

DNA mitokondria

Di dalam sel eukariot ada 2 jenis genom, yaitu DNA inti dan DNA sitoplasmik. DNA sitoplasmik berupa DNA mitokondria (mtDNA) untuk sel-sel hewan. Sedangkan pada sel tumbuhan, selain ada mtDNA juga ada DNA kloroplas (cpDNA).

Genom sitoplasmik pada hewan berukuran kecil (sekitar 16000 bp), berbentuk sirkular dan berjumlah banyak (multikopi). Disebut multikopi karena jumlah genom tsb di dalam matriks mitokondria berjumlah lebih dari satu. Selain itu, karena jumlah organel mitokondria dalam setiap sel juga lebih dari satu. Jumlah organel mitokondria dalam setiap sel sangat beragam, tergantung aktifitas sel. Pada vertebrata, sel-sel jantung, ginjal dan gonad dilaporkan mempunyai jumlah mitokondria mencapai 30000 organel per sel. Organel mitokondria bisa memperbanyak diri tergantung tingkat aktifitas sel. Mekanisme pembelahannya setara dengan pembelahan biner yang dilakukan oleh prokariot. Begitu juga, mtDNA bisa bereplikasi sehingga dalam satu organel bisa berjumlah lebih dari satu. Sebagaimana pembelahan biner prokariot yang tidak mengalami rekombinasi, maka pembelahan mtDNA juga tidak mengalami rekombinasi. Hal ini berarti antar kopi mtDNA dalam satu organel mitokondria adalah sama persis. Begitu juga, mtDNA yang jumlahnya mencapai ribuan dalam satu sel adalah sama persis.

Dalam kondisi tertentu, bisa jadi mtDNA tsb saling berbeda. Ada beberapa bukti bahwa perbedaan tersebut kemudian menghilang karena efek pengenceran dan efek seleksi yang terjadi di dalam sitoplasma. Dengan kata lain, organel atau sel yang mengandung mtDNA yang berubah maka akan mati. Kalau perbedaan tsb terus ada di dalam satu organel ataupun di dalam satu sel, maka disebut kondisi heteromorfisme. Kondisi ini akan menyebabkan kelainan fungsi genom mitokondria yang menyebabkan beragam jenis penyakit degeneratif.

Pola pewarisan genom (satuan organisasi gen) mitokondria pada tingkat individu dilakukan melalui garis uniparental. Pada taksa yang jenis kelaminnya ditentukan oleh kromosom seks maka ada diferensiasi jenis kelamin yang jelas. Dalam hal ini, pola pewarisan mtDNA dilakukan melalui garis maternal atau ibu.

Dalam hal manusia (termasuk mamalia), pembentukan sel-sel telur (oogenesis) sudah dimulai sejak masa-masa awal embrio. Sel telur primer yang sudah terbentuk pada sekitar usia kandungan 4 bulan kemudian akan dorman. Aktifasi sel telur primer yang dorman dilakukan oleh hipotalamus (hipofisa) yang ditandai dengan pubertas sekitar umur 10 tahun. Sejak itu, secara periodik setiap 28 hari sekali ada telur yang keluar dari masa dorman untuk menjadi matang dan diovolasikan. Ketika seorang wanita mengovulasikan ovum pada usia 25 tahun, maka waktu yang 25 tahun tsb di-bypass oleh ovum. Ovum yang dibuat ketika ybs berumur 4 bulan di dalam kandungan tidak terpengaruh oleh lifestyle dari kehidupan anak-anak, remaja sampai dewasa dari si wanita. Dengan mode bypass ini, mitokondria ovum persis sama dengan ibu, nenek dst. Kalaupun nantinya ada perbedaan maka semata-mata akibat adanya mutasi ketika replikasi selama oogenesis.

Oogenesis dilakukan melalui mekanisme pembelahan meiosis. Dalam hal ini material inti (nDNA) mengalami reduksi, dari diploid (berpasangan) menjadi haploid (tidak berpasangan). Sedangkan porsi sitoplasmanya terbagi asimetrik, yaitu tahap akhir dari pembelahan meiosis adalah sitokinesis yang tidak imbang. Hanya satu ovum yang dilengkapi dengan sitoplasma lengkap, sedangkan yang lain tidak normal yang disebut dengan benda kutub. Mitokondria ovum adalah persis sama dengan mitokondria ibu. Di lain pihak, spermatogenesis yang dilakukan dengan mekanisme meiosis yang sama dengan oogenesis diakhiri dengan sitokinesis yang simetris sehingga menghasilkan 4 sel sperma yang normal. Mitokondria sperma persis sama dengan mitokondria bapak.

Ketika spermatozoa membuahi ovum, maka yang masuk ke sitoplasma telur hanya inti sperma. Inti diploid zigot merupakan inti diploid hasil rekombinasi dari inti telur dan inti sperma. Sedangkan sitoplasma zigot adalah persis sama dengan sitoplasma ovum.

Jadi, melacak mutasi genom mitokondria bagaikan melacak garis keturunan ibu. Kalaupun ada perbedaan maka perbedaan tsb dihasilkan oleh semata-mata mutasi. Berbagai laporan menyebutkan bahwa mutasi berkorelasi dengan jumlah replikasi; dan jumlah replikasi setara dengan waktu.