



## METABOLISME 2

### LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) DIGITAL

NAMA :

NIS :

KELAS :

*Biologi XII*

## PENDAHULUAN

### A. Identitas LKPD

Mata Pelajaran : Biologi

Kelas/Semester : XII /1

Alokasi Waktu : 12 x 45 Menit

Materi : Metabolisme 2 (Katabolisme)

### B. Kompetensi Dasar

3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup.

4.2 Menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme kerja enzim, fotosintesis, dan respirasi anaerob.

### C. Materi Pembelajaran

Materi pembelajaran pada Bab Metabolisme ini terbagi menjadi 3 kegiatan pembelajaran terdiri dari:

1. Metabolisme dan Enzim
2. Katabolisme
3. Anabolisme

### D. Petunjuk Penggunaan Lembar Kerja

Anak-anak, Supaya kalian berhasil mencapai kompetensi dalam mengerjakan LKPD ini, ikuti petunjuk – petunjuk berikut :

1. Pahami setiap materi yang diuraikan dalam LKPD ini, sehingga memudahkan kalian untuk mengerjakan tugas dan penilaian dengan hasil yang maksimal.
2. Jawablah latihan soal yang diberikan dengan baik,
3. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik .
4. Catatlah kesulitan kesulitan yang kalian temui dalam LKPD ini untuk dikonsultasikan ke guru mata pelajaran

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

### KATABOLISME

#### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan kalian dapat menjelaskan tentang:

1. Respirasi aerob menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya
2. Respirasi anaerob/ fermentasi menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya

#### B. Uraian Materi

##### KATABOLISME

Katabolisme merupakan rangkaian reaksi kimia yang berkaitan dengan proses pembongkaran, penguraian atau pemecahan molekul/senyawa kompleks menjadi lebih sederhana dengan bantuan enzim. Penguraian senyawa ini menghasilkan energi berupa ATP yang tersimpan pada molekul dan biasa digunakan organisme untuk beraktivitas. Katabolisme mempunyai dua fungsi, yaitu menyediakan bahan baku untuk sintesis molekul lain, dan menyediakan energi kimia yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas sel. Reaksi yang umum terjadi adalah reaksi oksidasi. Reaksi kimianya membebaskan energi sehingga disebut sebagai reaksi eksergonik. Energi yang dilepaskan oleh reaksi katabolisme disimpan dalam bentuk fosfat, terutama dalam bentuk ATP (Adenosin trifosfat) dan berenergi elektron tinggi NADH<sub>2</sub> (Nikotilamid adenine dinukleotida) serta FADH<sub>2</sub> (Flavin adenin dinukleotida). Contoh katabolisme adalah respirasi. Berdasarkan kebutuhan akan oksigen, katabolisme dibagi menjadi dua, yaitu: Respirasi aerob dan Respirasi anaerob.

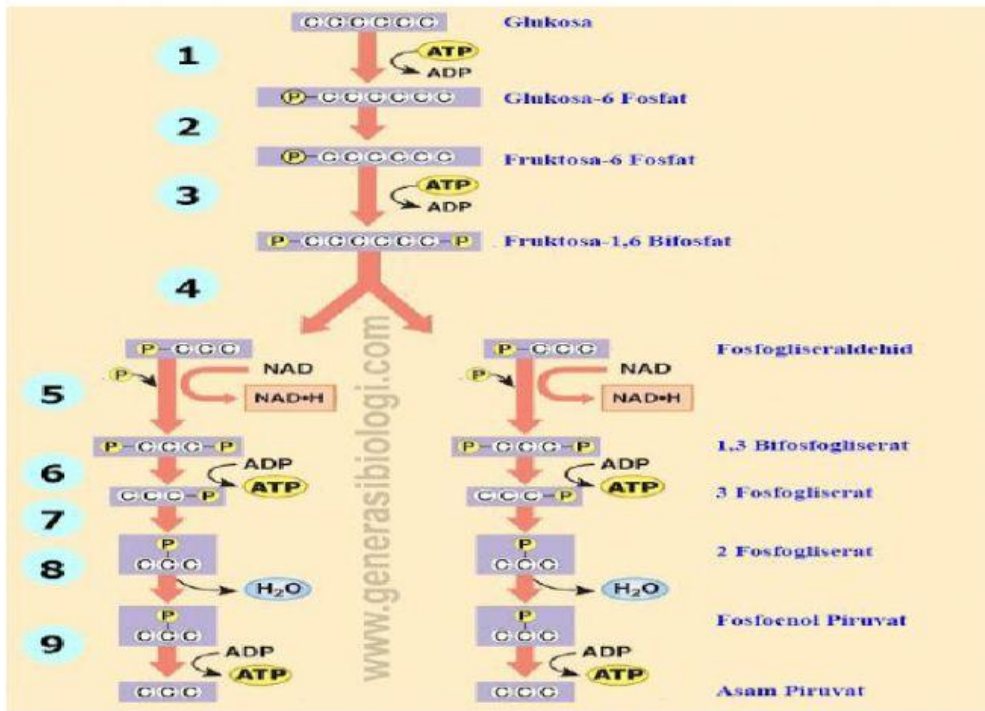
##### 1. Respirasi Aerob

Respirasi aerob adalah respirasi yang membutuhkan oksigen bebas dari udara untuk menghasilkan energi. Contoh respirasi aerob adalah Respirasi Sel. Semua makhluk hidup melakukan respirasi dan tidak hanya berupa pengambilan udara secara langsung. Respirasi dalam kaitannya dengan pembentukan energi dilakukan di dalam sel. Oleh karena itu, prosesnya dinamakan respirasi sel. Organel sel yang berfungsi dalam menjalankan tugas pembentukan energi ini adalah mitokondria. Respirasi aerob dapat dibedakan menjadi empat tahap, yaitu: 1) glikolisis, 2) dekarboksilasi oksidatif 3) siklus krebs 4) transport elektron.

Untuk memahami tahapan-tahapan tersebut, cermati uraian berikut ini.

##### 1. Glikolisis

Glikolisis adalah peristiwa perubahan molekul glukosa (6 atom C) menjadi 2 molekul yang lebih sederhana, yaitu asam piruvat (3 atom C). Glikolisis terjadi dalam sitoplasma sel. Prosesnya terdiri atas beberapa langkah, seperti pada gambar berikut:



Gambar 1: Glikolisis Generasi Biologi.com

Peristiwa glikolisis menunjukkan perubahan dari glukosa, kemudian makin berkurang kekomplekan molekulnya dan berakhir sebagai molekul asam piruvat. Produk penting glikolisis dari 1 molekul glukosa adalah: - 2 molekul asam piruvat - 2 molekul NADH sebagai sumber elektron berenergi tinggi - 2 molekul ATP

**2. Dekarboksilasi oksidatif**

Dekarboksilasi oksidatif asam piruvat berlangsung dalam matriks mitokondria dan merupakan reaksi kimia yang mengawali siklus krebs. Setiap asam piruvat yang dihasilkan kemudian akan diubah menjadi Asetil-KoA (koenzim-A). Asam piruvat ini akan mengalami dekarboksilasi sehingga gugus karboksil akan hilang sebagai CO<sub>2</sub> dan akan berdifusi keluar sel. Dua gugus karbon yang tersisa kemudian akan mengalami oksidasi sehingga gugus hydrogen dikeluarkan dan ditangkap oleh akseptor elektron NAD<sup>+</sup>.

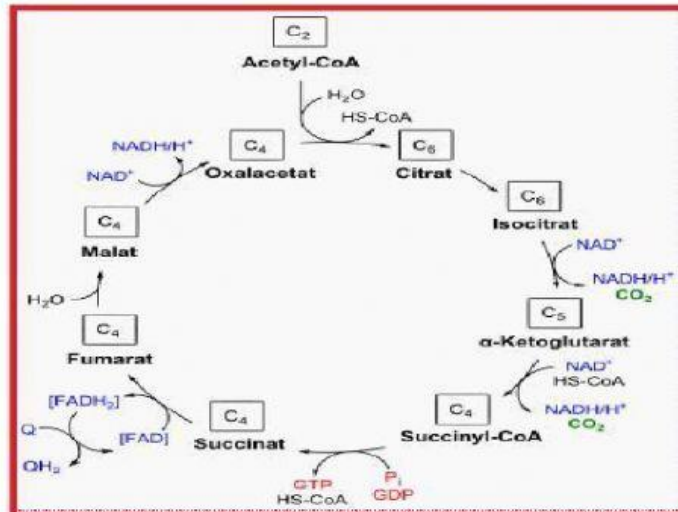
Gugus yang terbentuk, kemudian ditambahkan koenzim-A sehingga menjadi asetil-KoA. Hasil akhir dari proses dekarboksilasi oksidatif ini akan menghasilkan 2 asetil-KoA dan 2 molekul NADH. Pembentukan asetil-KoA memerlukan kehadiran vitamin B1.



Gambar 2. Tahap Dekarboksilasi Oksidatif biologiedukasi.com

### 3. Siklus Krebs

Siklus krebs merupakan tahap ketiga respirasi aerob. Nama siklus ini berasal dari nama orang yang menemukan reaksi respirasi aerob ini, yaitu Hans Krebs. Siklus ini disebut juga siklus asam sitrat. Siklus krebs berlangsung di dalam mitokondria pada kelompok eukariota sedangkan pada kelompok prokariota berlangsung didalam sitoplasma.

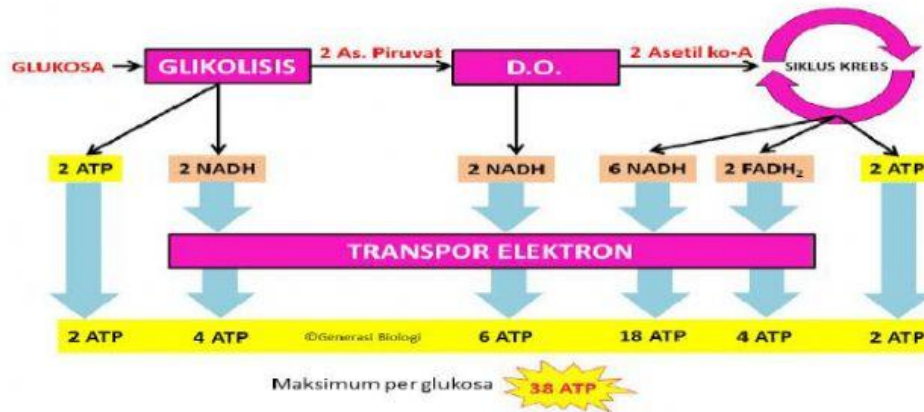


Gambar 3. Tahap Siklus Krebs Biologi Gonzaga

Dapat disimpulkan bahwa siklus krebs merupakan tahap ketiga dalam respirasi aerob yang mempunyai tiga fungsi, yaitu menghasilkan NADH, FADH<sub>2</sub>, ATP serta membentuk kembali oksaloasetat. Oksaloasetat ini berfungsi untuk siklus Krebs selanjutnya. Dalam siklus krebs, dari setiap 1 molekul glukosa akan dihasilkan 6 NADH, 2 FADH<sub>2</sub>, dan 2 ATP.

### 4. Transpor Elektron

Transpor elektron merupakan serangkaian peristiwa pemindahan electron dan ion hidrogen (H<sup>+</sup>). Selama tiga proses sebelumnya, dihasilkan beberapa reseptor elektron yang bermuatan akibat penambahan ion hidrogen. Reseptor-reseptor ini kemudian akan masuk ke transfer elektron untuk membentuk suatu molekul berenergi tinggi, yaitu ATP. Reaksi ini berlangsung di dalam membran mitokondria. Reaksi ini berfungsi membentuk energi selama oksidasi yang dibantu oleh enzim pereduksi. Reaksinya kompleks, tetapi yang berperan penting adalah NADH, FAD, dan molekul-molekul khusus, seperti Flavo protein, ko-enzim Q, serta beberapa sitokrom. Dikenal ada beberapa sitokrom, yaitu sitokrom C1, C, A, B, dan A3. Elektron berenergi pertama-tama berasal dari NADH, kemudian ditransfer ke FMN (Flavine Mono Nukleotida), selanjutnya ke Q, sitokrom C1, C, A, B, dan A3, lalu berikatan dengan H yang diambil dari lingkungan sekitarnya. Sampai terjadi reaksi terakhir yang membentuk H<sub>2</sub>O. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 4. Tahap Transpor Elektron Sumber: [sainstecno.net](http://sainstecno.net)

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa selama proses respirasi aerob dihasilkan sekitar 38 ATP dengan rincian sebagai berikut:

Proses	Masukan Energi	Hasil
Glikolisis	2 ATP + 2 NADH ( 2 x 3 ATP )	8 ATP
Dekarboksilasi Oksidatif	2 NADH ( 2 x 3 ATP )	6 ATP
Siklus Krebs	2 ATP + 6 NADH ( 6 x 3 ATP ) + 2 FADH <sub>2</sub> ( 2 x 2 ATP )	24 ATP
Jumlah Energi yang dihasilkan		38 ATP

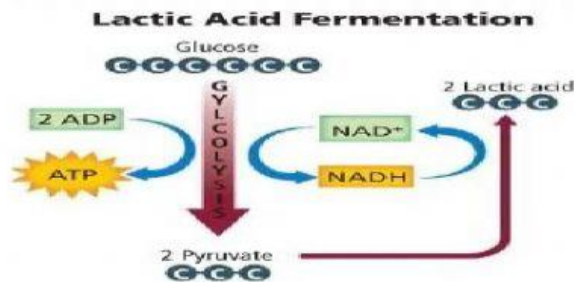
## 2. Respirasi anaerob

Respirasi anaerob adalah respirasi yang tidak membutuhkan oksigen untuk menghasilkan energi. Respirasi anaerob merupakan respirasi yang tidak menggunakan oksigen sebagai penerima akhir pada saat pembentukan ATP. Respirasi anaerob juga menggunakan glukosa sebagai substrat. Respirasi anaerob sering disebut juga fermentasi. Organisme yang melakukan fermentasi di antaranya adalah bakteri dan protista yang hidup di rawa, lumpur, makanan yang diawetkan, atau tempat-tempat lain yang tidak mengandung oksigen. Beberapa organisme dapat berespirasi menggunakan oksigen, tetapi dapat juga melakukan fermentasi. Organisme seperti ini melakukan fermentasi jika lingkungannya miskin oksigen. Sebagai contoh, sel-sel otot dapat melakukan respirasi anaerob jika kekurangan oksigen. Pada fermentasi, glukosa dipecah menjadi 2 molekul asam piruvat, 2 NADH, dan terbentuk 2 ATP. Tetapi, fermentasi tidak bereaksi secara sempurna memecah glukosa menjadi karbondioksida dan air, serta ATP yang dihasilkan pun tidak sebesar ATP yang dihasilkan dari glikolisis. Dari produk yang dihasilkan fermentasi dibedakan menjadi 2 yaitu: Fermentasi asam laktat dan fermentasi alkohol

### 1. Fermentasi asam laktat

Fermentasi asam laktat adalah fermentasi glukosa yang menghasilkan asam laktat. Fermentasi asam laktat dimulai dengan glikolisis yang menghasilkan asam piruvat,

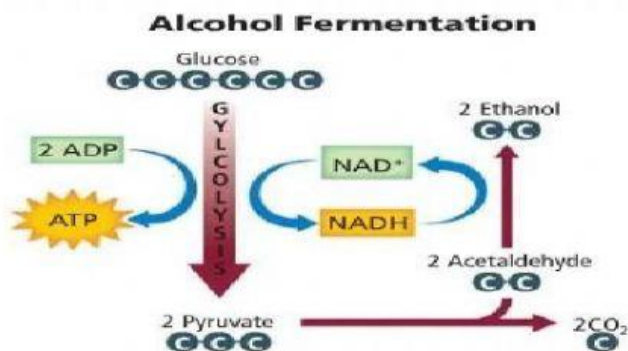
kemudian berlanjut dengan perubahan asam piruvat menjadi asam laktat. Pada fermentasi asam laktat, asam piruvat bereaksi secara langsung dengan NADH membentuk asam laktat. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 5: Fermentasi asam laktat sumber gurupendidkan.co.id

## 2. Fermentasi alkohol.

Pada fermentasi alkohol, asam piruvat diubah menjadi etanol atau etil alkohol melalui dua langkah reaksi, yaitu 1) pembebasan CO<sub>2</sub> dari asam piruvat yang kemudian diubah menjadi asetaldehida, 2) reaksi reduksi asetaldehida oleh NADH menjadi etanol. NAD yang terbentuk akan digunakan untuk glikolisis.



Gambar 6: Fermentasi Alkohol sumber gurupendidkan.co.id

Pada respirasi anaerob energi yang diperoleh lebih sedikit di bandingkan dengan respirasi aerob. Energi yang dihasilkan yaitu 2 ATP setiap molekul glukosa.

**C. Pelajari Video tentang Glikolisis pada link di bawah ini!**

**D. Latihan Soal****1. Jawablah dengan singkat soal-soal di bawah ini!**

- 1) Makanan mengalami serangkaian perombakan melalui berbagai reaksi kimia sehingga membebaskan energi yang dikandungnya yaitu ....
- 2) Respirasi yang membutuhkan oksigen bebas untuk menghasilkan energi disebut....
- 3) Glikolisis adalah tahap pertama dari respirasi sel yang terjadi di dalam....

**2. Pilihlah jawaban yang paling benar!**

- 1) Pernyataan berikut ini yang sesuai untuk glikolisis adalah ....
  - a. Berlangsung di sitosol secara aerob
  - b. Terjadi di sitosol secara anaerob
  - c. Berlangsung dalam mitokondria secara aerob
  - d. Terjadi dalam mitokondria secara anaerob
  - e. Terjadi di dalam vakuola secara anaerob
- 2) Hasil akhir dari dekarboksilasi oksidatif menghasilkan....
  - a. 1 asetil-KoA dan 1 molekul NADH.
  - b. 1 asetil-KoA dan 2 molekul NADH
  - c. 2 asetil-KoA dan 1 molekul NADH
  - d. 2 asetil-KoA dan 2 molekul NADH
  - e. 2 molekul NADH
- 3) Dalam siklus krebs, dari setiap 1 molekul glukosa akan dihasilkan
  - a. 2 NADH, 2 FADH<sub>2</sub>, dan 2 ATP.
  - b. 3 NADH, 2 FADH<sub>2</sub>, dan 2 ATP.
  - c. 4 NADH, 2 FADH<sub>2</sub>, dan 2 ATP.
  - d. 5 NADH, 2 FADH<sub>2</sub>, dan 2 ATP.
  - e. 6 NADH, 2 FADH<sub>2</sub>, dan 2 ATP.

**3. Lengkapilah kalimat berikut dengan mengdrag lalu tempelkan kata tersebut dengan mendrop agar kalimatnya benar**

Dekarboksilasi oksidatif terjadi di dalam.....sedangkan transport electron terjadi di dalam.....Hasil akhir dari glikolisis adalah.....hasil akhir dari dekarboksilasi oksidatif adalah.....dan pada siklus Krebs dihasilkan.....

Membran Mitokondria
---------------------

Matriks mitokondria
---------------------

6 ATP
-------

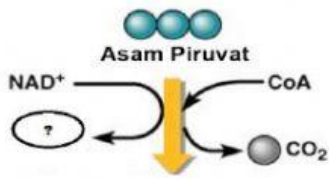
8 ATP
-------

24 ATP
--------

38 ATP
--------

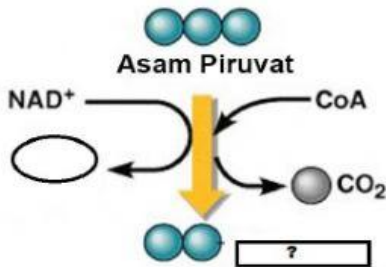


4. Tariklah garis dari lajur kanan ke lajur kiri sehingga menjadi jawaban yang benar

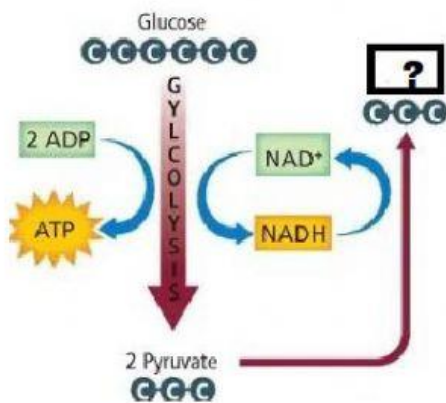


Jawaban anda :

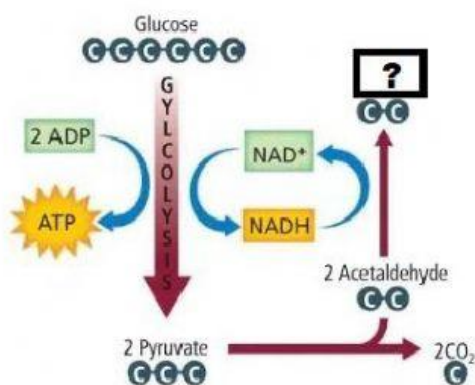
Asetil Ko-A



NADH



Fermentasi asam laktat



Fermentasi alkohol