

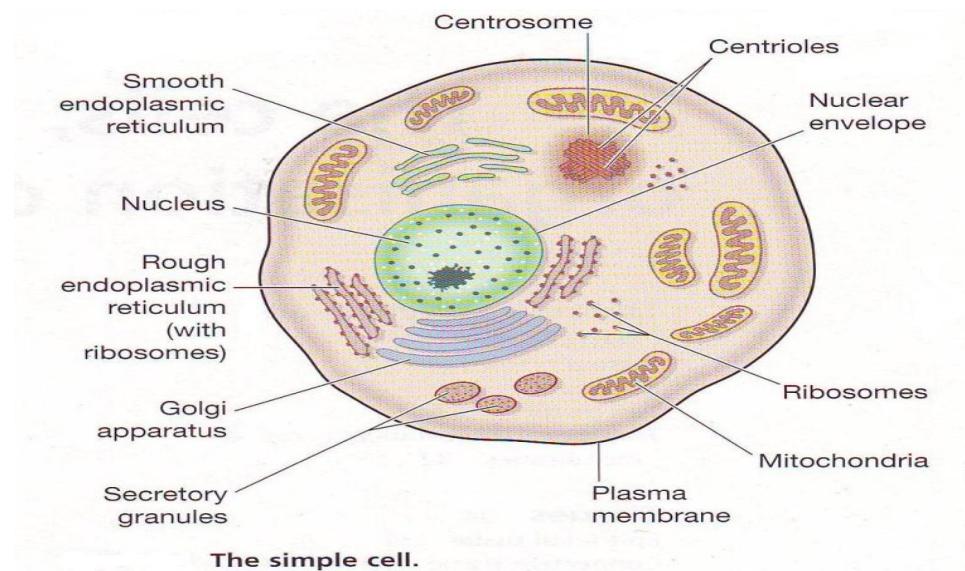
BAB II

SEL DAN MITOKONDRIA

2.1 Pengertian Sel dan Bagian-bagiannya

Sel merupakan unit terkecil yang menjadi dasar kehidupan dalam arti biologis. Secara umum, setiap sel memiliki selaput sel, sitoplasma dan inti sel. Sitoplasma dan inti sel bersama-sama disebut sebagai protoplasma. Sitoplasma berwujud cairan kental (sitosol) yang di dalamnya terdapat berbagai organel yang memiliki fungsi yang terorganisasi untuk mendukung kehidupan sel. Organel memiliki struktur terpisah dari sitosol dan merupakan kompartimentasi di dalam sel, sehingga memungkinkan terjadinya reaksi yang tidak mungkin berlangsung di sitosol. Sitoplasma juga didukung oleh jaringan kerangka yang mendukung bentuk sitoplasma sehingga tidak mudah berubah bentuk. Organel-organel yang ditemukan pada sitoplasma antara lain mitokondria, badan Golgi dan retikulum endoplasma. (Rafiuddin, 2007)

Gambar 1
Penampang Sel



Sumber: <http://faculty.ksu.edu.sa/75719/Pictures%20LibraryTypes%20of%20tissues>
(25 Desember 2010)

Gambar 1 memperlihatkan organel-organel yang berada di dalam sel seperti mitokondria, ribosom, inti sel, badan Golgi dan yang lainnya.

TABEL I
BAGIAN SEL DAN FUNGSINYA

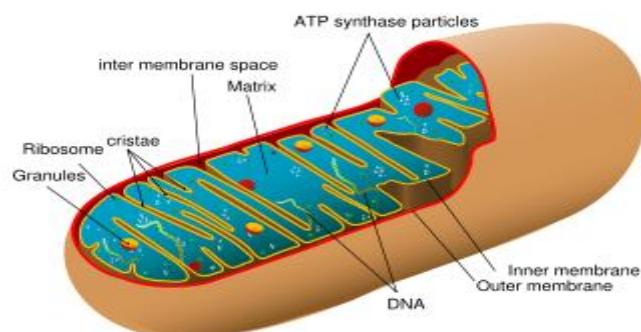
Organel	Fungsi
Selaput Inti	Melindungi inti sel
Anak Inti	Mengandung ARN untuk sintesis protein
Sitoskeleton	Menyokong sel
Retikulum Endoplasma	Berperan dalam transportasi sel
Badan Golgi	Berperan dalam ekskresi sel
Lisosom	Berperan dalam pencernaan sel
Mitokondria	Menghasilkan energi sel
Ribosom	Sintesis protein
Vakuola	Menyimpan material sel

Sumber: *Biology Cellular*

2.2 Pengertian Mitokondria dan Fungsinya

Mitokondria adalah organel tempat berlangsungnya fungsi respirasi sel makhluk hidup, selain fungsi selular lain, seperti metabolisme asam lemak, biosintesis pirimidin, homeostasis kalsium, transduksi sinyal selular dan penghasil energi berupa adenosin trifosfat pada lintasan katabolisme.

Gambar 2
Struktur Mitokondria



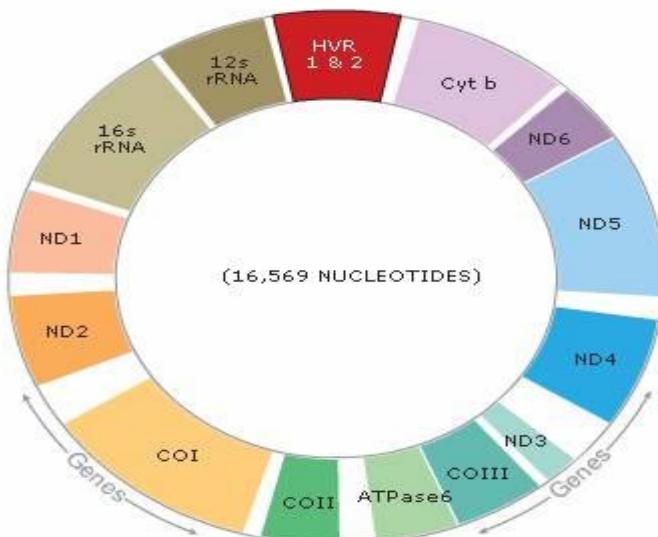
Sumber: <http://biologi.blogspot.com/wp-admin/images/mitokondria2.png>
(25 Desember 2010)

Seperti yang dapat kita lihat pada Gambar 2, mitokondria mempunyai dua lapisan selaput, yaitu lapisan selaput luar dan lapisan selaput dalam. Lapisan selaput dalam ada dalam bentuk lipatan-lipatan yang sering disebut dengan *cristae*. Di dalam mitokondria terdapat 'ruangan' yang disebut matriks, dimana beberapa mineral dapat ditemukan. Sel yang mempunyai banyak mitokondria dapat dijumpai di jantung, hati, dan otot. Peran utama mitokondria adalah sebagai pabrik energi sel yang menghasilkan energi dalam bentuk adenosin trifosfat.

2.3 ADN Mitokondria

Berbeda dengan organel sel lainnya, mitokondria memiliki materi genetik sendiri yang karakteristiknya berbeda dengan materi genetik di inti sel yaitu ADN mitokondria. Tidak seperti ADN inti sel yang berbentuk linier, ADN mitokondria berbentuk lingkaran. ADN mitokondria (*mtDNA*) berukuran 16.569 pasang basa dan terdapat dalam matriks mitokondria, berbentuk lingkaran serta memiliki untai ganda yang terdiri dari untai berat (*H*) dan ringan (*L*). Dinamakan seperti ini karena untai *H* memiliki berat molekul yang lebih besar dari untai *L*, disebabkan oleh banyaknya kandungan basa purin.

Gambar 3
ADN Mitokondria

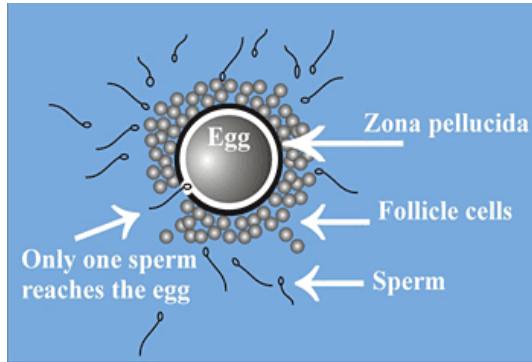


Sumber: <http://biologi.blogspot.com/2010/12/imagesdnamitokondria2.png>
(25 Desember 2010)

Seperti terlihat pada Gambar 3, ADN mitokondria terdiri dari daerah pengode (*coding region*) dan daerah yang tidak mengode (*non-coding region*). Daerah yang tidak mengode mengandung daerah yang memiliki variasi tinggi yang disebut *displacement loop (D-loop)*. *D-loop* memiliki daerah dengan laju polimorfisme yang tinggi sehingga urutannya sangat bervariasi antar individu, yaitu *Hypervariable Region 2 (HVR-2)*. Setiap unit pasangan basa pada ADN mitokondria merupakan kombinasi dari basa-basa adenin (A), timin (T), sitosin (C) dan guanin (G).

ADN mitokondria diwariskan secara maternal. Sel telur memiliki jumlah mitokondria yang lebih banyak dibandingkan sel sperma, yaitu sekitar 100.000 molekul sedangkan sel sperma hanya memiliki sekitar 100-1500 ADN mitokondria. Dalam sel sperma, mitokondria banyak terkandung dalam bagian ekor karena bagian ini yang sangat aktif bergerak sehingga membutuhkan banyak ATP.

Gambar 4
Proses Pembuahan



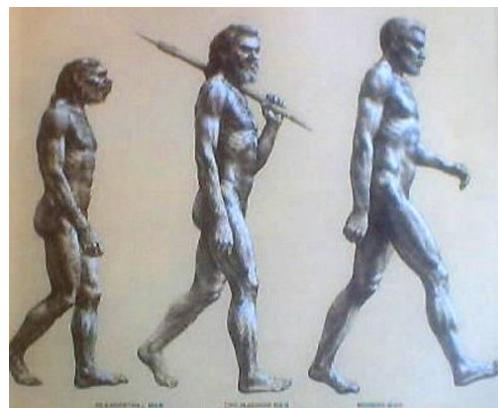
Sumber: <http://biologi.blogspot.com/wp-admin/images/fertilisation.png>
(25 Desember 2010)

Kita dapat melihat pada Gambar 4 bahwa pada saat terjadi pembuahan sel telur, bagian ekor sperma dilepaskan sehingga hanya sedikit atau hampir tidak ada ADN mitokondria yang masuk ke dalam sel telur. Hal ini berarti bahwa sumbangan secara paternal hanya berjumlah 100 mitokondria. Apalagi dalam proses pertumbuhan sel, jumlah ADN mitokondria secara paternal semakin berkurang. Maka jika dibandingkan dengan sumbangan secara maternal yaitu 100.000, maka sumbangan secara paternal hanya 0,01%. Oleh karena itu dapat dianggap tidak terjadi rekombinasi sehingga dapat dikatakan bahwa ADN mitokondria bersifat haploid, diturunkan dari ibu ke seluruh keturunannya.

ADN mitokondria juga memiliki sifat unik lainnya yaitu laju mutasinya yang sangat tinggi sekitar 10-17 kali ADN inti sel. Laju mutasi ADN mitokondria yang tinggi ini menyebabkan adanya perbedaan urutan basa ADN mitokondria antarindividu (tingkat polimorfisme yang tinggi).

Gambar 5

Evolusi



Sumber: <http://biologi.blogspot.com/2010/12/images-of-human-evolution.html>

(25 Desember 2010)

Ketiadaan mitokondria ayah pada keturunannya mempermudah analisis penurunan ADN mitokondria. Genom mitokondria diturunkan selama ratusan ribu tahun tanpa ada persilangan dengan genom ADN mitokondria ayah. Dengan demikian, mutasi yang diwariskan dapat dilacak pada satu garis keturunan maternal. Karakteristik ini memungkinkan ADN mitokondria sebagai alat untuk mengetahui hubungan maternal antarindividu, mempelajari antropologi serta biologi evolusi berbagai makhluk hidup seperti yang dapat kita lihat pada Gambar 5.

Gabungan antara laju mutasi ADN mitokondria yang relatif tinggi dengan pola pewarisan maternal ini menjadi alat penelitian dalam bidang antropologi. Mutasi-mutasi yang terjadi dan diwariskan menghasilkan generasi manusia masa kini dengan polimorfisme tinggi terutama pada daerah *D-loop*. Polimorfisme ADN mitokondria manusia telah dieksplorasi untuk menjelaskan migrasi prasejarah, kaitan antarsuku dan ras serta hubungan mamalia cerdas dengan manusia purba dan modern.

Selain hal-hal di atas, ADN mitokondria juga digunakan dalam analisis forensik. Walaupun analisis menggunakan ADN inti sel telah lebih dulu digunakan dalam bidang forensik dan berkembang pesat karena memiliki keakuratan yang tinggi

(dirujuk pada ADN inti sel kedua orangtua). Namun, kelemahan metode ini adalah apabila salah satu atau kedua orangtua tidak diketahui.

Berbeda dengan ADN inti sel, kelebihan utama penggunaan ADN mitokondria dalam bidang forensik adalah jumlah molekulnya yang mencapai ribuan dalam satu sel sehingga memungkinkan dilakukan analisis dari sampel yang sangat sedikit, misalnya cairan tubuh, akar/batang rambut bahkan tulang dan fosil tulang. Meskipun demikian, terdapat pula kelemahan dari penggunaan ADN mitokondria yaitu kemungkinan menemukan kesamaan antarindividu yang relatif tinggi, terutama individu yang terkait hubungan keluarga segaris ibu. Namun, kelemahan ini dapat berguna untuk peruntutan hubungan keluarga.