

DAMPAK AKTIVITAS MATAHARI TERHADAP KENAIKAN TEMPERATUR GLOBAL

W. Eko Cahyono

Peneliti Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, LAPAN

e-mail: cahyo9@gmail.com

RINGKASAN

Matahari adalah sumber energi utama bagi Bumi. Matahari yang setiap hari memancarkan sinarnya ke Bumi dan juga ke planet-planet lain yang ada pada tata surya kita, adalah sumber kehidupan bagi semua makhluk hidup yang ada di Bumi ini. Perubahan apapun energi dari Matahari yang diterima permukaan Bumi akan mempengaruhi iklim. Selama kondisi stabil ada kesetimbangan antara energi yang diterima dari Matahari dan energi di Bumi yang menyebar kembali ke angkasa. Energi ini sebagian besar menyebar dalam wujud radiasi gelombang panjang sesuai dengan rata-rata temperatur di Bumi. Variasi pancaran radiasi dari Matahari khususnya pancaran ultraviolet sudah lama diduga mengendalikan perubahan iklim di Bumi, kaitannya dengan pemanasan global. Perhatian ini juga dibandingkan dengan meningkatnya jumlah gas rumah kaca, khususnya CO₂ dalam kaitannya dengan aktivitas manusia yang berhubungan dengan pemanasan global.

Kata kunci: *Iklim, Aktivitas Matahari, Pemanasan Global, Gas Rumah Kaca, CO₂*

1 PENDAHULUAN

Matahari merupakan kendali iklim yang sangat penting dan sebagai sumber energi utama di Bumi yang menggerakkan udara dan arus laut. Diameter Matahari 1,42 x 10⁶ km dan suhu permukaannya sekitar 6000 K. Setiap cm² dari permukaan Matahari mengemisikan energi rata-rata sebesar 6,2 kilowatt per menit. (Tjasyono, 2004). Pemancaran energi Matahari yang sampai ke Bumi telah berlangsung terus menerus sejak sekitar 5.000.000.000 tahun yang lalu dan akan terus bersinar sampai waktu yang belum dapat diketahui. Energi Matahari yang seolah-olah tidak akan habis, menarik untuk diamati karena sebagai sumber energi. Matahari merupakan bintang yang dinamis. Ada gejolak-gejolak di permukaan Matahari yang kadang menguat dan kadang melemah yang dikenal sebagai aktivitas Matahari. Dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa aktivitas Matahari mempengaruhi perubahan suhu permukaan Bumi.

Semula para klimatologis tidak terlalu yakin tentang hubungan antara perubahan pada permukaan Matahari dan variasi iklim Bumi. Selanjutnya ada usaha untuk menunjukkan hubungan statistik

antara periodisitas Matahari dan siklus iklim global, ada mekanisme realistis telah diusulkan untuk menghubungkan dua fenomena ini. Siklus Matahari paling terkenal adalah variasi dalam jumlah bintik Matahari (*sunspot*) selama periode 11 tahun. Siklus bintik Matahari dianggap berkaitan dengan variasi magnetik Matahari, dan siklus magnetik ganda (sekitar 22 tahun) (Foukal, 1990). Apa yang menarik untuk perubahan iklim adalah siklus sunspot yang disertai dengan variasi radiasi Matahari, konstanta Matahari yang berpotensi bisa menimbulkan perubahan iklim. Konstanta Matahari sekitar 1368Wm⁻² adalah ukuran total fluks energi Matahari yang terintegrasi di semua panjang gelombang radiasi.

Ada beberapa hasil penelitian yang menyatakan bahwa kontribusi Matahari mungkin telah diabaikan dalam pemanasan global. Alasan pengabaian ini didasarkan bahwa model iklim yang dijadikan pedoman saat ini merupakan estimasi yang berlebihan terhadap efek gas-gas rumah kaca dibandingkan dengan pengaruh Matahari. Walaupun demikian, mereka menyimpulkan bahwa peningkatan sensitivitas perubahan iklim Bumi ada pengaruh dari Matahari. Kemudian

dinyatakan pula bahwa variasi dari aktivitas Matahari kemungkinan diperkuat oleh umpan balik dari awan yang dapat memberi kontribusi dalam pemanasan saat ini. (Marsh, et.al., 2000). Oleh karena itu, pada tulisan ini akan membahas tentang pemanasan global dari pengaruh aktivitas Matahari yang dibandingkan dengan pengaruh aktivitas manusia yang berhubungan dengan pemanasan global.

2 KENAIKAN TEMPERATUR GLOBAL

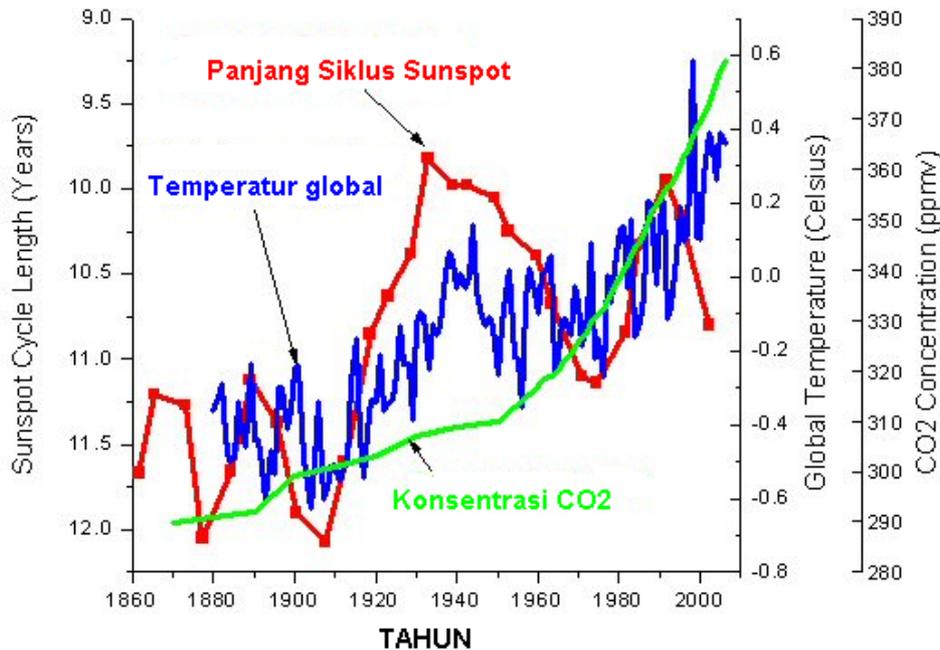
Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2001) mencatat proses pemanasan global yang berlangsung telah mempengaruhi sedikitnya 420 lokasi hidup binatang dan tanaman di seantero Bumi. Terumbu karang laut makin banyak yang mati, karena suhu laut yang makin panas. Kekeringan juga menjadi hal biasa di beberapa wilayah Asia-Afrika, dan El Nino yang menyebabkan cuaca buruk di sebelah timur Pasifik, makin kerap muncul. Daratan es kutub juga mulai mencair. Pola-pola migrasi binatang seperti beruang kutub, atau kupu-kupu, berubah secara drastis. Menurut IPCC (2001), manusia lewat industrialisasi dan upaya memperoleh kenyamanan hidup telah meningkatkan konsentrasi gas karbondioksida hingga 30% lebih banyak dari masa sebelum revolusi industri. Malah setiap tahun, angka peningkatan penambahan karbondioksida ini makin tinggi, sehingga diduga dapat menaikkan temperatur global.

Komposisi lapisan gas-gas atmosfer menentukan kemampuan Bumi untuk menyeimbangkan energi yang masuk dan energi yang dilepaskan. Namun belakangan ini gas-gas di atmosfer tersebut yang kemudian disebut sebagai gas-gas rumah kaca (GRK) sangat menarik perhatian karena konsentrasinya diyakini terus bertambah di atmosfer, sehingga semakin menjebak energi panas yang dipantulkan dari permukaan Bumi ke angkasa, akibatnya temperatur Bumi naik. Adapun gas-gas rumah kaca yang dimaksud adalah:

- CO₂ (karbon dioksida): hasil dari aktifitas penggunaan bahan bakar kayu (biomass), minyak Bumi, gas alam, batubara.

- CH₄ (metana): hasil dari aktifitas proses produksi dan pengangkutan batubara, minyak Bumi dan gas alam, tempat pembuangan sampah (TPA), dan peternakan.
- N₂O (dinitrogen oksida), aktifitas industri dengan menggunakan limbah padat sebagai bahan bakar alternatif dan penggunaan bahan bakar minyak Bumi,
- HFCs (hidrofluorokarbons), PFCs (perfluorokarbons), dan
- SF₆ (sulfurhexaflorid) gas-gas tersebut tidak terjadi secara proses alamiah tapi dihasilkan dari kegiatan proses industrialisasi. (Bratasida, L., 2000)

Atmosfer kita mempunyai kemampuan untuk menangkap panas yang diterima dari Matahari. GRK alami di dalam atmosfer (misal uap air dan karbon dioksida dari proses alam) memperangkap panas tersebut, lalu meradiasikan kembali keluar Bumi. Tanpa adanya proses ini, temperatur Bumi akan sangat dingin dengan rata-rata sekitar -18° C. Tingkat konsentrasi gas rumah kaca khususnya karbon dioksida menyumbang sekitar 80% dari keseluruhan konsentrasi GRK di atmosfer. Sejak revolusi industri, aktivitas manusia menyebabkan kenaikan konsentrasi gas rumah kaca sampai pada tingkat yang tidak diharapkan. Kelimpahan yang paling besar adalah karbon dioksida (CO₂) yang mencapai 64% dari seluruh gas rumah kaca di atmosfer. Sedangkan sisanya 36% merupakan gabungan beberapa gas. Sebelum revolusi industri, kadar CO₂ di atmosfer masih relatif rendah, yaitu 280 ppm pada 1860. Dengan semakin banyak pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak Bumi, dan gas alam, kadar CO₂ meningkat hingga 379 ppm pada 2005 (Forster *et al*, 2007 dalam Alaudin, 2008). Berkaitan dengan kenaikan CO₂ ini, IPCC (2001) menyatakan bahwa selama 100 tahun terakhir temperatur Bumi naik 0.74° celcius. Bila konsentrasi CO₂ naik 200 % dari masa pra industri maka temperatur akan naik 3° celcius. Untuk melihat hubungan kenaikan temperatur dan konsentrasi CO₂ dapat dilihat pada Gambar 2-1.



Gambar 2-1: Kenaikan Temperatur Global, Konsentrasi CO₂ dan Siklus Sunspot (dikompilasi oleh Gregory, 2010)

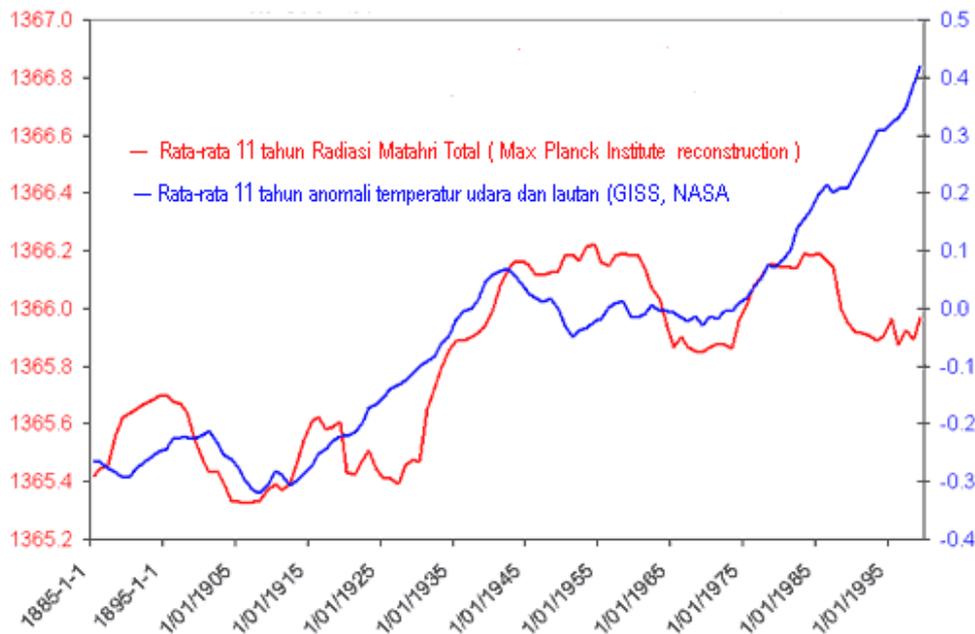
Pada Gambar 2-1 terlihat bahwa kenaikan temperatur dan konsentrasi CO₂ terlihat jelas saling berkaitan antara keduanya. Pola kenaikan CO₂ terlihat lebih kuat kaitannya dibandingkan dengan kenaikan pada siklus *sunspot*. Bertambahnya gas karbon dioksida di atmosfer diramalkan akan terus berlangsung. Menurut IPCC, pada 2100, temperatur rata-rata akan meningkat sekitar 1,4° celcius, atau 50% lebih tinggi dari ramalan setengah abad lalu. Pertambahan temperatur setinggi itu akan menimbulkan bencana, sebab permukaan air laut akan bertambah sekitar satu meter.

3 AKTIVITAS MATAHARI

Aktivitas Matahari sangat bervariasi dan memperlihatkan adanya kecenderungan-kecenderungan yang periodik. Suatu indikator yang jelas dari aktivitas Matahari adalah bintik Matahari (*sunspot*). Banyaknya *sunspot* di permukaan Matahari telah dihitung dengan berbagai cara selama hampir 300 tahun, dan sejumlah periodisitas tampak jelas. Ciri utama yang paling terkenal dari data *sunspot* adalah banyaknya *sunspot* yang tampak mengikuti suatu siklus dengan periode sekitar 11 tahun, sedangkan polaritas *sunspot*

memiliki pola perubahan dengan periode siklus mendekati 22 tahun (Hale, 1924 dalam Suaydhi, 1996). Naik turunnya aktivitas Matahari antara lain tampak pada perubahan bilangan *sunspot*, seperti pada Gambar 3-1. Akan tetapi besarnya variasi selama siklus tersebut tergantung pada panjang gelombangnya, makin pendek panjang gelombangnya faktor perubahannya semakin besar (Djamaluddin, 1997). Gejolak-gejolak di permukaan Matahari yang kadang menguat dan kadang melemah yang dikenal sebagai aktivitas Matahari.

Dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa aktivitas Matahari mempengaruhi perubahan suhu permukaan Bumi yang ditunjukkan oleh rata-rata 11 tahun radiasi Matahari total hasil rekonstruksi Max Planck Jerman dan rata-rata 11 tahun anomali temperatur udara dan lautan hasil dari GISS NASA pada 1885 – 2000 yang berkaitan sangat erat, (Gambar 3-1). Pada gambar tersebut menunjukkan hubungan keduanya ada kesamaan kenaikan mulai tahun 1895. Selanjutnya pada tahun 1960an radiasi Matahari mengalami penurunan sampai titik minimal pada tahun 1970an seiring dengan menurunnya aktivitas Matahari.



Gambar 3-1: Radiasi Matahari Total dan Temperatur Global 1885 – 2000 (Sumber Max Planck dan NASA)

Dua ilmuwan dari *Duke University* mengestimasi bahwa Matahari diduga telah berkontribusi terhadap 45-50% peningkatan temperatur rata-rata global selama periode 1900-2000, dan sekitar 25-35% antara tahun 1980 dan 2000. (Scafetta, et.al. 2006).

Hasil-hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi suatu lapisan atmosfer, pengaruh aktivitas Matahari terhadap variasi suhunya semakin kuat. Lean (1991) menunjukkan variasi temperatur yang sangat mencolok di termosfer pada saat aktivitas Matahari maksimum dan minimum sekitar 75° C. Dan pada ketinggian 150 km variasinya sekitar 230° C. Pada saat aktivitas Matahari maksimum temperaturnyapun maksimum, demikian juga sebaliknya pada saat aktivitas Matahari minimum. Mohanakumar (1987) meneliti keterkaitan aktivitas Matahari dan perubahan suhu di mesosfer dan stratosfer. Pengaruh variasi aktivitas Matahari yang paling kuat terjadi di mesosfer yang menunjukkan korelasi positif. Perbedaan suhu pada saat aktivitas Matahari maksimum dan minimum sekitar $5-15^{\circ}$ C. Sedangkan di stratosfer pengaruhnya tidak terlalu tampak, bahkan cenderung korelasinya negatif. (Djamaluddin, 1997).

Dengan menggunakan data suhu udara permukaan Bumi belahan utara 1860-1990, Friis-Christensen dan Lassen (1994) menunjukkan adanya kesamaan kecenderungan perubahan suhu global dengan perubahan jumlah bilangan *sunspot*, tetapi perubahannya mendahului *sunspot*.

4 PENUTUP

Melalui penelitian yang dilakukan oleh peneliti dari berbagai disiplin ilmu yang terkait, dapat disimpulkan bahwa pemanasan global di samping dipengaruhi oleh hasil kegiatan manusia, ternyata pengaruh dari aktivitas Matahari juga berperan serta didalamnya. Hal ini terlihat dari kenaikan temperatur sejak 1900an yang berkorelasi dengan kenaikan dari aktivitas Matahari. Walaupun pola kenaikan CO_2 terlihat lebih kuat kaitannya dibandingkan dengan kenaikan pada siklus *sunspot*.

DAFTAR RUJUKAN

- Alaudin, 2008. *Gas-gas Rumah Kaca*. <http://www.chem-is-try.org>.
 Bratasida, L., 2000. *Tinjauan Dampak Pemanasan Global dari Aspek Lingkungan Hidup*, Makalah disajikan

- pada Seminar Pengaruh Pemanasan Global terhadap Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, tanggal 30 – 31 Oktober 2002, Jakarta.
- Djamaluddin, 1997. *Pengaruh Aktivitas Matahari dan Faktor lainnya Pada Suhu Atmosfer Permukaan Indonesia*. Majalah LAPAN, No. 80, Tahun ke XX, Jakarta, hal. 46-52.
- Foukal P dan Lean J., 1990. *An empirical Model of Total Solar Irradiance Variations between 1874 and 1988*, Science, 247, 556-558.
- Friis-Christensen dan Lassen, 1994. *Global Temperature Variations and Possible Association with Solar Activity Variations*, COSPAR, Vol. 5, hal. 529.
- Gregory, K., 2010. *Climate Change Science*, Calgary, Alberta, Canada.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group II Report. WMO-UNDP.
- Lassen, K. & Friis-Christensen, E., 1995 *Variability of the Solar Cycle Length during the Past Five Centuries and the Apparent Association with Terrestrial Climate*, Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics, 57 (1995)].
- Lean, J., 1991. *Variations in the Sun's Radiative Output*, Review of Geophysics, Vol. 29, hal. 505.
- Marsh, Nigel, Henrik dan Svensmark, 2000. *Cosmic Rays, Clouds, and Climate*, Space Science Reviews 94: 215-230.
- Mohanakumar, K., 1987. *A Search for a Solar Cycle-Temperature Relationship*, J. Atmospheric and Terrestrial Physics, Vol. 49, hal.27.
- Scafetta, Nicola, West, Bruce J., 2006. *Phenomenological solar contribution to the 1900-2000 global surface warming*. *Geophysical Research Letters* 33 (5).
- Suaydhi dan Ratag, M.A., 1996, *Hubungan Aktivitas Matahari dengan Konsentrasi Gas Karbondioksida*, Majalah Lapan No.78, hal.1.
- Tjasyono, B., 2004. *Klimatologi*. Penerbit ITB.