

Katabolisme (Respirasi)

Katabolisme adalah reaksi penguraian senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan enzim. Penguraian suatu senyawa dapat menghasilkan energi. Energi kimia yang terdapat dalam senyawa tidak dapat digunakan secara langsung oleh sel. Energi akan diubah terlebih dahulu menjadi adenosin trifosfat (ATP) yang dapat digunakan oleh sel sebagai sumber energi terpakai. Energi itu digunakan untuk melangsungkan reaksi-reaksi kimia, pertumbuhan, transportasi, reproduksi, dan merespons rangsangan.

Contoh katabolisme adalah proses pernafasan sel atau respirasi. Respirasi adalah proses penguraian bahan makanan yang menghasilkan energi. Respirasi dilakukan oleh semua sel penyusun makhluk hidup, baik sel-sel tumbuhan, bakteri, protista, cendawan, maupun sel hewan dan manusia. Respirasi dilakukan baik siang maupun malam. Ditinjau dari bentuknya respirasi terbagi dua macam, yaitu respirasi eksternal (luar) dan internal (dalam). Respirasi eksternal meliputi proses pengambilan oksigen dan pengeluaran karbondioksida dan uap air antara makhluk hidup dengan lingkungannya, misalnya pada tumbuhan, hewan, dan manusia. Respirasi internal disebut juga pernafasan seluler karena pernafasan ini terjadi di dalam sel, yaitu di dalam sitoplasma dan mitokondria.

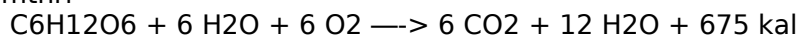
Berdasarkan kebutuhan akan oksigen, respirasi internal dibagi menjadi respirasi aerobik (memerlukan oksigen) dan respirasi anaerobik (tidak membutuhkan oksigen). makhluk hidup, baik sel-sel tumbuhan, bakteri, protista, cendawan, maupun sel hewan dan manusia. Respirasi dilakukan baik siang maupun malam. Ditinjau dari bentuknya respirasi terbagi dua macam, yaitu respirasi eksternal (luar) dan internal (dalam). Respirasi eksternal meliputi proses pengambilan oksigen dan pengeluaran karbondioksida dan uap air antara makhluk hidup dengan lingkungannya, misalnya pada tumbuhan, hewan, dan manusia. Respirasi internal disebut juga pernafasan seluler karena pernafasan ini terjadi di dalam sel, yaitu di dalam sitoplasma dan mitokondria.

Berdasarkan kebutuhan akan oksigen, respirasi internal dibagi menjadi respirasi aerobik (memerlukan oksigen) dan respirasi anaerobik (tidak membutuhkan oksigen).

3.1.1. Respirasi Aerob

Respirasi aerob merupakan serangkaian reaksi enzimatik yang mengubah glukosa secara sempurna menjadi CO₂, H₂O, dan menghasilkan energi sebesar 38 ATP. Pada pernafasan ini, pembebasan energi menggunakan oksigen bebas dari udara. Pada tumbuhan, oksigen yang dibutuhkan diperoleh dari udara melalui mulut daun dan lentisel. Zat organik terutama karbohidrat dipecahkan. Dalam respirasi aerob, glukosa dioksidasi oleh oksigen, dan reaksi kimianya dapat digambarkan sebagai berikut:

math



klorofil

Dalam kenyataan, reaksi yang terjadi tidak sesederhana itu. Banyak tahapan reaksi yang terjadi dari awal hingga terbentuknya energi. Reaksi-reaksi itu dapat dibedakan menjadi tiga tahapan, yaitu: glikolisis, siklus Krebs, dan transpor elektron (lihat Gambar 3.1)

3.1.1.1. Glikolisis

Glikolisis adalah serangkaian reaksi enzimatik yang memecah glukosa (terdiri dari 6 atom C) menjadi asam piruvat (terdiri dari 3 atom C). Reaksi ini melepaskan energi untuk menghasilkan ATP dan NADH₂. Glikolisis terjadi di sitoplasma dan tidak memerlukan oksigen. Reaksinya adalah sebagai berikut:



Asam piruvat yang dihasilkan akan memasuki mitokondria untuk melakukan siklus Krebs. Namun sebelum memasuki siklus Krebs, asam piruvat (3C) ini diubah terlebih dahulu menjadi asetil koA (2C) di dalam matriks mitokondria melalui proses dekarboksilasi oksidatif. Senyawa selain glukosa, misalnya fruktosa, manosa, galaktosa, dan lemak dapat pula mengalami metabolisme melalui jalur glikolisis dengan bantuan enzim-enzim tertentu.

3.1.1.2. Siklus Krebs

Siklus Krebs merupakan serangkaian reaksi metabolisme yang mengubah asetil koA yang direaksikan dengan asam oksaloasetat (4C) menjadi asam sitrat (6C). Selanjutnya asam oksaloasetat memasuki daur menjadi berbagai macam zat yang akhirnya akan membentuk oksaloasetat lagi.

Pada siklus Krebs dihasilkan energi dalam bentuk ATP dan molekul pembawa hidrogen, yaitu : NADH dan FADH₂. Hidrogen yang terdapat dalam NADH dan FADH₂ tersebut akan dibawa ke sistem transpor elektron. Seluruh tahapan reaksi dalam siklus Krebs terjadi di dalam mitokondria. Dalam siklus ini, asetil koA dioksidasi secara sempurna menjadi CO₂

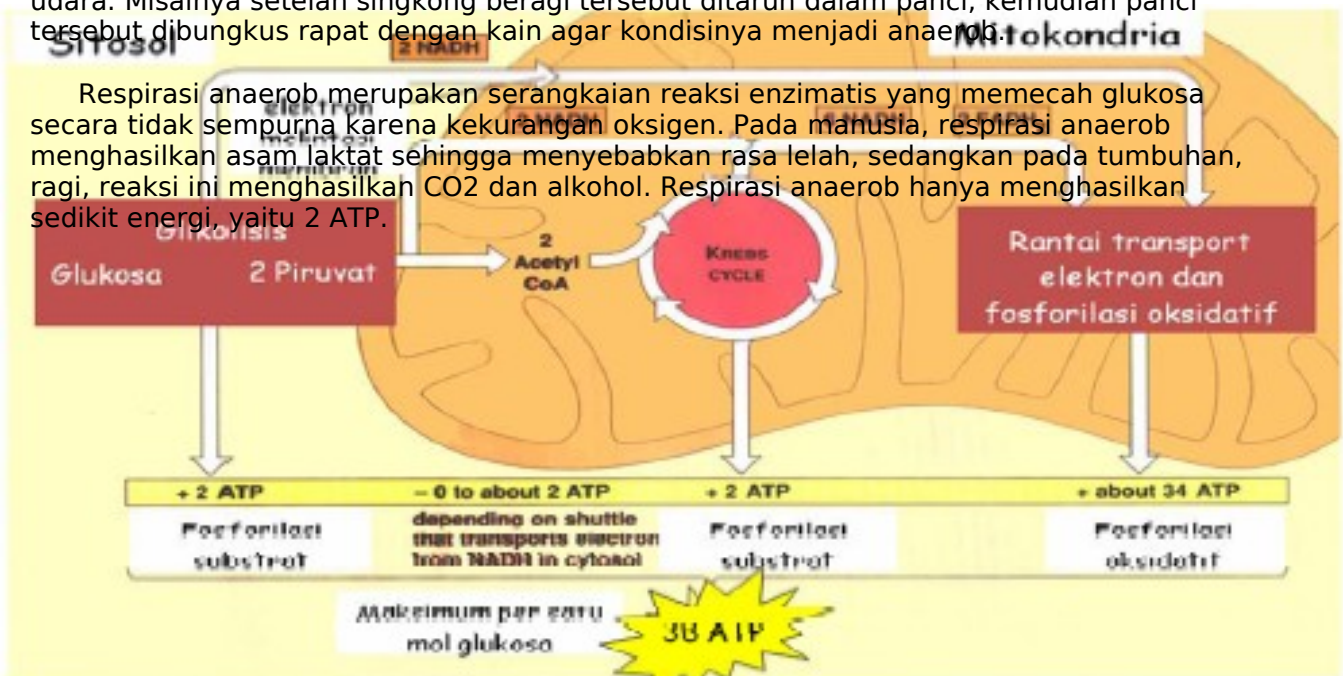
Transpor Elektron

Transpor elektron adalah serangkaian reaksi pemindahan elektron melalui proses reaksi redoks (reduksi-oksidasi). Hidrogen yang terdapat pada molekul NADH serta FADH₂ ditranspor dalam serangkaian reaksi redoks yang melibatkan enzim, sitokrom, quinon, pirodoksin, dan flavoprotein. Pada akhir transport elektron, oksigen akan mengoksidasi elektron dan ion H menghasilkan air (H₂O). Transport elektron terjadi pada membran dalam mitokondria.

Respirasi anaerob

Pernahkah kalian membuat atau melihat cara membuat tape ? Tape dibuat dari singkong yang dikukus lalu ditaburi dengan ragi. Jika setelah diberi ragi singkong tersebut dibiarkan dalam udara terbuka maka kalian tidak mendapatkan tape yang diinginkan, mengapa demikian ? Pembuatan tape merupakan salah satu contoh proses fermentasi yang menghasilkan alkohol. Fermentasi alkohol merupakan proses respirasi anaerob, yang tidak memerlukan oksigen. Oleh karena itu jika membuat tape, singkong yang telah ditaburi dengan ragi tersebut disimpan dalam ruang tertutup yang tidak atau sedikit mengandung udara. Misalnya setelah singkong beragi tersebut ditaruh dalam panci, kemudian panci tersebut dibungkus rapat dengan kain agar kondisinya menjadi anaerob.

Respirasi anaerob merupakan serangkaian reaksi enzimatik yang memecah glukosa secara tidak sempurna karena kekurangan oksigen. Pada manusia, respirasi anaerob menghasilkan asam laktat sehingga menyebabkan rasa lelah, sedangkan pada tumbuhan, ragi, reaksi ini menghasilkan CO₂ dan alkohol. Respirasi anaerob hanya menghasilkan sedikit energi, yaitu 2 ATP.



Gambar 3.2 Respirasi anaerob menghasilkan: asam laktat (A) atau etanol (B).

Respirasi anaerob, disebut fermentasi atau peragian. Pada umumnya respirasi ini terjadi pada tumbuhan, fungi dan bakteri. Proses fermentasi sering disebut sesuai dengan hasil akhir yang terbentuk. Misalnya: fermentasi alkohol bila hasil akhir fermentasi berupa alkohol. Menurut hasil samping yang terbentuk, maka fermentasi dibedakan atas:

- a. fermentasi alkohol pada ragi (khamir) dan bakteri anaerobik.
- b. fermentasi asam laktat pada umumnya di sel otot.
- c. fermentasi asam sitrat pada bakteri heterotrof.

Bahan baku respirasi anaerobik pada peragian adalah glukosa, disamping itu juga terdapat fruktosa, galaktosa, dan manosa. Hasil akhirnya adalah alkohol, karbon dioksida, dan energi. Alkohol bersifat racun bagi sel-sel ragi. Sel-sel ragi hanya tahan terhadap alkohol pada kadar 9-18%. Lebih tinggi dari kadar tersebut, proses alkoholisasi (pembuatan alkohol) terhenti. Hal tersebut merupakan suatu kendala pada industri pembuatan alkohol.

Oleh karena glukosa tidak terurai lengkap menjadi air dan karbon dioksida, maka energi yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan respirasi aerobik. Pada respirasi aerobik dihasilkan 675kal, sedangkan pada respirasi anaerobik hanya dihasilkan 21 kal. seperti reaksi dibawah ini:



Dari persamaan reaksi tersebut terlihat bahwa oksigen tidak diperlukan. Bahkan, bakteri anaerobik seperti *Clostridium tetani* (penyebab tetanus) tidak dapat hidup jika berhubungan dengan udara bebas. Infeksi tetanus dapat terjadi jika luka dalam atau tertutup sehingga memberi kemungkinan bakteri *Clostridium* tersebut tumbuh subur karena dalam lingkungan anaerob.