

Prospek Penelitian Biomedik di Luar Angkasa

Dr. Pratiwi Sudarmono, PhD

Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran UI

ABSTRAK

Semenjak manusia bercita-cita menaklukkan ruang angkasa perhatian yang khusus telah ditujukan kepada berbagai aspek terpenting yaitu perubahan biomedik yang akan dialami oleh seseorang saat ia berada di luar angkasa. Pengaruh yang paling besar adalah dari kondisi mikroorganik dan berbagai pengaruh lingkungan hidup yang sangat sulit untuk disimulasi di bumi.

Kondisi mikrogravitasi menyebabkan terjadinya perubahan fisiologi pada berbagai organ seperti sistem homeostasis, sistem kardiovaskuler, sistem muskulo skeletal dan sebagainya. Kini kondisi mikrogravitasi dianggap menjadi suatu variabel yang penting untuk memahami sistem transport ion dan energi dari sel, untuk memantau proses diferensiasi pada embrio, untuk memahami mekanisme kerja obat dan sebagainya. Penerbangan luar angkasa melalui pesawat ulang alik dengan program *space-lab* dan *space-stationnya* kini diarahkan sebagai misi ilmiah murni, antara lain untuk penelitian biomedik ini.

PENDAHULUAN

Bila kita naik sampai ketinggian lebih dari 110 km dari permukaan bumi, maka pengaruh kondisi luar angkasa sudah mulai terasa. Mikrogravitasi merupakan faktor yang sangat bermakna, terutama bila dilihat pengaruhnya pada kehidupan jangka panjang di luar angkasa. Namun justru mikrogravitasi merupakan kondisi yang paling sulit disimulasi di bumi. Karena kendala tersebut, penelitian-penelitian untuk melihat efek mikrogravitasi harus dilakukan dalam pesawat ulang alik, *space-lab* atau *space-station* di ruang angkasa.

Penelitian biomedik di luar angkasa biomedik di luar angkasa sekarang dirasakan sama pentingnya dengan penelitian ilmu lain. Penelitian biomedik ada yang langsung dikaitkan dengan fisiologi manusia, namun banyak pula yang merupakan penelitian ilmu kedokteran dasar seperti penelitian mikrobiologi, biologi

sel, genetika, embriologi, biologi molekuler dan sebagainya. Dalam makalah ini akan diuraikan berbagai aspek penelitian kedokteran/biomedik dan biologi yang menjadi minat dari para peneliti saat ini.

SISTIM MUSKULOSKELETAL

Telah diketahui beberapa kelainan dalam sistem muskuloskeletal pada para astronot yang kembali dari ruang angkasa. Ditemukan adanya indikasi kelainan metabolisme ion kalsium, kelemahan otot-otot motorik dan kelainan pada persendian. Topik penelitian yang kini dilakukan baik oleh NASA maupun Rusia dalam stasiun ruang angkasa MIR meliputi hal-hal sebagai berikut :

a) Metabolisme kolagen jaringan kulit dan tulang tikus selama 7 hari penerbangan luar angkasa.

- b) Komposisi jaringan tulang menipis pada kondisi hipokinesia.
- C) Pengukuran kadar kalsium dengan mikro elektroda pada darah para astronot.
- d) Analisis susunan jaringan periosteal pada tibia tikus,
- e) Pembentukan tulang pada biakan jaringan tulang embrio di tinjau dari perubahan biokimiawi dan karakteristik ultrastruktural.
- f) Peranan vitamin D dalam diferensiasi awal dari pembentukan osteoklast.
- g) Peranan dari hilangnya beban pada tulang menimbulkan hilangnya induksi untuk penyusunan jaringan tulang baru.

SISTIM VESTIBULER

Space adaptation syndrome adalah gejala yang paling sering dialami oleh para astronot; bahkan menjadi suatu sindrom yang paling ditakuti karena menyebabkan tidak dapat bekerja dengan layak dalam pesawat ulang alik atau stasiun ruang angkasa. Berbagai upaya medikamentosa dan berbagai latihan untuk melatih adaptasi vestibuler sudah dicoba dengan berbagai inovasi dan modifikasi, tetapi ternyata masih kurang meyakinkan karena jumlah sampel masih sedikit. Diketahui bahwa fungsi vestibuler yang sangat menentukan keseimbangan, dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti gerak bola mata, refleks vestibulo-spinal, adanya zat metabolik yang berfungsi sebagai *vestibulo protector*, lancarnya hemodinamika dalam sistim vestibuler dan sebagainya.

Di bumi dapat dilakukan *experimental motion sickness* yang sedikit banyak akan memberikan informasi yang tepat tentang sekuens dari *motions sickness* tersebut. Keringat yang berlebihan, kunang-kunang, rasa mual, pusing, muntah dan disorientasi merupakan urutan kejadian yang terjadi pada *motion sickness*.

Penelitian saat ini yang dikerjakan oleh *space lab* dan *space station* antara lain :

- 1) *Monitoring* respons vestibuler terhadap akselerasi.
- 2) Pengukuran komparatif terhadap stabilitas-visual di bumi dan di luar angkasa.
- 3) Penggunaan *electro-oculographic signal conditioner* dengan *rotating chair*.

SISTIM KARDIOVASKULER

Fungsi sistim kardiovaskuler mengalami berbagai penyimpangan antara lain karena dalam kondisi mikrogravitasi terjadi perubahan hemodinamika darah. Dengan hilangnya tekanan perifer, darah dan cairan tubuh cenderung terkumpul di bagian proksimal tubuh, menyebabkan rangsangan pada pusat homeostatik di otak dan ekskresi cairan lewat urine terjadi dengan cepat. Oleh karena itu pada saat-saat awal seorang ada di ruang angkasa, diperlukan minum minimal 2 liter untuk menjaga keseimbangan cairan. Lagipula, karena tonus perifer hilang, jantung tidak mengalami hambatan dalam pemompaan, sehingga denyut jantung melemah namun masih cukup efisien.

Berbagai komputer model dirancang untuk memahami hemodinamika di ruang angkasa. Komputer model yang dikembangkan para ahli bertujuan untuk melakukan simulasi di bumi dengan mengubah variabel-variabel seperti volume darah, per-

ubahan ion, tonus otot, jantung dan sebagainya. Penelitian saat ini yang mendapatkan perhatian antara lain :

- a) Pengaruh kondisi tanpa bobot pada fungsi jantung paru.
- b) Pengaruh kondisi tanpa bobot pada fungsi cairan.
- c) Pengaruh penerbangan ruang angkasa pada eritrokinetik manusia.
- d) Perubahan-perubahan pada *deconditioning* jantung.

METABOLISME DAN ENDOKRIN

Perubahan faal sel tubuh manusia seringkali menyebabkan adanya perubahan metabolisme dan endokrin; atau sebaliknya. Perubahan metabolisme yang terjadi seringkali dapat menerangkan patofisiologi dari suatu kelainan dalam penerbangan luar angkasa. Sedangkan perubahan endokrin sangat erat hubungannya dengan perubahan perilaku, terutama bila penerbangan dilakukan dalam waktu lama.

Penelitian yang dikembangkan antara lain :

- a) Patofisiologi *mineral loss* selama *spaceflight*.
- b) Metabolisme protein selama *spaceflight*.
- c) Perubahan endokrin dan metabolit pada diri para astronot.
- d) *Magnetic resonance imaging* setelah penerbangan luar angkasa.
- e) Penelitian metabolit dalam urine.
- f) Metabolisme vitamin D dan demineralisasi tulang.

Masih banyak lagi topik yang menarik untuk diteliti di luar angkasa. *Space-lab* dan *space station* menyediakan berbagai *device* yang memungkinkan dilakukannya penelitian tersebut. Di NASA, penelitian ini ditampung oleh suatu tim yang bergabung dalam *Life Sciences Project Division* yang melibatkan diri sejak perencanaan sampai evaluasi dari seluruh penelitian *life sciences* di bumi maupun di luar angkasa. Dua topik yang kini sedang berlangsung merupakan topik utama dari LSDP yaitu *Life Sciences space biology project* dan *Extended Duration Crew Operations*. Aktivitas LSDP ini nantinya akan terus dilanjutkan bila *Space Station Freedom* selesai. *Space Station Freedom* merupakan *space station* yang dirancang bersama oleh 4 negara yaitu Amerika Serikat, European Space Agency, Jepang dan Kanada.

Berbagai kalangan ilmiah dari perguruan tinggi dan industri ikut berpartisipasi dalam penelitian luar angkasa, baik sebagai *expertise investigator* maupun penyandang dana. Setiap tahun dilakukan *review* oleh LSDP untuk menentukan urutan prioritas, validitas, aktualitas dari usulan-usulan penelitian yang masuk. Usulan penelitian tersebut seringkali mengajukan pula berbagai modifikasi dan inovasi alat-alat baru atau suatu sistim baru untuk *space station* agar para astronot dapat lebih mudah dan lebih nyaman tinggal di S.S. Freedom. LSDP tidak saja menampung usulan penelitian biomedik, namun juga penelitian pada sel hewan, sel tanaman, penelitian kimiawi, fisika dan sebagainya. Sejak *space lab I* diluncurkan pada November 1973, sudah banyak hasil penelitian yang dianalisis; sehingga informasi dan penemuan baru dapat dikaji sebagai hal yang sangat berharga untuk kepentingan umat manusia, baik dalam kehidupannya di bumi maupun di luar angkasa.

KEPUSTAKAAN

1. Life Science Project Division. Johnson Space Center, NASA, USA.
2. SAE Technical Paper Series, The Engineering Society for Advancing Mobility Land, Sea, Air and Space, USA.
3. 1988–1989 NASA Space/Gravitational Biology Accomplishments. NASA Technical Memorandum 4160, 1990.
4. USSR Space Life Sciences Digest, NASA Contractor Report 3922 (24), 1989.

