  - c. dikeluarkan NADPH
  - d. dikeluarkan ATP dan NADPH
  - e. dibutuhkan ATP dan dikeluarkan NADPH
  
10. Kemosintesis dapat berlangsung dengan bantuan energi kimia dengan cara :
  - a. reaksi reduksi
  - b. reaksi oksidasi
  - c. reaksi oksidasi dan reduksi
  - d. reaksi terang
  - e. reaksi gelap

## **Bagian II: Pilihan majemuk**

- A. Jika 1,2 dan 3 benar**
- B. Jika 1 dan 3 benar**
- C. Jika 2 dan 4 benar**
- D. Jika 4 saja yang benar**
- E. Jika semua pernyataan benar**

1. Pada perjalanan elektron siklik akan.....
  1. dihasilkan ATP
  2. melibatkan fotosistem II
  3. melibatkan fotosistem I
  4. dihasilkan ATP dan NADPH
  
2. Unit yang mampu menangkap cahaya matahari dalam fotosintesis adalah...
  1. aseptor elektron
  2. kompleks antene
  3. fotosistem
  4. klorofil
  
3. Yang berperan dalam pengangkutan elektron adalah.....
  1. NADH
  2. FAD
  3. sitokrom
  4. klorofil
  
4. ATP dihasilkan di.....
  1. klorofil
  2. di membran dalam mitokondria
  3. selama reaksi rantai elektron respiratori
  4. pada siklus Calvin
  
5. Karbohidrat yang dihasilkan pda fotosintesis berperan dalam....
  1. pembentukan lipid
  2. sumber energi
  3. pembentukan protein
  4. penyusunan dinding sel
  
6. Lemak dapat disintesa dari zat....
  1. protein
  2. asetil CoA
  3. karbohidrat
  4. mineral
  
7. Mikroorganisme yang dapat melakukan kemosintesis adalah....
  1. Nitrosomonas
  2. bakteri besi
  3. Nitrobacter
  4. bakterio ungu
  
8. Pada metabolisme terjadi penyusunan senyawa sederhana menjadi senyawa kompleks, proses tersebut dinamakan :

1. katabolisme
  2. sintesis
  3. respirasi
  4. anabolisme
8. Pada proses fermentasi oleh jamur Saccharomyces terjadi reaksi kimia berikut:  

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 28 \text{ kkal}$$
 Berdasarkan reaksi kimia di atas dapat disimpulkan bahwa reaksi tersebut
- a. Merupakan reaksi anaerob
  - b. Merupakan proses katabolisme
  - c. Menghasilkan alkohol
  - d. Merupakan proses anabolisme

**Bagian III: Pilihan sebab akibat**

- a. Jika pernyataan benar, alasan benar ada hubungan
- b. Jika pernyataan benar alasan benar tak ada hubungan
- c. Jika pernyataan benar, alasan salah
- d. Jika pernyataan salah, alasan benar
- e. Jika keduanya salah

1. ATP merupakan wujud dari energi kimia.

SEBAB

ATP mengandung ikatan fosfat sebanyak tiga gugus.

2. Enzim adalah biokatalisator.

SEBAB

Enzim memungkinkan terjadinya reaksi kimia.

3. Bakteri nitrit adalah bakteri kemototrof yang hidup dalam tanah.

SEBAB

Energi yang diperoleh dari hasil oksidasi asam nitrit digunakan oleh bakteri nitrit untuk mensintesis karbohidrat.

4. Glukosa merupakan produk anabolisme.

SEBAB

Glukosa merupakan hasil reaksi molekul-molekul yang lebih sederhana.

5. Karbohidrat adalah hasil suatu katabolisme.

SEBAB

Pembentukan glukosa memerlukan katalisator.

**Bagian IV: Essay**

1. Apa yang dimaksud dengan enzim dan apa fungsi enzim tersebut ? Mengapa enzim disebut sebagai biokatalisator, jelaskan !
2. Jelaskan dua tahap fotosintesis pada tumbuhan ? Apa hubungan antara reaksi terang dan reaksi gelap ? jelaskan !
3. Jelaskan mengapa pada daun yang ditutup kertas karbon, apabila ditetesi larutan lugol (yodium) tidak berubah menjadi warna biru-kehitaman ? jelaskan proses ini yang kaitannya dengan fotosintesis ?
4. Mengapa pada waktu malam hari tumbuhan hijau yang ada di ruangan tengah atau di kamar rumah kalian harus dikeluarkan ? jelaskan !
5. Jelaskan hubungan antara proses anabolisme dan katabolisme dengan memberikan contoh !