



MODUL
BIOLOGI
(KES102, SESI KJ010)

Topik :
Metabolisme Sel

Disusun Oleh
Dr. Henny Saraswati, S.Si, M.Biomed

A. Kompetensi Dasar

1. Mahasiswa mengetahui konsep biologi dasar
2. Mahasiswa memahami keterkaitan biologi dengan ilmu-ilmu terkait
3. Mahasiswa mengetahui penerapan konsep biologi dasar pada teknologi biologi modern

B. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

1. Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip metabolisme.
2. Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip anabolisme dan katabolisme.
3. Mahasiswa mampu menjelaskan proses katabolisme karbohidrat.
4. Mahasiswa mampu menjelaskan proses katabolisme protein.
5. Mahasiswa mampu menjelaskan proses katabolisme lemak.
6. Mahasiswa mampu menjelaskan proses fotosintesis pada tumbuhan.

C. Topik Perkuliahan

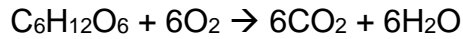
Assalamu'alaikum, kita jumpa kembali dalam proses pembelajaran untuk mata kuliah Biologi. Sesi kali ini kita akan belajar mengenai metabolisme sel. Proses ini sangat penting untuk kelangsungan hidup organisme. Kegiatan ini juga menjadi pembeda antara makhluk tidak hidup dengan makhluk hidup. Dimana makhluk hidup akan melakukan metabolisme untuk hidupnya.

Kemampuan akhir yang diharapkan dari mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan kali ini adalah dapat menjelaskan apa itu metabolisme, anabolisme dan katabolisme, serta dapat menjelaskan proses katabolisme karbohidrat, lemak dan protein yang merupakan molekul kehidupan suatu organisme. Selain itu anda diharapkan dapat menjelaskan bagaimana proses fotosintesis terjadi pada tumbuhan. Seperti kita tahu, proses fotosintesis menjadi sumber energi bagi tumbuhan.

Sekarang mari kita mulai perkuliahan kita. Makhluk hidup, seperti telah kita pelajari pada topik-topik sebelumnya, memerlukan energi untuk kehidupannya. Energi ini digunakan untuk kegiatan makhluk hidup tersebut. Dari mana makhluk hidup ini mendapatkan energi? Ternyata energi ini diperoleh dari makanannya. Sumber makanan yang mengandung karbohidrat, protein dan lemak diolah sedemikian rupa di dalam tubuh makhluk hidup untuk menghasilkan energi. Pertanyaan selanjutnya adalah bagaimana sumber makanan ini dapat menghasilkan energi? Untuk menjawab pertanyaan ini, kita akan membahas mengenai metabolisme.

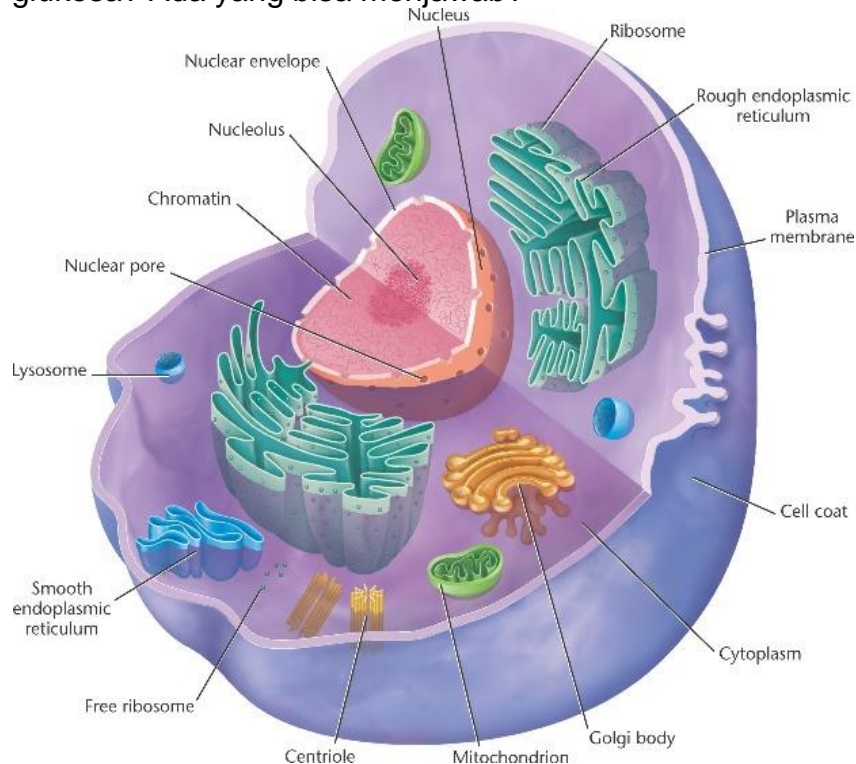
Metabolisme adalah semua proses kimia yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup dalam suatu waktu. Metabolisme ini dapat dibagi menjadi 2, yaitu anabolisme dan katabolisme. **Anabolisme** adalah suatu proses membentuk molekul yang lebih besar dan kompleks dari molekul-molekul sederhana dengan menggunakan energi. Contohnya adalah reaksi polimerisasi, fotosintetik, kemosintetik dan proses sintesis lemak. Sedangkan **katabolisme** adalah proses pemecahan molekul yang besar dan kompleks menjadi molekul yang sederhana, disertai dengan pelepasan energi. Contoh katabolisme adalah respirasi aerob dan respirasi anaerob (fermentasi).

Sekarang kita akan membahas respirasi sel. Respirasi ini dapat dibedakan menjadi respirasi aerob dan respirasi anaerob, kedua-duanya digunakan untuk menghasilkan energi bagi makhluk hidup. Untuk **respirasi aerob** diperlukan oksigen (O_2) untuk prosesnya. Sedangkan **respirasi anaerob** tidak memerlukan oksigen dalam prosesnya. Reaksi untuk respirasi aerob adalah :



Termasuk di dalam respirasi aerob adalah katabolisme karbohidrat, protein dan lemak. Nah, disinilah kita akan banyak membahas lebih mendalam sehingga kita dapat melihat bagaimana molekul-molekul kehidupan ini dapat diubah menjadi energi.

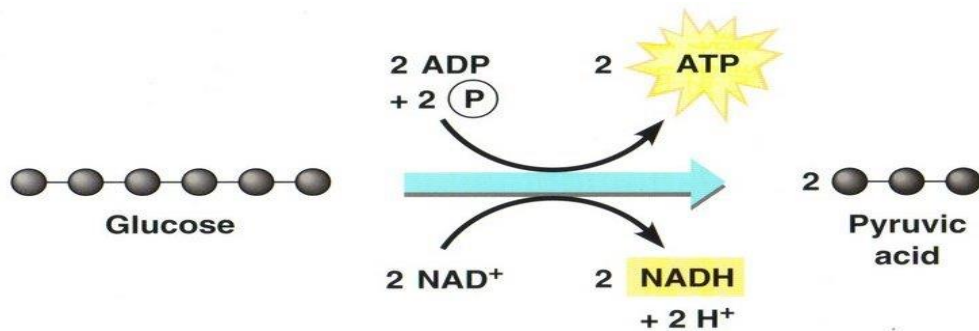
Katabolisme karbohidrat, secara sederhana merupakan proses pemecahan gula (glukosa). Oleh karena itu karbohidrat diolah menjadi energi melalui proses ini. Katabolisme glukosa terjadi di tingkat sel. Sel secara aktif melakukan proses ini untuk menghasilkan energi. Pada bagian manakah dari sel yang dapat melakukan katabolisme glukosa? Ada yang bisa menjawab?



Gambar 1. Gambar sel hewan

Proses pemecahan karbohidrat ini terjadi pada membran sel dan mitokondria. Proses ini terdiri dari 3 tahapan utama, yaitu : **glikolisis, oksidasi piruvat dan siklus krebs.**

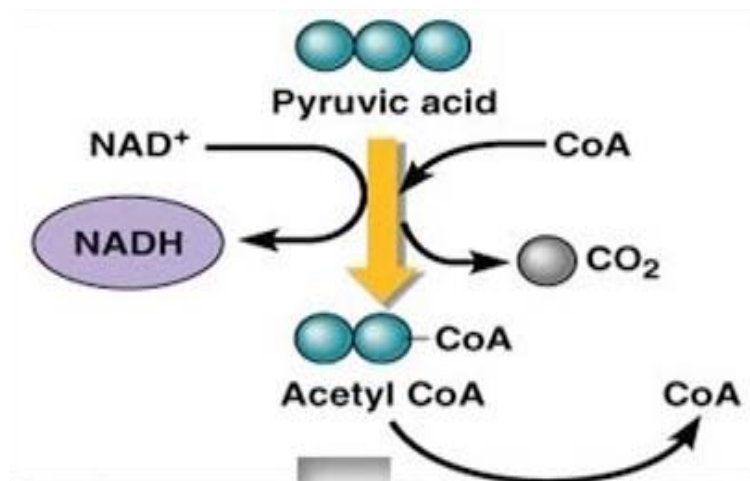
Glikolisis terjadi pada membran sel. Pada tahapan ini terjadi perubahan glukosa menjadi molekul piruvat. Selain piruvat dihasilkan pula molekul NADH dan ATP. Ingatkah anda pada macam-macam karbohidrat? Untuk polisakarida, harus dipecah dulu menjadi monosakarida atau glukosa sehingga dapat masuk ke dalam proses glikolisis. Gambaran proses glikolisis dapat dilihat pada Gambar 2.



Copyright © 2003 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

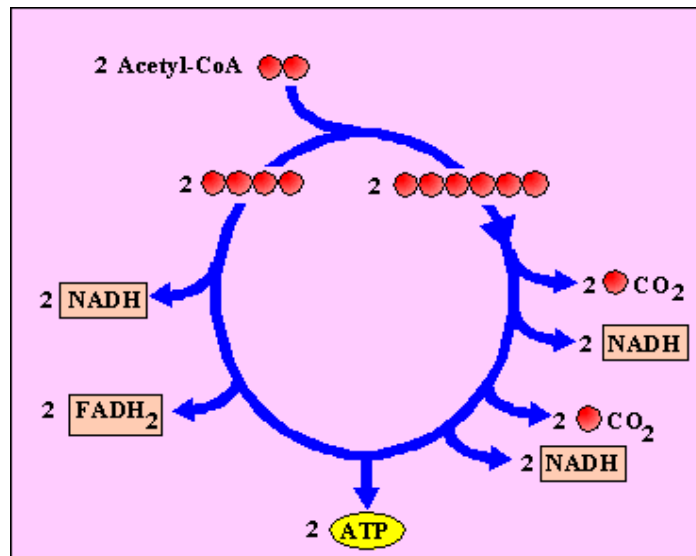
Gambar 2. Proses glikolisis

Setelah tahap glikolisis, asam piruvat mengalami proses lebih lanjut menjadi Asetil koA. Selain itu dihasilkan NADH dan CO₂ (Gambar 3). Proses ini disebut **oksidasi piruvat** dan terjadi di mitokondria.



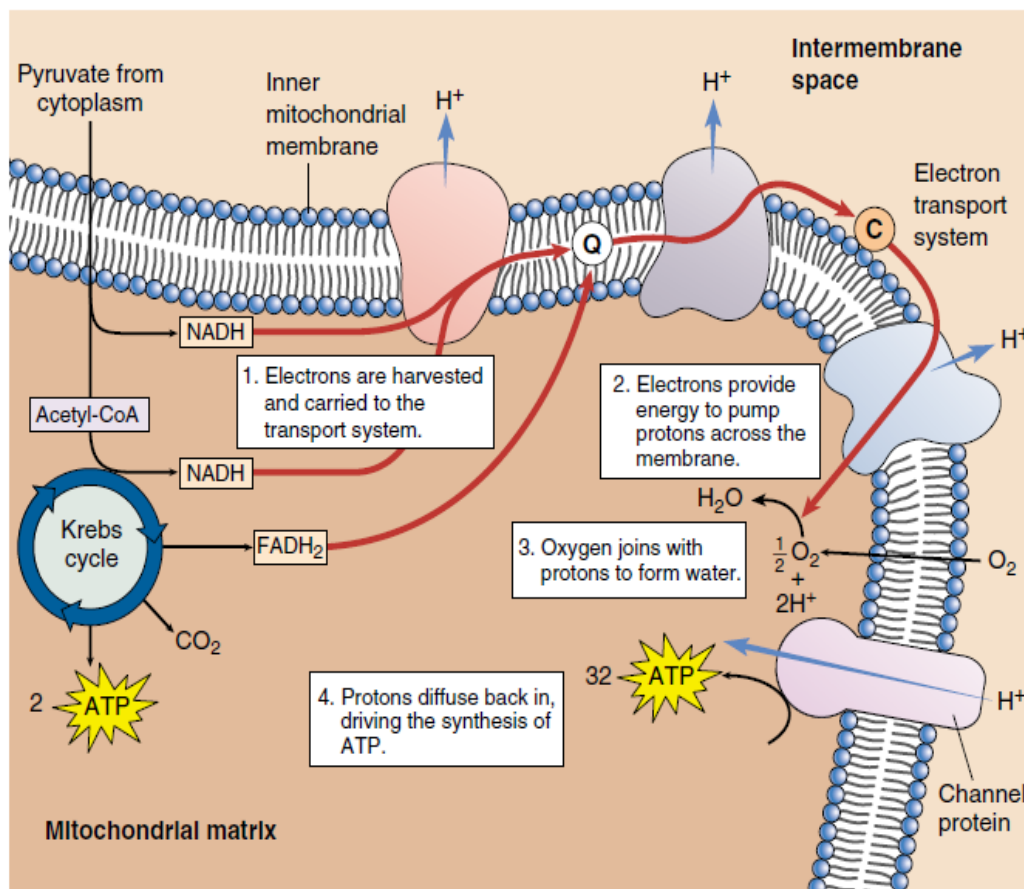
Gambar 3. Proses oksidasi piruvat.

Setelah proses oksidasi piruvat, asetil koA kemudian mengalami beberapa proses lagi di siklus Krebs, menghasilkan NADH, FADH₂ dan ATP (Gambar 4). Siklus Krebs ini terjadi di mitokondria.



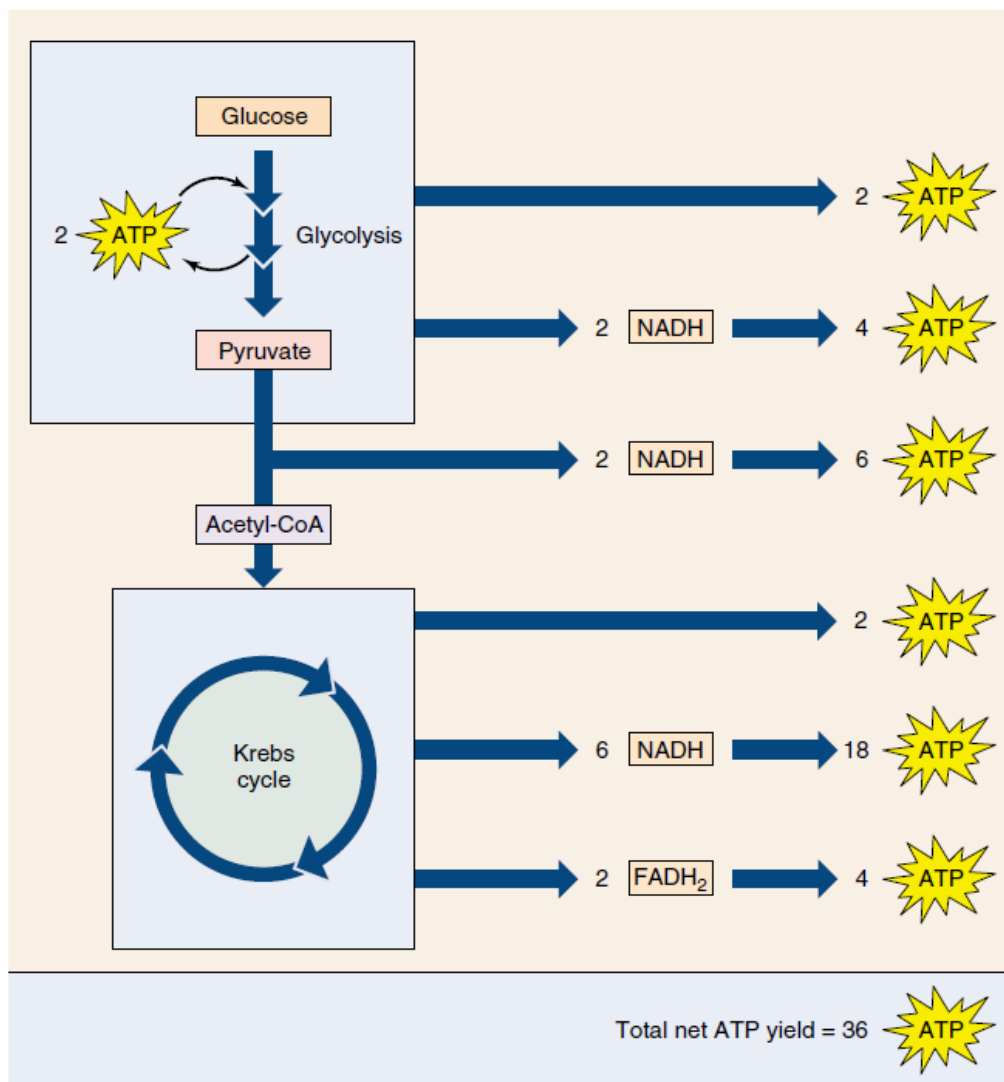
Gambar 4. Siklus Krebs

Elektron yang terbentuk dari Siklus Krebs kemudian akan mengalami proses lebih lanjut ke **rantai transport elektron**. Elektron-elektron ini akan melewati protein-protein pada membran mitokondria, dan hasil akhirnya adalah molekul ATP (Gambar 5).



Gambar 5. Rantai transport elektron yang terjadi pada membran mitokondria

Demikianlah proses katabolisme karbohidrat. Cukup panjang bukan? Hasil akhir dari katabolisme karbohidrat ini adalah molekul ATP yang merupakan sumber energi bagi sel. Dari keseluruhan proses, jumlah molekul ATP yang dihasilkan adalah sebanyak 36 ATP (Gambar 6).

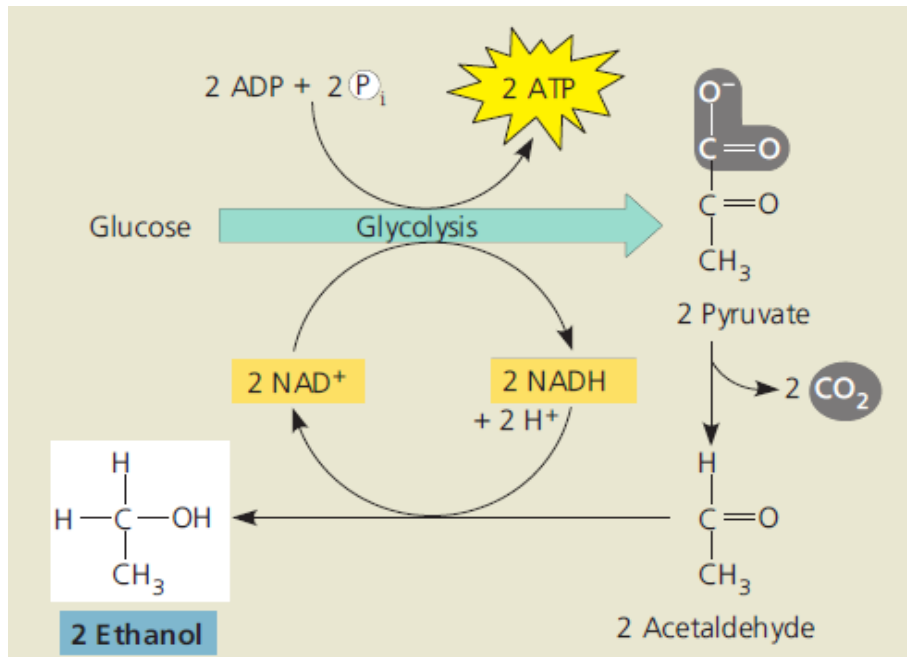


Gambar 6. Jumlah molekul ATP yang dihasilkan dari proses katabolisme karbohidrat.

Gambar di atas memperlihatkan, untuk setiap proses pada katabolisme karbohidrat akan dihasilkan molekul ATP. Jika dijumlahkan dari keseluruhan proses, maka akan didapatkan sebanyak 36 molekul ATP yang dihasilkan. Beberapa sumber mengemukakan jumlah molekul ATP yang dihasilkan sebenarnya adalah 38 molekul ATP. Ini adalah jumlah molekul ATP yang ideal dihasilkan dalam proses katabolisme karbohidrat. Faktanya, terdapat aktivitas pemindahan molekul NADH dari sitoplasma ke mitokondria yang memerlukan energi. Terdapat 2 molekul NADH yang mengalami proses pemindahan dan memerlukan molekul 1 ATP setiap 1 molekul NADH. Sehingga jumlah molekul ATP berkurang menjadi 36 molekul.

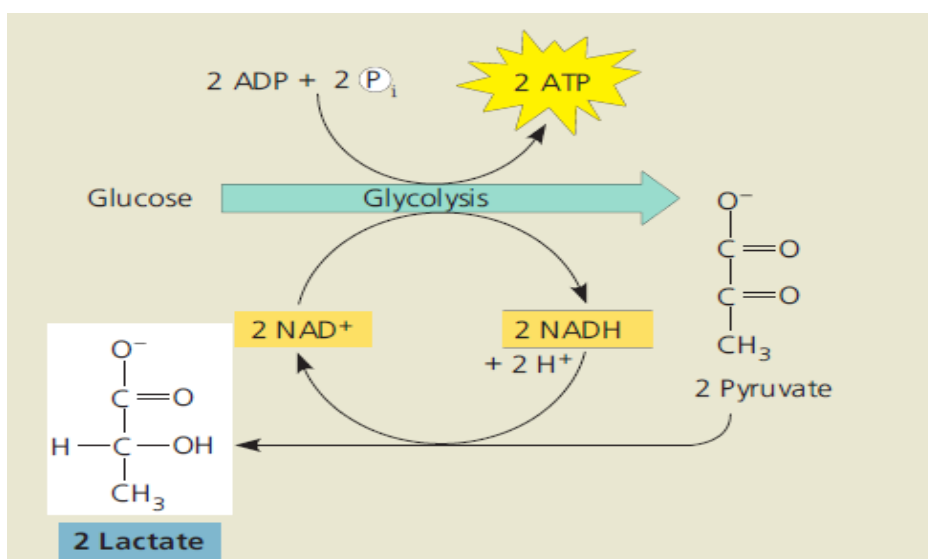
Setelah mengetahui proses katabolisme karbohidrat yang merupakan respirasi aerob, mari kita sekarang mengenal respirasi anaerob. Respirasi anaerob merupakan proses respirasi yang tidak memerlukan oksigen (O_2). Contoh dari respirasi ini adalah fermentasi alkohol dan fermentasi asam laktat. Mari kita mengenal fermentasi ini satu persatu.

Pada **fermentasi alkohol**, terjadi piruvat yang dihasilkan dari proses glikolisis akan diubah menjadi etil alkohol (etanol) melalui beberapa proses (Gambar 7).



Gambar 7. Fermentasi alkohol.

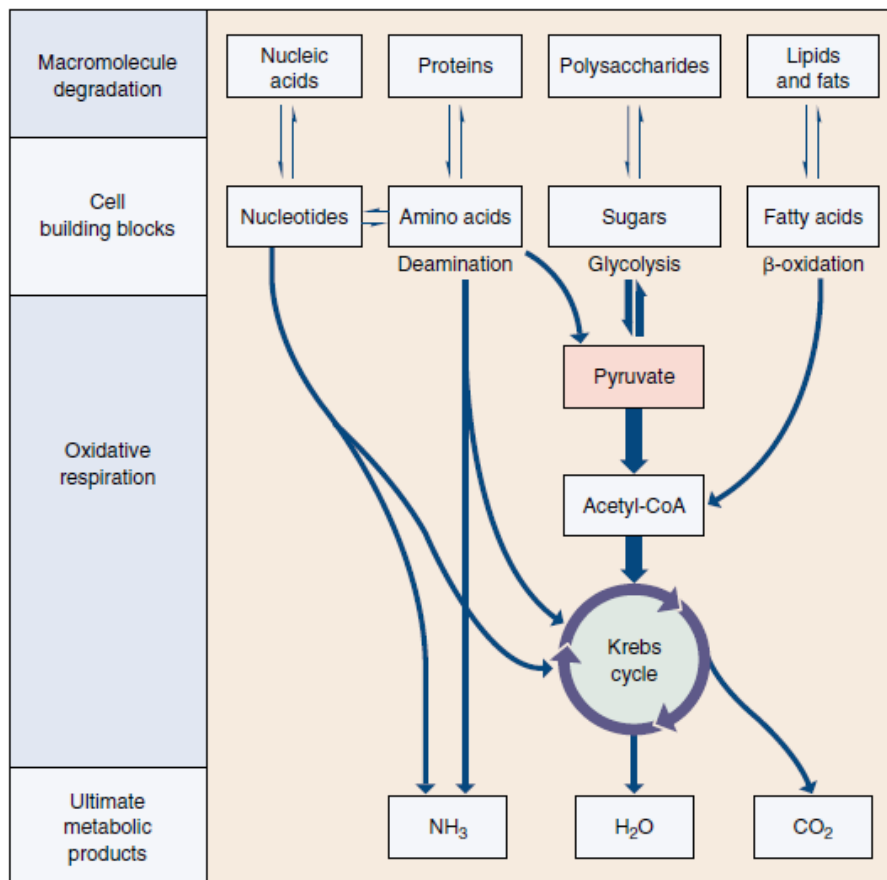
Berbeda dengan fermentasi alkohol, pada **fermentasi asam laktat** piruvat yang dihasilkan dari glikolisis akan diubah menjadi asam laktat (Gambar 8).



Gambar 8. Fermentasi asam laktat.

Demikianlah gambaran dari respirasi anaerobik. Sekarang kita akan masuk lagi ke respirasi aerobik yang berikutnya, yaitu katabolisme protein dan lemak. Sama seperti karbohidrat, protein juga akan mengalami pemecahan menjadi asam amino-asam amino. Asam amino ini kemudian mengalami proses deaminasi, yaitu penghilangan gugus amino dari struktur asam amino. Setelah itu, asam amino kemudian masuk ke proses glikolisis atau siklus krebs (Gambar 9).

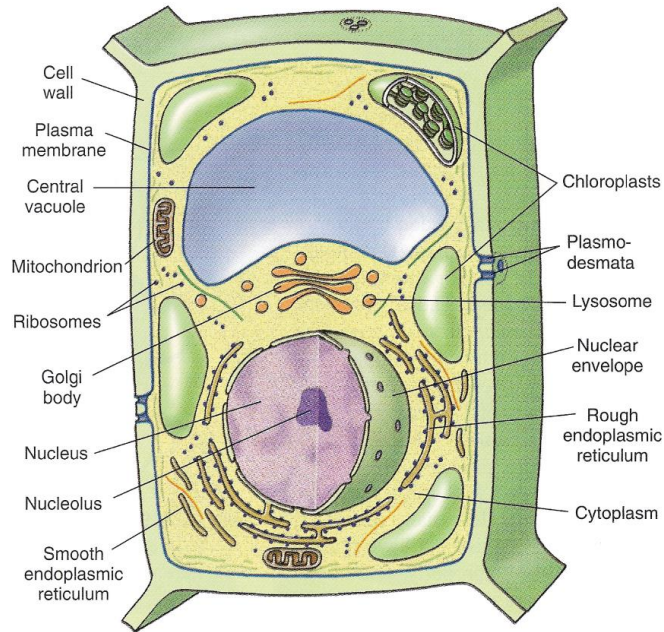
Selain protein, tubuh juga melakukan katabolisme lemak. Lemak terlebih dahulu dipecah menjadi asam lemak dan gliserol. Asam lemak yang dihasilkan akan diubah menjadi asetil koA dengan bantuan enzim. Proses ini dinamakan proses β -oksidasi (Gambar 9). Setelah terbentuk asetil koA, maka proses katabolisme lemak akan dilanjutkan ke siklus Krebs.



Gambar 9. Proses katabolisme karbohidrat, protein dan lemak.

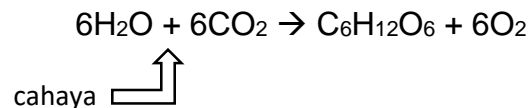
Jika proses katabolisme karbohidrat, protein dan lemak seperti yang telah dijelaskan di atas dapat menghasilkan energi pada sel hewan, maka pada sel tumbuhan proses menghasilkan energi dilakukan melalui proses **fotosintesis**. Fotosintesis adalah proses pembentukan molekul organik menggunakan CO₂ sebagai sumber karbon dan cahaya sebagai sumber energi.

Proses fotosintesis ini bukan hanya terjadi pada tumbuhan, tetapi juga bisa terjadi pada bakteri dan alga yang memiliki kloroplas. Apakah anda ingat apa fungsi dari kloroplas?

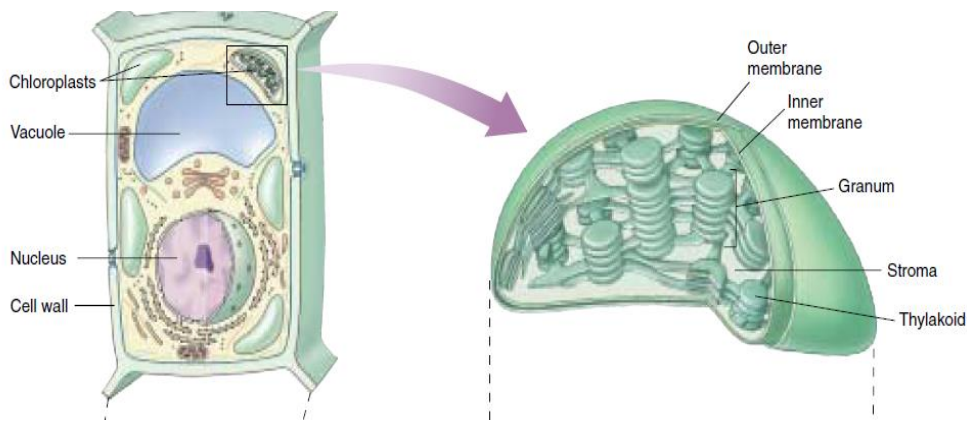


Gambar 10. Struktur sel tumbuhan

Kloroplas adalah suatu organel yang ada pada sel tumbuhan yang dapat berperan untuk mengubah cahaya menjadi energi melalui fotosintesis. Fotosintesis ini terdiri dari 3 tahap, yaitu : (1) mengambil energi dari cahaya, (2) pembentukan ATP dan NADPH dengan energi cahaya, (3) membentuk molekul organik dari sumber CO₂ menggunakan ATP dan NADPH yang sudah terbentuk dalam proses sebelumnya. Tahap 1 dan 2 disebut juga dengan **light reaction**, karena menggunakan cahaya. Sedangkan tahap ke-3 disebut **siklus kalvin** (*Calvin cycle*). Reaksi yang terjadi pada fotosintesis adalah sebagai berikut :

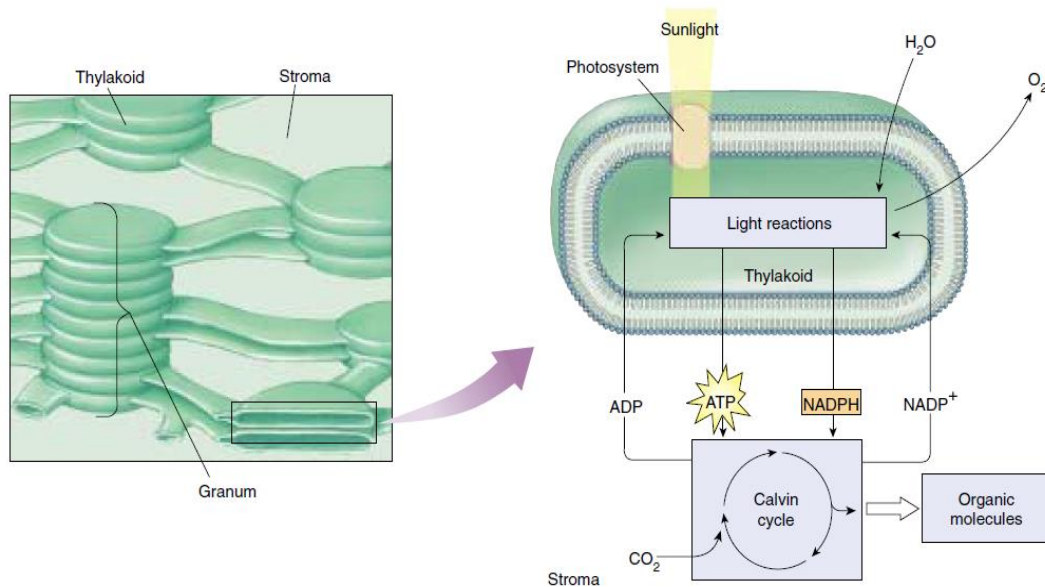


Kloroplas terletak di sitoplasma, memiliki 2 membran, yaitu membran dalam dan membran luar (Gambar 11). Di dalam kloroplas terdapat struktur yang disebut tilakoid, berbentuk seperti lempengan koin. Tilakoid ini akan tersusun bertingkat-tingkat sehingga membentuk struktur yang disebut granum. Cairan di antara granum disebut stroma, dan berperan dalam siklus kalvin. Kloroplas mengandung klorofil, yaitu pigmen hijau yang berperan dalam penyerapan cahaya matahari, dan terdapat pada tilakoid.



Gambar 11. Struktur kloroplas.

Pada tilakoid, terjadi proses fotosintesis baik siklus cahaya dan siklus kalvin. Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 12, pada tilakoid, siklus cahaya berlangsung dengan mengubah cahaya dan H₂O menjadi energi (ATP) dan NADPH. Energi ini kemudian digunakan di siklus Kalvin. Pada siklus Kelvin, terjadi pembentukan molekul organik dengan sumber karbon berupa CO₂.



Gambar 12. Proses fotosintesis pada kloroplas.

Demikianlah metabolisme yang terjadi makhluk hidup. Salah satu tujuan dari metabolisme sel ini adalah menghasilkan energi melalui respirasi sel. Energi yang dihasilkan kemudian dapat digunakan untuk kegiatan makhluk hidup. Dapat kita lihat bahwa proses respirasi bermacam-macam dan melalui beberapa tahapan proses. Selain itu dapat kita lihat bahwa respirasi pada sel hewan berbeda dengan sel tumbuhan. Demikian respirasi sel perkuliahan kita kali ini. Apabila terdapat pertanyaan mengenai topik kali ini dapat diajukan di forum tanya jawab dan chat.