

# Planet-Planet Tata Surya Layak Huni

*Judhistira Aria Utama (Himpunan Astronom Amatir Bandung)*

Bayangkan sumber daya di Bumi sudah habis terkuras. Lingkungan tidak lagi nyaman untuk dihuni seiring dengan makin membeludaknya jumlah manusia. Lantas, di mana selanjutnya kita akan berada? "Diam- diam" para ahli sedang sibuk mencari jawabannya.

Daerah hunian (habitable zone) didefinisikan sebagai tempat dalam suatu rentang jarak tertentu dari bintang induk yang memungkinkan keberadaan air, dalam wujud cair, di permukaan planet pengiringnya. Secara teori, kondisi yang memungkinkan dijumpainya air dalam fase ini akan mendukung munculnya "benih-benih kehidupan". Air dalam wujud cair merupakan pelarut terbaik yang akan memungkinkan berlangsungnya reaksi dari berbagai unsur maupun senyawa kimia yang ada. Karena itu, tidak mengherankan bila keberadaan air dalam fase ini dijadikan pertanda yang akan memberikan harapan bagi kemunculan suatu bentuk kehidupan.

Planet-planet raksasa di luar Tata Surya yang mengorbit bintang-bintang setipe Matahari (extrasolar planets) sejauh ini tidak masuk ke dalam pertimbangan sebagai tempat layak huni untuk kehidupan seperti yang kita kenal. Bila demikian halnya, lantas di mana kita dapat menaruh harap? Jawaban yang masuk akal adalah di satelit-satelit alam yang dimiliki planet-planet gas tersebut.

Dalam Tata Surya kita, semakin besar massa suatu planet gas, makin besar pula massa total satelit-satelitnya. Artinya, bisa saja planet-planet gas luar Tata Surya tersebut dengan ukurannya yang jauh lebih besar dibandingkan dengan Jupiter akan memiliki satelit seukuran Planet Mars, misalnya. Dipilihnya satelit-satelit alam sebagai situs yang "menjanjikan" tidak terlepas dari fakta bahwa banyak di antara planet-planet gas raksasa tersebut yang berada di "habitable zone" dari bintang-bintang induknya (1-1,9 AU; 1 AU sekitar 150 juta kilometer). Pertanyaan selanjutnya adalah syarat-syarat apa yang harus dimiliki bakal hunian alternatif tersebut untuk dapat memberikan daya dukung bagi kehidupan?

## **Keberadaan atmosfer**

Untuk dapat menjadi tempat hunian yang ideal, satelit-satelit tersebut harus memiliki atmosfer. Bumi, satunya-satunya planet di Tata Surya yang hingga kini mampu memberikan daya dukung bagi tumbuh-kembang berbagai bentuk kehidupan, memiliki atmosfer yang moderat. Bulan sebagai satelit alami Bumi dengan massa sekitar 1/100 kali massa Bumi justru tidak memiliki atmosfer sama sekali. Dari sini, satelit-satelit extrasolar planets tersebut harus jauh lebih besar daripada ukuran Bulan kita, setidaknya seukuran satelit-satelit terbesar dari planet-planet raksasa di Tata Surya.

Lapisan udara yang menyelimuti permukaan satelit ini berguna dalam melindungi kehidupan di permukaannya terhadap bombardir radiasi-radiasi berbahaya dari angkasa, di samping berperan pula sebagai penjaga temperatur permukaan agar tetap nyaman. Untuk dapat mempertahankan keberadaan atmosfer dalam jangka waktu yang lama, proses pelepasan gas-gas atmosfer-utamanya di atmosfer bagian atas-harus berjalan lambat. Ini bisa dicapai bila temperatur atmosfer di sana cukup rendah atau satelit yang bersangkutan cukup masif sehingga akan mempunyai kecepatan lepas (escape velocity) yang besar untuk dapat menahan lolosnya atom-atom gas di lapisan atas tersebut.

Bercermin pada apa yang telah terjadi di Bumi, para ilmuwan meyakini bahwa atmosfer di planet hijau ini terbentuk dari gas-gas yang dikeluarkan dari perut Bumi melalui aktivitas vulkanik. Penjelasan lebih lengkap agaknya diperlukan mengingat komposisi atmosfer saat ini yang jauh berbeda dengan gas-gas yang dihasilkan gunung berapi; aktivitas vulkanik tidak

"membuang" oksigen ke angkasa, sementara di atmosfer sekitar 21 persen merupakan gas ini.

Apa yang membuat atmosfer Bumi berubah secara drastis? Dari mana oksigen yang menjadi "gas hidup" bagi organisme aerob ini berasal?

Dua buah teori telah diusulkan untuk menjelaskan bagaimana terbentuknya oksigen. Yang pertama adalah melalui proses fotodisosiasi, yaitu pemecahan uap air oleh cahaya ultraviolet yang akan menghasilkan hidrogen bebas dan oksigen menurut reaksi:  $2\text{H}_2\text{O} + \text{Ultraviolet} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

Sayangnya, karena atom gas ringan seperti hidrogen akan dengan mudah lepas dari gravitasi Bumi, proses ini tidak akan mampu menyediakan oksigen dalam jumlah yang melimpah seperti yang sekarang kita jumpai.

Teori kedua mengusulkan bahwa sumber oksigen tidak lain adalah kehidupan itu sendiri, melalui proses yang disebut fotosintesis, di mana karbon dioksida dan air bereaksi untuk membentuk karbohidrat dan oksigen,  $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$

Diperkirakan, 99 persen dari jumlah total oksigen yang dibebaskan ke atmosfer sejak masa-masa awal Bumi diperoleh dari proses fotosintesis ini, sementara hanya 1 persennya yang berasal dari fotodisosiasi.

### **Aktivitas geologi**

Aktivitas geologi di Bumi dimungkinkan ada karena tersedianya sumber panas internal di pusat Bumi. Aktivitas geologi ini diperlukan dalam menjalankan siklus karbonat-silikat yang akan mengontrol temperatur atmosfer secara menyeluruh. Ketiadaan aktivitas geologi ini akan membuat lingkungan mengalami pendinginan hingga menjadi zaman es abadi.

Siklus karbonat-silikat, seperti yang kita jumpai berlangsung di Bumi, dimulai dengan reaksi antara karbon dioksida dan mineral-mineral silikat. Hasil reaksi yang terbentuk akan terbawa sampai ke laut dan tersimpan dalam bentuk deposit karbonat. Selanjutnya, melalui aktivitas geologi seperti proses tektonik, deposit karbonat tersebut dapat mencapai litosfer (lapisan batuan) di permukaan Bumi. Setibanya di permukaan Bumi, deposit karbonat akan mengalami pemanasan dan diubah kembali menjadi karbon dioksida melalui aktivitas vulkanik. Keberadaan karbon dioksida di atmosfer akan menahan kalor yang diterima dari Matahari lepas kembali untuk menjaga kestabilan temperatur di permukaan. Sumber panas internal bagi planet-planet seperti Bumi berasal dari peluruhan isotop radioaktif. Semakin masif planet yang bersangkutan, semakin lama siklus karbonat-silikat yang dapat berlangsung.

Pada satelit-satelit extrasolar planets, selain peluruhan isotop radioaktif, sumber panas internal yang mereka miliki juga diperoleh dari proses pemanasan akibat pasang-surut (tidal heating). Io, salah satu satelit terbesar Jupiter, adalah contohnya. Satelit paling dalam di antara ke empat satelit Galilean ini dipastikan mengalami tidal heating dan menjadikannya benda langit alami pengiring planet dengan aktivitas vulkanik paling aktif di Tata Surya kita. Besar-kecilnya tidal heating sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti massa satelit dan planet induknya, struktur internal satelit yang bersangkutan, ukuran setengah sumbu-panjang dan kelonjongan orbit satelit, serta jauh-dekatnya orbit satelit ini terhadap satelit lain (bila ada) dalam sistem tersebut.

### **Panjang hari**

Model komputer yang ada menunjukkan bahwa sembarang satelit yang mengorbit extrasolar planets dapat mencapai sinkronisasi orbit, artinya waktu yang diperlukan satelit tersebut untuk

satu kali berotasi sama dengan selang waktu yang diperlukannya untuk satu kali mengelilingi planet induk (revolusi). Menurut definisi sinkronisasi orbit yang lebih tegas, periode rotasi satelit tersebut juga tepat sama dengan periode rotasi planetnya.

Peristiwa yang sama telah terjadi pada Bulan kita. Selama ini wajah Bulan yang menghadap Bumi adalah wajah yang sama, hasil dari interaksi pasang-surut selama lebih dari ratusan juta tahun yang lalu. Satu hari di Bulan berjalan lebih lama daripada di Bumi, yakni selama lebih kurang 27 hari Bumi (sama dengan waktu yang diperlukannya untuk mengitari Bumi satu kali).

Kasus yang lebih ekstrem terjadi pada satu-satunya satelit Pluto, Charon. Selain memiliki periode rotasi yang sama dengan periode orbitnya, periode rotasi Charon juga sama dengan periode rotasi Pluto (sekitar enam hari Bumi). Sebagai akibatnya, selain bahwa wajah Charon yang sama selalu menghadap ke Pluto, juga wajah Charon hanya dapat dinikmati dari permukaan Pluto dari satu belahan saja. Bayangkan, malam hari di satu belahan Pluto akan selalu berhiaskan wajah Charon, sementara malam hari di belahan lainnya tidak akan pernah menjumpai penampakan satelit tersebut.

Dengan asumsi bahwa satelit-satelit yang dimiliki extrasolar planets memiliki periode orbit 1,7-16 hari Bumi seperti halnya satelit-satelit terbesar yang ada di Tata Surya kita, perhitungan yang dilakukan Stephen Dole (1960) menunjukkan bahwa satelit dengan atmosfer seperti yang dimiliki Bumi tidak akan mampu menyediakan tempat yang dapat mendukung kehidupan saat periode rotasinya lebih dari empat hari. Pada kondisi ini, perubahan temperatur di permukaan satelit akan menjadi sangat besar.

### **Ukuran orbit**

Ukuran orbit, dalam hal ini setengah sumbu-panjang dan kelonjongan, sangat berpengaruh terhadap daya dukung planet. Sejumlah extrasolar planets yang berhasil ditemukan sejauh ini berada di dalam habitable zone tersebut. Sementara itu, sejumlah lainnya diketahui memiliki orbit yang sangat eksentrik (elips) yang berakibat pada perbedaan jumlah kalor yang diterima planet dan satelit dari bintang induknya.

Saat planet dan satelit pengiring berada di titik terjauh di dalam orbit, jumlah kalor yang diterimanya akan lebih sedikit daripada saat mereka berada di titik terdekat di dalam orbit. Semakin elips bentuk suatu orbit, akan semakin besar pula perbedaan jumlah kalor yang diterima permukaan planet dan satelit pada saat berada di titik terdekat dan terjauhnya.

Sebagai contoh adalah seperti yang terjadi pada sistem keplanetan 16 Cygni B yang berada dalam sistem bintang ganda berpasangan dengan bintang 16 Cygni A. Planet yang mengorbit bintang 16 Cygni B memiliki kelonjongan yang besar, senilai 0,67.

Bintang 16 Cygni B sebagai bintang induk memiliki luminositas (jumlah energi yang dipancarkan seluruh permukaan bintang ke segala arah per detiknya) sebesar 1,4 kali luminositas Matahari (luminositas Matahari= 385 triliun triliun watt). Meskipun rata-rata jumlah energi yang diterima planet dari bintang induknya hanya setengah kali yang diterima Bumi dari Matahari, akibat orbit planet yang sangat lonjong variasi yang terjadi sangat besar, dari 20 persen hingga 260 persen jumlah energi yang diterima permukaan Bumi. Tentunya hal ini berpengaruh pula terhadap satelit yang mengiringi planet tersebut.

Akankah satelit-satelit alam yang mengiringi planet-planet gas raksasa tersebut suatu saat di masa depan dapat menjadi tempat yang nyaman untuk dihuni? Seperti halnya Bumi yang perlu waktu untuk menyediakan lingkungan yang nyaman bagi keberadaan kehidupan, semua amat bergantung pada proses evolusi yang berlangsung di sana.

Kalaupun di suatu saat nanti terbukti mampu menyediakan tempat yang nyaman bagi keberlangsungan kehidupan, mungkinkah peradaban manusia di muka Bumi ini berusia cukup panjang untuk bisa menyaksikannya? Ataukah justru umat manusia telah berhasil membentuk koloni di ruang angkasa seperti yang diimpikan mendiang astronom besar Carl Sagan? Atau melakukan perjalanan antarbintang dan menemukan daerah layak huni lainnya sebagai pengganti Bumi yang telah sesak?

Segalanya serba mungkin, dan yang terpenting adalah kesadaran untuk merawat Bumi yang telah menghidupi kita sekian lama ini.

Sumber : *Kompas (24 September 2004)*

» [kirim ke teman](#)  
» [versi cetak](#)

revisi terakhir : 16 Oktober 2004