

## ARGUMEN SAINTIFIK DIBALIK PROSES PEMANASAN GLOBAL

**Rignolda Djamaluddin**  
(Email. rignolda@unsrat.ac.id)

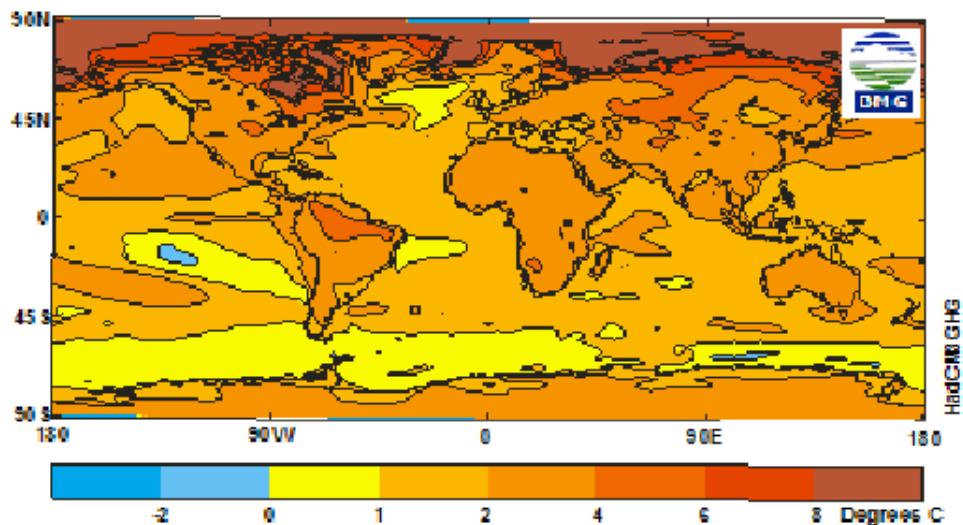
Semestinya antisipasi terhadap pemanasan global sudah dilakukan jauh sebelum para ahli klimatologi, lingkungan, oseanografi, ekologi dan lainnya dikejutkan oleh situasi yang sekarang sedang berlangsung. Profesor **SVANTE ARRHENIUS** dalam *Phylosophy Megazine and Jurnal of Science*, Vol. 41. No. 251, April 1896, telah mengingatkan fenomena ini seperti dalam kutipan berikut:

*“XXXI. On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground. By Prof. SVANTE ARRHENIUS\*.*

*1. Introduction: Observations of Langley on Atmospherical Absorption.*

*A GREAT deal has been written on the influence of the absorption of the atmosphere upon the climate. Tyndall † in particular has pointed out the enormous importance of this question. To him it was chiefly the diurnal and annual variations of temperature that were lessened by this circumstance. Another side of the question, that has long attracted the attention of physicists, is this: Is the mean temperature of the ground in any way influenced by the presence of heat-absorbing gases in the atmosphere? Fourier ‡ maintained that the atmosphere acts like the glass in a hot house, because it lets through the light rays of the sun but retains the dark rays from the ground. This idea was elaborated by Pouillet §; and Langley was by some of his researches led to the view, that ‘the temperature of the earth under direct sunshine, even though our atmosphere were present as now, would probably fall to – 200 °C., if that atmosphere did not possess the.....”*

Sangat disayangkan fakta terkini ternyata suhu bumi terus meningkat; dihitung dari tahun 1980 telah terjadi peningkatan suhu permukaan bumi rata-rata sekitar 0,55°C, dan diprediksi pada tahun 2050 akan mencapai 7 – 8°C di wilayah bumi bagian Utara, dan sekitar 1 – 4°C untuk wilayah perairan dan pulau-pulau di Indonesia (Ratag, 2007). Gambar 1 menampilkan hasil prediksi temperatur bumi pada 2050-an.

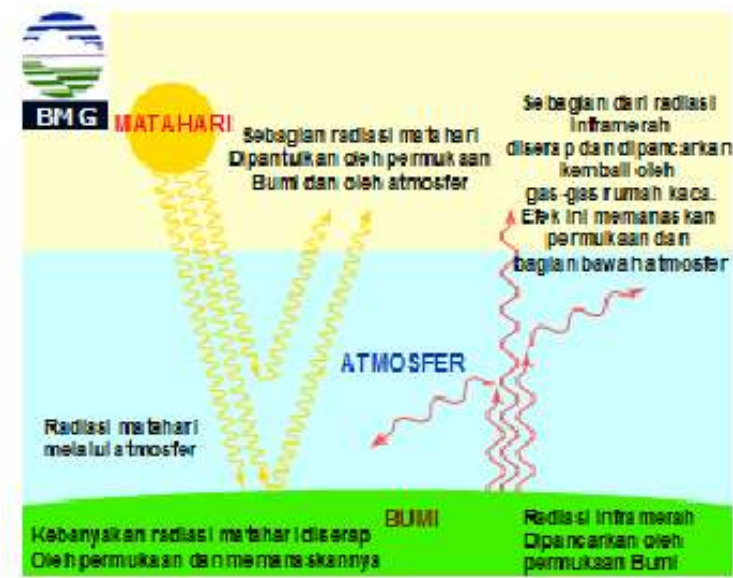


**Gambar 1.** Perubahan temperatur pada 2050-an, relatif terhadap temperatur saat ini (Ratag, 2007).

Dapat dibayangkan bila kenaikan suhu bumi terus berlangsung; iklim akan berubah dan mengancam kehidupan di bumi. Tulisan ini mengulas berbagai pandangan yang berkembang terkait proses terjadinya pemanasan global.

### Efek rumah kaca

Josep Fourier pada tahun 1824 melaporkan terjadinya efek rumah kaca (greenhouse effect; sebuah analogi rumah kaca yang memiliki temperatur lebih panas dari lingkungan sekitarnya karena panas ditahan oleh dinding kaca yang tebal – Gross, 1993, lihat juga Gambar 2). Selain Planet Bumi, Planet Mars dan Venus serta beberapa satelit alami yang diselimuti atmosfer seperti Saturnus dan Titan juga diperkirakan mengalami efek rumah kaca.



**Gambar 2.** Ilustrasi efek rumah kaca “greenhouse effect” (Ratag, 2007).

Tak dapat disangkal bahwa atmosfer merupakan bagian dari sistem bumi yang sangat penting sebagai pengatur suhu bumi lewat efek rumah kaca. Cahaya matahari dengan radiasi gelombang pendek termasuk cahaya tampak (panjang gelombang  $0,4 - 0,7 \mu\text{m}$ ) dapat dengan mudah menembus permukaan bumi, kemudian berubah menjadi energi panas yang menghangatkan bumi. Sebagian panas diserap oleh bumi sebagian lainnya dipantulkan kembali. Kehadiran gas-gas rumah kaca di atmosfer terutama dalam bentuk uap air,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CFC}_s$  menyerap energi panas yang dipantulkan dari permukaan bumi dan memantulkannya kembali ke bumi. Proses ini terjadi secara berulang sehingga suhu bumi terus meningkat. Sebaliknya, tanpa efek rumah kaca permukaan bumi akan diselimuti es dengan suhu bisa mencapai  $-18^\circ\text{C}$  (Hart, 2005) atau mungkin lebih rendah yakni sekitar  $-19^\circ\text{C}$  (Anonymous, 2007).

## **Efek umpan balik**

Ketika suhu bumi meningkat maka akan terjadi proses-proses berantai lainnya, atau secara sederhana disebut efek umpan balik. Efek umpan balik dapat berupa pemanasan (efek positif) atau pendinginan (efek negatif). Beberapa contoh sederhana efek umpan balik dapat dijelaskan sebagai berikut:

*Umpan balik uap air-radiasi.* Manakala suhu permukaan bumi meningkat maka akan semakin banyak uap air yang dilepaskan ke atmosfer. Uap air itu sendiri merupakan gas rumah kaca karena kemampuannya menyerap radiasi infra merah yang dipantulkan permukaan bumi. Akibatnya, atmosfer akan semakin panas dan meningkatkan suhu permukaan bumi (umpan balik positif).

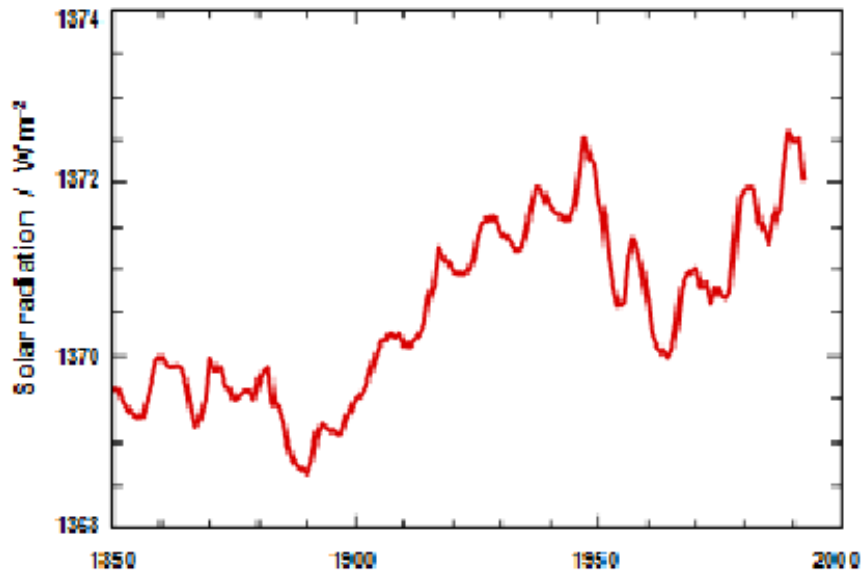
*Umpan balik awan-radiasi.* Tutupan awan semakin besar seiring bertambahnya uap air di atmosfer akibat kenaikan suhu permukaan bumi. Awan yang semakin tebal dapat mengurangi radiasi cahaya matahari yang mencapai permukaan bumi. Efek yang ditimbulkannya dapat berupa penurunan suhu permukaan bumi (umpan balik negatif).

*Umpan balik es-albedo.* Es memiliki kemampuan yang lebih besar dibandingkan daratan dan air dalam hal memantulkan radiasi cahaya matahari. Naiknya suhu permukaan bumi mencairkan lebih banyak es di wilayah kutub. Akibatnya, akan semakin banyak radiasi cahaya matahari yang diserap permukaan bumi sehingga suhu permukaan bumi semakin meningkat (umpan balik positif), dan pencairan es akan terus berlanjut.

Kemampuan laut menyerap karbon akan berkurang oleh karena naiknya suhu di laut. Kenaikan suhu di laut dapat menyebabkan berkurangnya nutrisi di lapisan mesopelagik sehingga pertumbuhan diatom menjadi terhalang. Padahal diatom memiliki kemampuan menyerap karbon dalam jumlah yang besar di laut (Buesler, *dkk.*, 2007). Proses tersebut merupakan bentuk lain dari efek umpan-balik.

## **Variasi matahari**

Kontribusi matahari terhadap pemanasan global merupakan salah satu pokok bahasan penting. Dua ilmuwan dari Duke University memperkirakan bahwa matahari telah berkontribusi sekitar 45-50% terhadap peningkatan suhu rata-rata bumi selang periode 1900 – 2000, dan sekitar 25-30% selang tahun 1980 – 2000 (Scaffeta *dkk.*, 2006). Gambar 3 menampilkan fluktuasi radiasi cahaya matahari selama 150 tahun belakangan (1850 – 2000).



**Gambar 3.** Fluktuasi radiasi cahaya matahari selang 1850 – 2000 (Ratag, 2007)

Terdapat perbedaan mendasar antara efek rumah kaca dan efek peningkatan aktivitas matahari. Efek rumah kaca menyebabkan terjadinya penurunan suhu di lapisan stratosfer (merupakan bagian atmosfer bawah pada posisi antara troposfer dan lapisan ozon), sebaliknya peningkatan aktivitas matahari menyebabkan pemanasan di lapisan tersebut. Efek pendinginan di lapisan stratosfer telah teramati sejak tahun 1960 (Anonymous, 2001). Berdasarkan simulasi, Ammann dan Caspar (2007) menemukan bahwa fenomena variasi matahari dan aktivitas gunung berapi telah menimbulkan efek pemanasan sejak masa pra-industri hingga tahun 1950, serta efek pendinginan sejak tahun 1950.

Matahari dan bumi dalam konteks pemanasan global berhubungan dalam hal radiasi matahari yang diterima di bumi. Dua faktor utama diperkirakan menjadi alasan perubahan pada radiasi matahari, yakni perubahan orbit bumi mengitari matahari dan aktivitas pada permukaan matahari, sebagaimana dijelaskan dalam Susilo (1996).

*Perubahan orbit bumi mengitari matahari.* Perubahan ini berkaitan dengan ragam eksentrisitas, presisi ekuinoks dan ragam kemiringan sumbu bumi. Eksentrisitas adalah ukuran besarnya penyimpangan bentuk orbit bumi dari bentuk lingkaran. Orbit bumi berfluktuasi bentuknya di antara bentuk lingkaran dan elips dengan periode 96.000 atau 100.000 tahun. Ragam bentuk orbit ini menghasilkan perubahan banyaknya radiasi matahari yang mencapai puncak atmosfer dari + 0,014% hingga - 0,17%. Ekuinoks adalah waktu dalam setahun manakala matahari berada di atas katulistiwa. Ekuinoks terjadi dua kali setahun, dan sekarang ini berlangsung pada 21 Maret dan 23 September. Ekuinoks mengalami perubahan secara periodik (presisi ekuinoks)

dalam interval 22.000 tahun. Selang periode 40.000 tahun kemiringan sumbu bumi mengalami perubahan dalam besaran antara 21,8° dan 24,4°. Sekarang kemiringan sumbu bumi tercatat sebesar 23,5° dan berkurang 0,0001° per tahun. Suhu di wilayah lintang tinggi belahan bumi Utara (daerah kutub) akan lebih panas saat musim panas karena luasan wilayah yang menghadap matahari semakin luas saat kemiringan sumbu bumi membesar. Sebaliknya, semakin kecil sumbu bumi, suhu musim panas akan berkurang sehingga menambah luasan gletser.

*Aktivitas pada permukaan matahari.* Radiasi matahari yang mencapai puncak atmosfer dipengaruhi oleh ragam aktivitas pada permukaan matahari. Bintik matahari dan ledakan matahari adalah dua faktor yang teridentifikasi mempengaruhi besaran radiasi matahari yang dipancarkan. Bintik matahari terjadi dalam siklus 11 tahun, sementara ledakan matahari juga menyebabkan fluktuasi jangka pendek terhadap radiasi matahari.

## **BAHAN BACAAN**

- Amman dan Caspar. 2007. Solar influence on climate during the past millennium: results from transient simulations with NCAR climate simulation model. [http://id.wikipedia.org/wiki/pemanasan\\_global](http://id.wikipedia.org/wiki/pemanasan_global).
- Anonimous. 2001. Climate change. [http://id.wikipedia.org/wiki/pemanasan\\_global](http://id.wikipedia.org/wiki/pemanasan_global).
- Anonimous. 2007. Perubahan iklim dunia: apa dan bagaimana? <http://infoenergi.wordpress.com/2007>.
- Buesller, K.O., Lamborg, C.H., Boyd, P.J., Lam, T.W. 2007. Revisiting carbon flux through the oceans twilight zone. [http://id.wikipedia.org/wiki/pemanasan\\_global](http://id.wikipedia.org/wiki/pemanasan_global).
- Gross, M.G. 1993. Oceanography. Sixth Edition. Prentice Hall, Inc. New Jersey. 446 hal.
- Hart, J. 2005. Global warming. [http://id.wikipedia.org/wiki/pemanasan\\_global](http://id.wikipedia.org/wiki/pemanasan_global).
- Ratag, M.A. 2007. Perubahan iklim: perubahan variasi curah hujan, cuaca dan iklim ekstrim. Greenpeace Southeast Asia Focus Group Discussion, 1 Maret 2007, Jakarta. Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG).
- Scaffeta, Nicola, West, Bruce. J. 2006. Phenomenological solar contribution to the 1900-2000 global surface warming. [http://id.wikipedia.org/wiki/pemanasan\\_global](http://id.wikipedia.org/wiki/pemanasan_global).
- Susilo, P. 1996. Meteorologi. Bandung. 120 hal.