

PEMANASAN GLOBAL



Melelehnya es di kutub utara adalah salah satu akibat dari pemanasan global dan akan menjurus ke hal lainnya, termasuk cuaca ekstrim di Eropa dan Amerika Utara.

IDE BESAR

Haruskan kita khawatir dengan efek gas rumah kaca?

Apakah pemanasan global benar-benar terjadi? Buktinya?

Bagaimana itu mempengaruhi kehidupan kita, alam, dan masa depan?

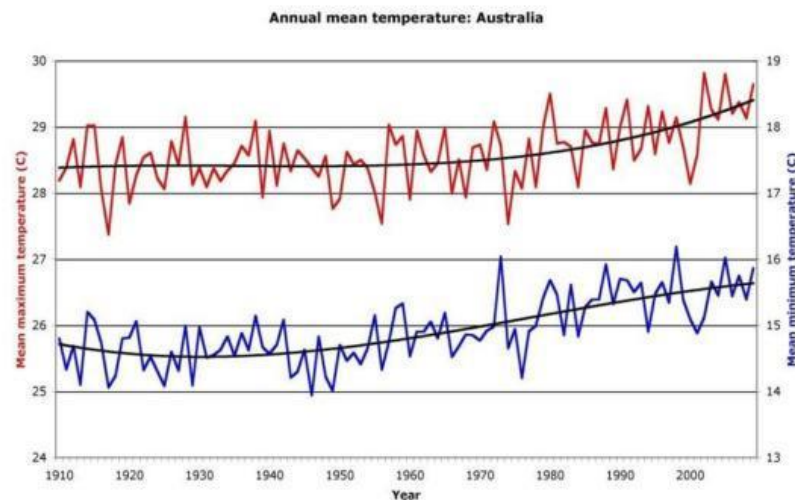
Apa itu pengasaman laut? Dan apa penyebabnya?

1 PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM

Pemanasan global adalah istilah yang digunakan untuk peningkatan suhu rata-rata dari permukaan bumi yang terjadi secara bertahap sejak seabad yang lalu. Perubahan iklim merupakan salah satu dampak yang ditimbulkan dari pemanasan global.

Bukti peningkatan suhu bumi

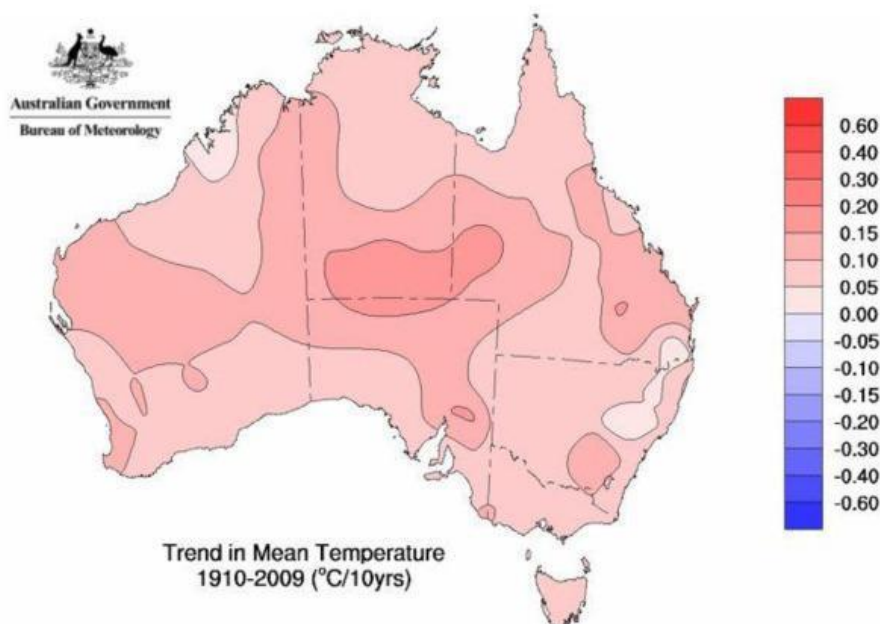
Grafik dibawah ini (Gambar 1) menunjukkan adanya peningkatan secara bertahap dari rata-rata suhu tahunan Australia sejak seabad yang lalu. Grafik berwarna merah menunjukkan rata-rata suhu maksimum setiap tahunnya, sedangkan grafik berwarna biru menunjukkan rata-rata suhu minimum setiap tahunnya.



Gambar 1

Pada Gambar 1 tampak kurva yang memotong grafik merah. Kurva ini disebut “**trend line**” (garis tren) – garis yang memperhalus fluktuasi untuk menunjukkan tren nilai yang terjadi. Garis tren ini didapat setelah dikalkulasi secara statistik. Garis tren yang sama juga terlihat pada grafik biru. Terlihat jelas bahwa walaupun suhu berfluktuasi (naik dan turun), terjadi peningkatan rata-rata suhu setiap tahunnya.

Peningkatan suhu pada seluruh daerah di Australia juga ditampilkan pada Gambar 2. Peta dibawah ini, yang disiapkan oleh Badan Meterologi Australia, menunjukkan perubahan rata-rata suhu setiap 10 (sepuluh) tahun sejak seabad yang lalu.

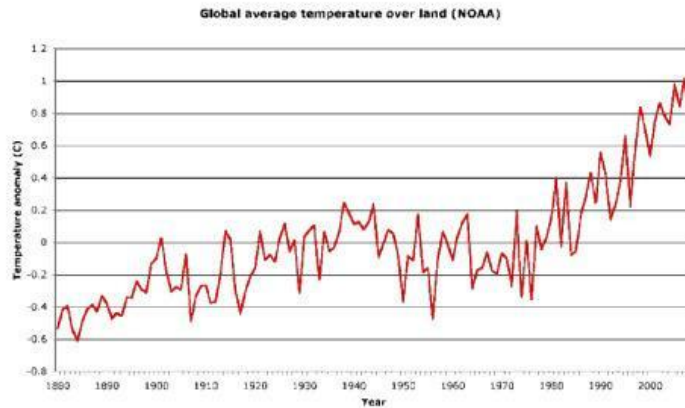


Gambar 2

© Commonwealth of Australia 2010, Australian Bureau of Meteorology

Issued: 06/01/2010

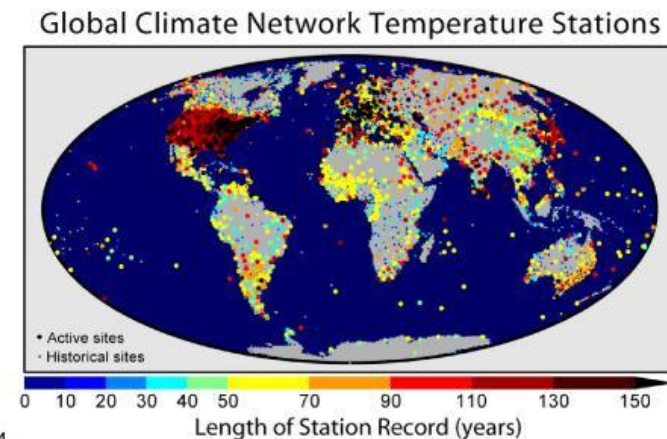
Seperi pada Gambar 1, gambar berikutnya (Gambar 3) menunjukkan adanya peningkatan secara bertahap dari rata-rata suhu di seluruh negara sejak 130 tahun yang lalu.



Gambar 3

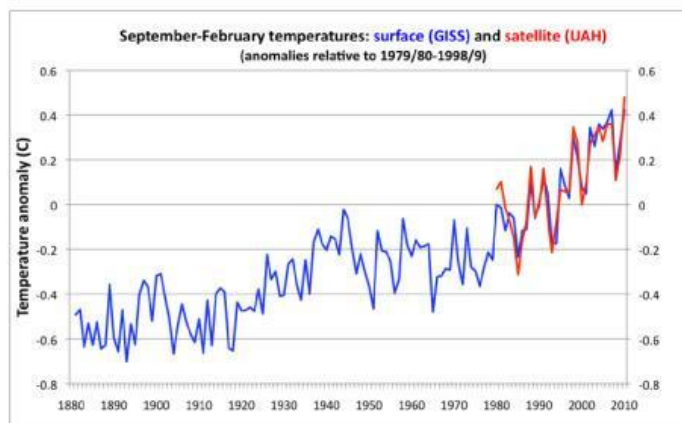
Sumbu vertikal menunjukkan anomali suhu, bukan nilai rata-rata suhu sebenarnya. Anomali suhu merupakan suatu ukuran untuk menyatakan seberapa besar perubahan suhu dalam suatu jangka waktu. Sebagai contoh, nilai +1 berarti rata-rata suhu meningkat 1°C dari rata-rata suhu yang diobservasi dalam jangka waktu yang panjang. Nilai -0,5°C berarti rata-rata suhu berkurang -0,5°C dari rata-rata suhu yang diobservasi dalam jangka waktu yang panjang. Grafik seperti ini digunakan oleh para ilmuwan iklim untuk menganalisis tren perubahan suhu secara global.

Grafik pada Gambar 3 didapat dari data suhu yang dikumpulkan dari 6000 tempat yang tersebar diseluruh dunia. Hal ini tampak pada peta dibawah (Gambar 4). Keterangan warna menunjukkan berapa lama data suhu dikumpulkan. Sekitar 1650 tempat telah mengumpulkan data lebih dari 100 tahun.



Gambar 4

Grafik selanjutnya (Gambar 5) menunjukkan tren yang sama sepanjang bulan September-Februari, dengan data satelit ditunjukkan oleh grafik berwarna merah.



Gambar 5

Kita hanya dapat berkesimpulan terdapat bukti yang sangat meyakinkan bahwa telah terjadi peningkatan suhu secara bertahap pada permukaan bumi sejak 130 tahun yang lalu.

Ucapan terima kasih : Grafik-grafik diatas disediakan oleh Prof. Neville Nicholis dari Monash University. Prof. Neville Nicholis merupakan penulis untuk *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, yang didirikan sejak tahun 1988.

Informasi yang keliru

Perlu diperhatikan bahwa beberapa orang maupun kelompok yang menyangkal adanya pemanasan global, mengambil sebagian dari grafik yang disajikan diatas (bagian dimana grafik bergerak menurun) dan menggunakannya untuk 'membuktikan' bahwa tidak terjadi kenaikan suhu secara global. Data yang digunakan tersebut tidak berguna karena berada dalam jangka waktu yang singkat. Kajian jangka panjang perlu dilakukan apabila kita ingin mengambil kesimpulan yang sah mengenai apa yang terjadi dengan suhu pada permukaan Bumi

Apa penyebab peningkatan suhu ini?

Model yang digunakan oleh para ilmuwan, menggunakan data yang telah dikumpulkan dari studi terhadap inti es dan pengukuran terhadap suhu atmosfer dan konsentrasi gas di atmosfer, mengindikasikan bahwa peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (*greenhouse gases*) melewati batas yang ditentukan merupakan penyebab utama dari pemanasan global.

Karbon dioksida dan uap air merupakan contoh dari gas rumah kaca. Sejumlah gas lain di atmosfer, seperti metana dan nitrogen oksida, juga termasuk ke dalam gas rumah kaca, meskipun persentasenya jauh lebih kecil dibandingkan dengan karbon dioksida dan uap air.

Gas rumah kaca

Gas-gas rumah kaca memiliki satu kesamaan, yaitu molekul yang tersusun dari 3 atau lebih atom. Ha ini ditunjukkan pada Tabel 1

Table 1 Some of the main gases present in the lower atmosphere

Gas	Approximate percentage in the air (if water vapour is removed)**	Chemical formula	Total number of atoms in each molecule	Is this a greenhouse gas?
Oxygen	20.9	O ₂	2	No
Nitrogen	78.1	N ₂	2	No
Argon	0.9	Ar	1*	No
Carbon dioxide	0.04	CO ₂	3	Yes
Methane	0.0002	CH ₄	5	Yes
Nitrous oxide	0.00003	N ₂ O	3	Yes

** Argon is classified as a noble gas. Noble gases exist in Nature as individual atoms. Generally these are not called molecules.*

*** The percentage of water vapour in the air varies from place to place and at different times, but on average is about 1-4%. The chemical formula of water is H₂O. It also is a greenhouse gas.*

Semakin banyak atom dalam molekul gas rumah kaca memungkinkan mereka untuk menyerap radiasi infra-merah yang berasal dari permukaan Bumi, dan memancarkannya kembali ke permukaan bumi.

Riset web :

Lihatlah grafik yang menunjukkan variasi konsentrasi gas karbon dioksida di atmosfer dan suhu selama 400.000 tahun yang lalu pada artikel CSIRO (http://www.cmar.csiro.au/e-print/open/holper_2001b.html) . Apakah anda setuju bahwa terdapat hubungan antara suhu permukaan Bumi dengan konsentrasi karbon dioksida di udara?

Apa itu radiasi infra-merah dan mengapa ini begitu penting?

Energi sinar yang diradiasikan oleh Matahari tidak hanya sinar yang dapat anda lihat. Faktanya, ketika anda melihat langit pada malam hari, anda hanya dapat melihat yang disebut sebagai sinar tampak (*visible light*) ketika sinar ini dipantulkan oleh benda-benda, seperti Bulan atau Stasiun Ruang Angkasa, atau ketika sinar tampak 'dihamburkan' oleh partikel-partikel di atmosfer, dan masuk ke mata anda.

Figure 6 The International Space Station (ISS) hovering above Earth.
CREDIT: Image supplied by NASA.

Perhatikan bahwa panel sel surya yang berukuran sangat besar dibutuhkan untuk menyuplai energi listrik yang dibutuhkan untuk menjalankan stasiun ruang angkasa.



Disamping sinar tampak, Matahari juga meradiasikan sinar ultraviolet (UV) dan sinar infra-merah (IR). Kedua jenis sinar ini tidak dapat dilihat oleh mata manusia, sehingga sering disebut sebagai '*black light*'. Berbagai jenis radiasi dikenal sebagai **spektrum elektromagnetik**.

Gambar 7 menunjukkan spektrum elektromagnetik. Radiasi yang dipancarkan oleh matahari bergerak di ruang angkasa dalam bentuk gelombang. Hal ini menyebabkan bagian-bagian yang berbeda dari spektrum disebabkan oleh perbedaan frekuensi atau panjang gelombang.

Radiasi dengan energi terbesar terletak paling kanan dari spektrum pada Gambar 7, yaitu sinar gamma. Para astronot harus dilindungi dari radiasi ini ketika berada di luar angkasa karena sangat berbahaya apabila terkena radiasi sinar gamma. Sinar UV memiliki energi lebih besar dari sinar tampak, sehingga berbahaya bagi kulit manusia apabila terpapar dalam waktu yang lama. Sinar IR memiliki energi yang lebih rendah dari sinar tampak, dan sinar IR ini lah yang menyebabkan rasa hangat yang kita rasakan. (Lampu Infra-merah digunakan untuk menghangatkan kamar mandi dan memanaskan makanan.) Sedangkan gelombang radio memiliki energi yang sangat kecil.

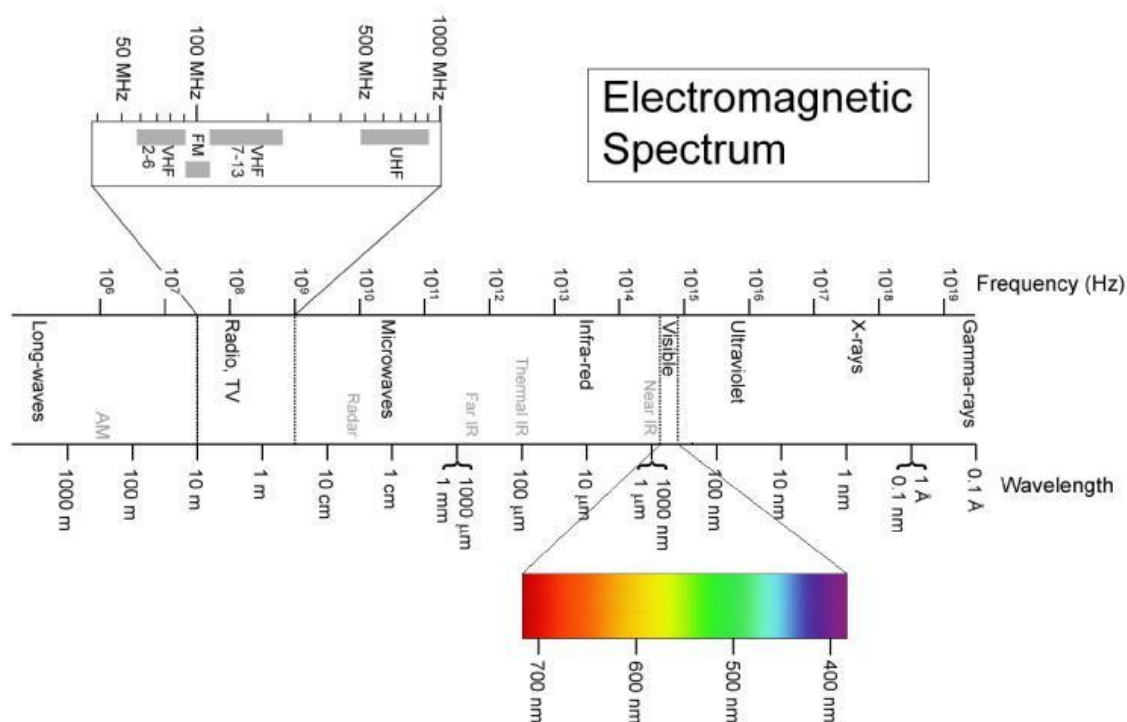


Figure 7 A schematic diagram of the electromagnetic spectrum

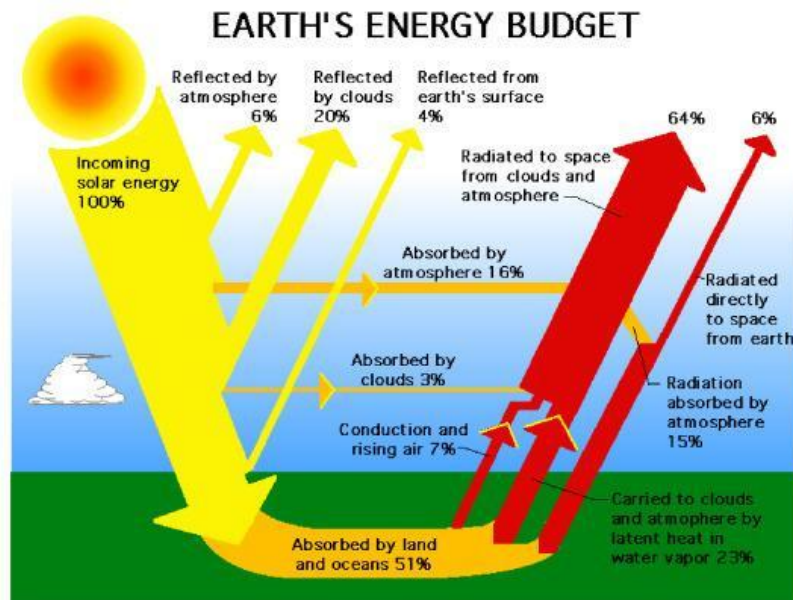
Perhatikan bahwa terdapat banyak sekali sinar tampak, tidak hanya 7 warna sinar tampak yang sering dikenal dengan 'Me-Ji-Ku-Hi-Bi-Ni-U' (Merah, Jingga, Kuning, Hijau, Biru, Nila, dan Ungu). Begitupun dengan gelombang radio dan TV yang diperbesar untuk memperlihatkan gelombang dengan frekuensi yang berbeda-beda.

Tahukah anda?

Dari sekian banyak sinar tampak, sinar berwarna biru lah yang paling banyak dihamburkan oleh partikel-partikel di atmosfer. Hal ini lah yang menyebabkan Bumi berwarna biru apabila dilihat dari ruang angkasa.

Ketika radiasi Matahari sampai ke Bumi

Gambar 8 menunjukkan apa yang terjadi ketika radiasi Matahari sampai ke permukaan Bumi



Gambar 8

Perhatikan bahwa sistem diatas dalam keadaan seimbang, total energi yang masuk ke Bumi sama dengan total energi yang dipancarkan keluar dari Bumi.

Ketika radiasi dari matahari sampai ke Bumi, maka:

- Sekitar 30% radiasi dipantulkan kembali ke ruang angkasa oleh partikel-partikel di atmosfer, awan, dan permukaan Bumi. [Terlihat di Gambar 8, 30% merupakan gabungan dari 6% + 20% + 4%]
- Sekitar 16% diserap oleh awan dan uap air di atmosfer dan sekitar 3% diserap oleh lapisan ozon (Lapisan ozon tidak ditunjukkan dalam Gambar 8)

Sisa sekitar 51% diserap oleh permukaan bumi (daratan dan lautan). Jika radiasi yang datang terus-menerus diserap tanpa dipantulkan kembali, Bumi akan menjadi semakin panas. Lautan akan mendidih sejak dahulu, dan semua air akan menguap!

Untungnya hal seperti itu tidak terjadi, karena Bumi meradiasikan energi panas dalam bentuk sinar infra-merah ke atmosfer, dan pada akhirnya atmosfer meradiasikan energi panas ini kembali ke ruang angkasa. Apa yang terjadi pada radiasi infra-merah ini di atmosfer sangat penting bagi kehidupan di Bumi.

Tahukah anda?

Semua benda meradiasikan sinar infra-merah. Kita dapat melihat radiasi ini dengan kaca-mata khusus. Kaca-mata ini digunakan oleh tim SAR (Search and Rescue), observator kehidupan di hutan, atau mereka yang butuh untuk melihat di tengah kegelapan, seperti penjelajah gua. Pemandangan akan terlihat dalam warna kehijauan. Sebuah contoh dari gua yang dilihat menggunakan

Gambar 9



Efek rumah kaca

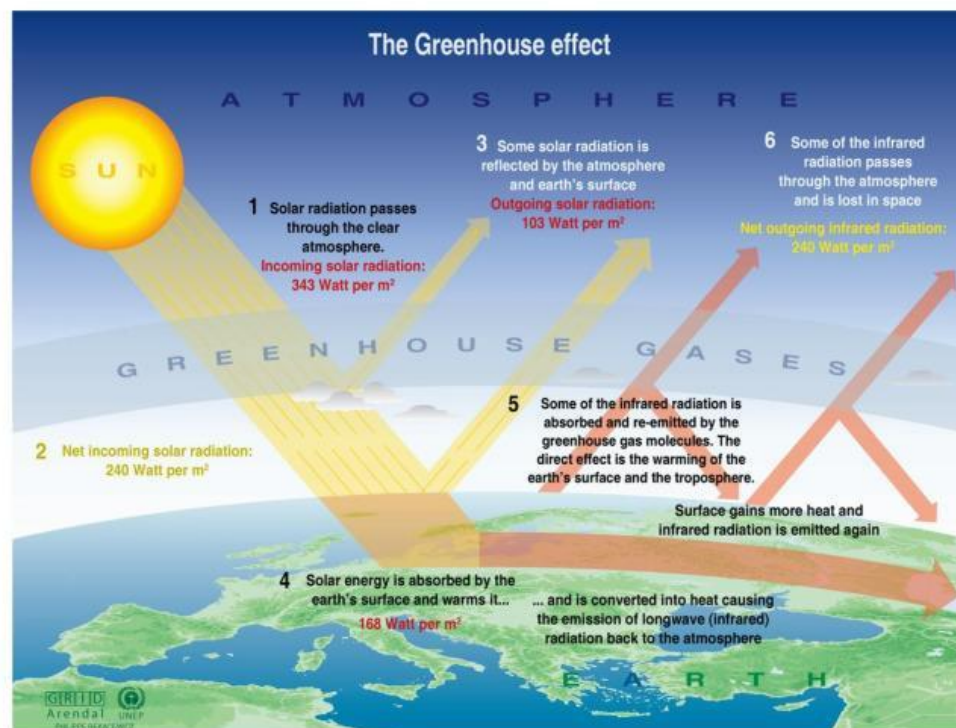
Efek rumah kaca merupakan proses dimana radiasi infr-merah yang dilepaskan oleh permukaan bumi 'terperangkap' oleh gas rumah kaca, yang membantu untuk menyeimbangkan suhu permukaan Bumi.

Efek rumah kaca telah terjadi secara alami sejak berjuta-juta tahun yang lalu, sebagaimana atmosfer Bumi telah mengandung gas rumah kaca sejak awal pembentukannya. Untuk alasan inilah, proses sekarang disebut sebagai efek rumah kaca, memungkinkan kehidupan untuk berkembang di planet ini. Tanpa efek rumah kaca, suhu di Bumi akan sama dengan suhu di Bulan yang memiliki jarak yang sama dengan Matahari. Hal ini berarti di Bumi akan sangat panas pada siang hari, sebaliknya akan sangat dingin pada malam hari.

Bulan tidak mempunyai atmosfer dan oleh karena itu tidak ada gas rumah kaca yang membantu menyeimbangkan suhu pada permukaan Bulan. Inilah mengapa rata-rata suhu permukaan Bulan mencapai -16°C sedangkan di bumi 33°C lebih tinggi, yaitu 16°C .

Faktanya, yang dimaksud dengan 'terperangkap' adalah molekul gas rumah kaca menyerap radiasi infra-merah. Gas ini juga melepaskan radiasi infra-merah kembali ke Bumi. Hal ini menyebabkan permukaan bumi menjadi lebih panas dari yang seharusnya.

Proses efek rumah kaca diilustrasikan oleh Gambar 10.



Gambar 10 Sources: Okanagan university college in Canada, Department of geography, University of Oxford, school of geography; United States Environmental Protection Agency (EPA), Washington; Climate change 1995, The science of climate change, contribution of working group 1 to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change, UNEP and WMO, Cambridge university press, 1996.

Siklus gas rumah kaca

Sekitar berjuta tahun yang lalu dimana gas rumah kaca telah ada pada atmosfer Bumi, siklus alami telah memastikan bahwa proporsi gas rumah kaca di atmosfer selalu sama. Siklus ini terdiri dari proses alam dimana gas rumah kaca dilepaskan ke atmosfer dan proses alam lain dimana gas rumah kaca dihilangkan dari atmosfer.

Antara dua jenis tersebut proses, molekul gas tertentu perlahan-lahan bersiklus. Misalnya, siklus karbon mengacu pada proses di mana karbon dioksida dilepaskan ke udara dan proses di mana ia akan dihilangkan dari udara.

Salah satu proses alami di mana karbon dioksida dilepaskan ke udara adalah respirasi seluler, reaksi kimia yang dapat diringkas dalam persamaan berikut:



Reaksi ini terjadi di dalam setiap sel semua organisme hidup yang mengalami respirasi selular untuk mendapatkan energi untuk bertahan hidup, termasuk hewan dan tumbuhan. Karbon dioksida ini kemudian dilepaskan ke udara, karena merupakan produk limbah yang akan menjadi racun bagi sel-sel jika itu menumpuk dalam sel.

Salah satu proses alami di mana karbon dioksida akan dihilangkan dari udara, yaitu melalui proses fotosintesis. Ini adalah reaksi kimia di mana tanaman dan organisme tertentu lainnya menyerap karbon dioksida dari udara dan air dari tanah untuk menghasilkan glukosa.

karbon dioksida + air + energi → glukosa + oksigen

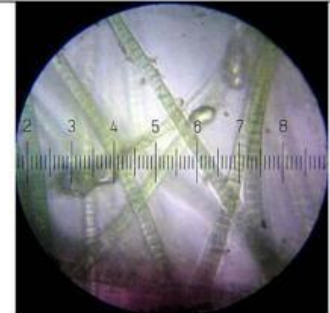
Energi yang dibutuhkan untuk fotosintesis diperoleh dari cahaya. Reaksi ini juga memerlukan adanya klorofil.

Untuk informasi lebih lanjut tentang siklus karbon dan mengapa ini sangat penting bagi kehidupan, lihat halaman 15.

Tahukah anda?

Tanaman bukan satu-satunya bentuk kehidupan yang mengalami fotosintesis. Organisme air yang dikenal sebagai cyanobacteria, misalnya, juga menjalani fotosintesis.

Gambar 11 Cyanobacteria, dilihat dengan mikroskop



Apakah ada keseimbangan ?

Sampai abad terakhir ini, semua proses alam di mana gas rumah kaca yang dilepaskan ke udara dan semua proses alam di mana gas rumah kaca telah dihilangkan dari udara seimbang satu sama lain . Dengan kata lain, gas-gas yang terus mengalami siklus yang berulang-ulang . Akibatnya , persentase gas-gas ini di atmosfer tetap stabil .

Tapi sekarang ini, tingkat aktivitas manusia telah mengubah keseimbangan ini . Pembakaran skala besar dari batubara, gas alam dan minyak, produksi massal material seperti baja, semen dan aluminium , dan tumpukan besar sampah membusuk, belum lagi membakar pohon untuk membuka lahan atau mengeksploitasi untuk membuat barang (termasuk kertas), melepaskan molekul gas rumah kaca ke udara daripada yang dapat dihilangkan dalam siklus alami.

Bahkan menumbuhkan lebih banyak padi dan meningkatkan jumlah hewan ruminansia (hewan yang mengonsumsi rumput), seperti domba dan sapi, sebagai sumber makanan populasi manusia yang semakin meningkat memberikan kontribusi untuk masalah ini . Sampah busuk , sawah dan hewan yang makan rumput dan tanaman bahan lain semua menghasilkan sejumlah besar gas metana , yang merupakan gas rumah kaca yang jauh lebih kuat daripada karbon dioksida. (Sebuah molekul metana akan memancarkan radiasi inframerah yang lebih besar dari sebuah molekul karbon dioksida)

Serangga yang memakan bahan tanaman atau produk tanaman seperti kayu atau kertas , menambah masalah ini . Meskipun setiap individu serangga hanya memancarkan sejumlah kecil metana, namun karena ada miliaran dari mereka, jumlah metana yang dihasilkan akan sangat signifikan. Rayap sendiri sangat berkontribusi terhadap masalah ini.

Selain itu, gas rumah kaca yang sangat kuat baru seperti nitrogen trifluorida, NF_3 , sedang dilepaskan ke atmosfer sebagai konsekuensi dari teknologi baru yang dikembangkan

Tahukah anda?

Metana diproduksi oleh bakteri tertentu. Dalam kasus padi, bakteri memecah bahan tanaman mati untuk mendapatkan nutrisi yang mereka butuhkan. Dalam kasus hewan ruminansia, bakteri hidup dalam usus mereka dan memecah rumput bagi mereka ke dalam bentuk yang dapat dicerna. Hal ini dikenal sebagai hubungan simbiosis mutualisme, hubungan timbal balik yang saling menguntungkan antara 2 jenis makhluk hidup. Metana adalah salah satu produk limbah yang dihasilkan oleh bakteri. (Tidak seperti tanaman dan hewan, mereka tidak menghasilkan karbon dioksida sebagai produk limbah.)

Peningkatan efek rumah kaca dan pemanasan global

Peningkatan efek rumah kaca adalah proses terperangkapnya radiasi inframerah tambahan dengan jumlah gas rumah kaca yang berlebihan di atmosfer sebagai akibat aktivitas manusia. Proses inilah yang dikhawatirkan oleh banyak ilmuwan.

Konsekuensi dari pemanasan global

Scientists use sophisticated computer models of the Earth that predict likely changes due to global warming. Some examples of the consequences of global warming include:

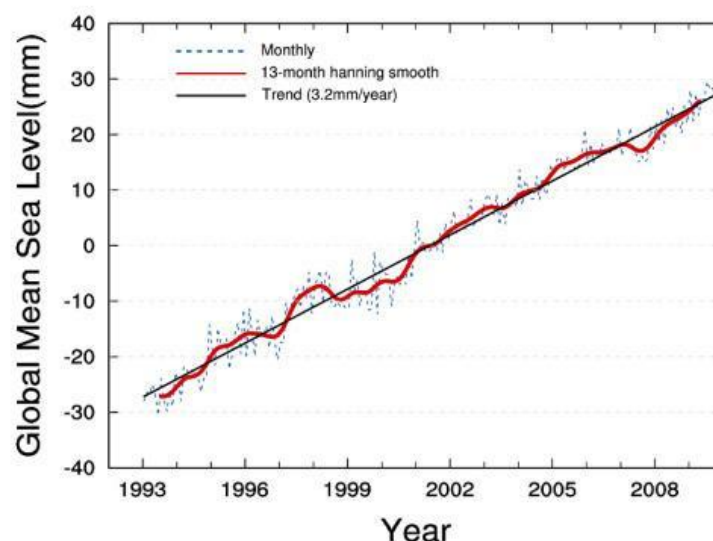
Para ilmuwan menggunakan model komputer canggih untuk memprediksi kemungkinan perubahan akibat pemanasan global. Beberapa contoh konsekuensi dari pemanasan global antara lain:

- **Perubahan iklim.** Ada kemungkinan akan ada perubahan iklim yang signifikan di seluruh dunia, termasuk kekeringan ekstrim dan curah hujan tinggi, badai yang bertambah parah, topan dan peristiwa cuaca ekstrim lainnya.
- **Mencairnya lapisan es di daerah kutub dan gletser.** Salah satu konsekuensi dari pemanasan global akan menyebabkan banyak spesies yang bergantung pada es di kutub, seperti beruang kutub, terancam punah.
- **Perubahan pola cuaca.** Sebagai contoh, beberapa tempat mungkin mendapatkan intensitas yang hujan dan badai yang lebih besar sementara yang lain mungkin dengan intensitas yang kurang.
- **Peningkatan suhu permukaan lautan.** Salah satu konsekuensi dari ini akan menjadi menyebabkan ekosistem laut akibat hilangnya spesies yang tidak bisa bertahan atau tidak dapat bereproduksi di dalam air hangat.
- **Kenaikan permukaan laut.** Hal ini sebagian besar disebabkan oleh perluasan lapisan atas air laut akibat peningkatan suhu. Mencairnya es di kutub juga berkontribusi terhadap masalah ini. Hal ini akan mengakibatkan banjir wilayah pesisir dataran rendah. Sejumlah besar orang akan kehilangan rumah dan mata pencaharian mereka.
- **Penyebaran penyakit tropis.** Suhu rata-rata yang lebih tinggi dapat menyebabkan penyebaran lebih luas penyakit tropis seperti malaria, yang disebabkan oleh spesies tertentu nyamuk.
- **Penyebaran spesies invasif.** Perubahan iklim mungkin menyebabkan pergerakan spesies yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman. Hal ini secara signifikan dapat mengurangi pasokan makanan, yang dapat menyebabkan masalah sosial yang serius.

Beberapa konsekuensi ini telah dan masih diamati!

Kenaikan permukaan laut

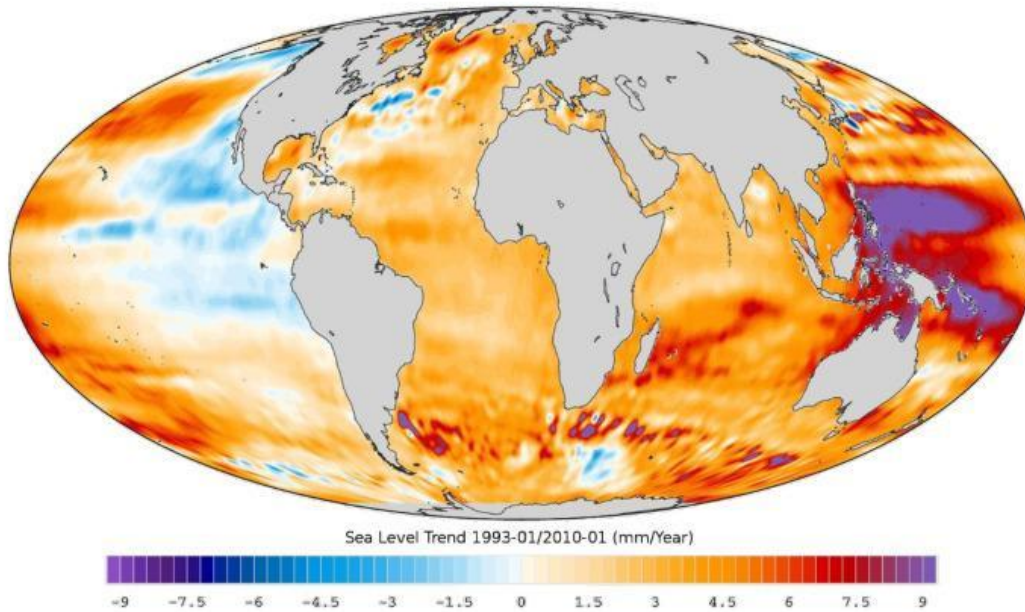
Data ilmiah menunjukkan kenaikan permukaan laut. Grafik pada Gambar 12 menunjukkan rata-rata kenaikan permukaan laut secara global dari tahun 1993 sampai 2010. Hal ini menunjukkan rata-rata di semua lautan.



Gambar 12

Garis tren jelas menunjukkan bahwa permukaan air laut meningkat.

Peta dunia pada Gambar 13 menunjukkan wilayah laut yang meningkat lebih cepat, dan yang meningkat kurang cepat. Perhatikan bahwa bagian utara Australia mempunyai risiko terbesar dari kenaikan permukaan laut.



Gambar 13

Mencairnya es di kutub

Salah satu bukti untuk hal ini adalah jumlah besar data satelit dan lainnya yang dikumpulkan oleh para ilmuwan NASA, seperti pada Gambar 14.



Gambar 14 Peneliti NASA meneliti es di kutub artik.

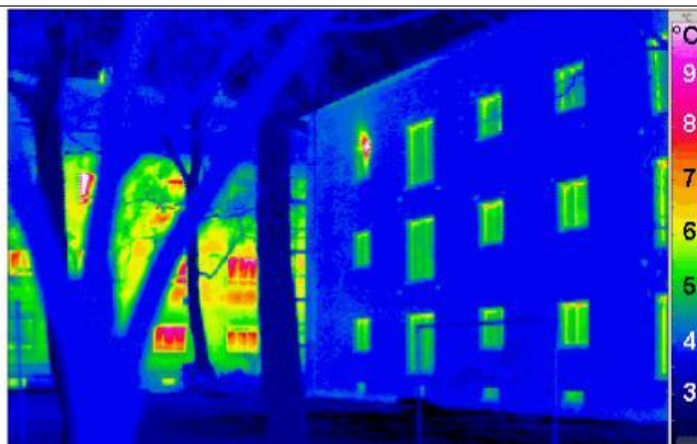
PHOTO CREDIT: NASA

Penelitian web

kunjungi: http://www.nasa.gov/topics/earth/features/arctic_thinice.html Cari tahu apa yang ditemukan oleh peneliti NASA. Lihatlah animasinya. Apa kesimpulanmu?

Tahukah anda?

Peningkatan efek rumah kaca bukan satu-satunya faktor yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Sejumlah besar panas yang dipancarkan oleh kota-kota besar, terutama dari pusat kota, dan kompleks industri besar, juga berkontribusi untuk masalah ini. Namun, efeknya sangat, sangat kecil dibandingkan dengan efek rumah kaca.



Gambar 15 Gambar ini, yang dikenal sebagai termogram, diambil dengan teknik pencitraan inframerah khusus di mana suhu daerah yang berbeda ditampilkan sebagai warna yang berbeda. Hal ini menunjukkan sebuah bangunan yang diinsulasi secara baik dan tidak memberikan panas keluar ke lingkungan, dan sebuah bangunan di latar belakang kurang terinsulasi. Bayangkan termogram dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil akan terlihat seperti apa, dengan tungku dan sejumlah besar gas panas mengalir keluar dari cerobong asap!

Does the ozone layer have anything to do with global warming?

Banyak orang keliru berpikir 'lubang' di lapisan ozon menyebabkan pemanasan global. Hal ini tersebut adalah pemikiran yang salah. Ozon dan pemanasan global merupakan masalah yang terpisah.

Lapisan ozon merupakan bagian dari lapisan dalam stratosfer, sekitar 16 km di atas permukaan bumi.

Sangat sedikit unsur yang ada di alam sebagai atom terpisah. Atom-atom dari hampir seluruh unsur biasanya bergabung dalam beberapa cara dengan atom lain. Salah satu cara adalah bergabung untuk membentuk molekul. Molekul adalah partikel yang tegabung dari dua atau lebih atom akibat adanya gaya elektrostatis.

Ozon adalah suatu bentuk oksigen. 'Normal' oksigen ada secara alami sebagai molekul yang mengandung dua atom oksigen. Inilah sebabnya mengapa oksigen memiliki rumus kimia O_2 . Molekul ozon mengandung satu atom oksigen tambahan, sehingga memiliki rumus kimia O_3 .

'Normal' oksigen dan ozon hadir di lapisan ozon. Tetapi keduanya terus-menerus bereaksi. Molekul-molekul ozon terus bereaksi satu sama lain, membentuk molekul 'normal' oksigen, dan molekul 'normal' oksigen terus bereaksi satu sama lain, membentuk molekul ozon. Hal ini diilustrasikan dalam Gambar 16.



Gambar 16 Model molekul ozon dan oksigen menunjukkan bagaimana molekul ozon secara konstan berubah menjadi oksigen, dan kemudian terbentuk lagi di lapisan ozon.

Masing-masing reaksi ini menggunakan beberapa energi yang diterima Bumi dari Matahari. Energi ini dibutuhkan untuk mengatasi gaya elektrostatis yang mengikat atom-atom. Untungnya energi yang dibutuhkan untuk memecah molekul adalah sinar ultraviolet (UV), radiasi dengan energi yang tinggi. Inilah sebabnya mengapa lapisan ozon dapat menyerap sebagian besar dari radiasi UV yang dipancarkan oleh Matahari. Akibatnya, kita terpapar radiasi UV dengan intensitas yang telah jauh berkurang.

Tahukah anda?

Kulit manusia sebenarnya membutuhkan radiasi sinar UV untuk memproduksi vitamin D, namun paparan yang terlalu banyak dapat menyebabkan masalah seperti kanker kulit dan katarak.

Katarak adalah kekeruhan dari lensa mata, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 17. Manusia dan kebanyakan hewan lainnya beresiko terkena katarak.



Gambar 17 Katarak yang tidak ditanggulangi berujung pada kebutaan.

'Lubang' di lapisan ozon

Biasanya reaksi yang ditunjukkan oleh Gambar 16 seimbang. Ini berarti bahwa untuk setiap molekul ozon yang dipecah menjadi molekul oksigen, maka molekul ozon yang lain akan dihasilkan. Namun, keseimbangan ini dapat terganggu. Akibatnya, di beberapa bagian lapisan ozon, terutama di wilayah atas Kutub Selatan, konsentrasi ozon (jumlah yang hadir ozon di setiap liter udara) mengalami penurunan. Penurunan konsentrasi ozon tidak berarti bahwa ozon hilang sama sekali! Daerah-daerah di mana konsentrasi ozon rendah disebut **lubang-lubang di lapisan ozon**.

Masalahnya adalah bahwa radiasi UV lebih mencapai bagian-bagian dari permukaan bumi tepat di bawah lubang ozon tersebut. Ini berarti lebih banyak orang dan hewan lainnya akan mendapatkan kanker kulit dan katarak di daerah tersebut. Jadi lubang ozon juga merupakan masalah yang perlu mendapat perhatian.

Apa yang menyebabkan terbentuknya lubang ozon?

Penurunan konsentrasi ozon disebabkan oleh proses kimia dimana molekul ozon dipecah menjadi oksigen. Beberapa proses ini terjadi secara alami, seperti yang menyebabkan lubang ozon yang besar di atas Antartika. Namun, ada pula yang disebabkan oleh bahan kimia yang diproduksi oleh aktivitas manusia. Sebagai contoh, salah satu penyebab utama adalah kelompok bahan kimia yang biasa disebut CFC (*Chloro Fluoro Carbon*). Ini dulunya banyak digunakan sebagai propelan untuk semprotan aerosol dan sebagai gas refrigeran karena kelompok bahan kimia ini sangat stabil. Masalahnya adalah bahwa setiap molekul CFC dapat bertahan selama bertahun-tahun, bahkan lebih dari 100 tahun di lapisan ozon, dan selama periode waktu itu CFC dapat merusak miliaran molekul ozon!

Setelah para ilmuwan menyadari hal ini, banyak negara sepakat untuk melarang penggunaan CFC. Aksi mereka telah membuat perbedaan besar untuk masalah ini. Ini adalah contoh yang sangat baik dari negara-negara di seluruh dunia mengambil tindakan dan bekerja sama satu sama lain untuk mengurangi masalah global yang disebabkan oleh aktivitas manusia.

Ozon menutupi permukaan Bumi

Ada cara lain untuk membuat ozon selain reaksi yang terjadi di lapisan ozon. Ozon juga diproduksi melalui proses lain yang terjadi di permukaan bumi. Seperti :

- Menjalankan mesin fotokopi dan perangkat lain yang menggunakan kilatan listrik (*electronic flashes*).
- Induksi oleh sinar matahari terhadap gas buang yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor.

Ozon yang dekat dengan permukaan bumi diklasifikasikan sebagai polutan. Ketika dihirup, dapat menyebabkan banyak masalah kesehatan, termasuk kesulitan bernapas. Hal ini juga berkontribusi terhadap pemanasan global. Karena molekul ozon pada tingkat ini mengandung 3 atom, setiap ozon dekat dengan permukaan Bumi bertindak sebagai gas rumah kaca. There are

Jadi, walaupun lapisan ozon di atmosfer tidak menyebabkan pemanasan global, namun ozon yang dihasilkan dipermukaan bumi akibat aktivitas manusia dapat menyebabkan pemanasan global.

Pertanyaan Diskusi (Jawaban dapat lebih dari satu)

- 1 Manakah yang merupakan gas rumah kaca? Lingkari jawaban yang benar
A Oksigen
B Metana
C Uap air
D Nitrogen
E Karbon dioksida
F Ozon
- 2 Manakah yang berkontribusi terhadap pemanasan global? Lingkari jawaban yang benar
A Pembangunan Kota besar
B Pembakaran batu bara untuk menghasilkan listrik
C Lubang ozon
D Pabrik baja dalam skala besar
E Menggembalakan banyak domba
F Pabrik kertas