

# SIKLUS KARBON DAN HUTAN



# SIKLUS KARBON DAN HUTAN

© Kemenhut RI, UN-REDD, FAO, UNDP, UNEP

All rights reserved published in 2012

## Supervisi Materi:

Kelompok Kerja REDD+ Sulawesi Tengah Bidang IV: Dinas Kehutanan Provinsi Sulawesi Tengah  
FPIC, Pemberdayaan, dan Pengembangan Kapasitas Daerah dan Masyarakat Nahardi - Kepala Dinas Kehutanan Daerah dan Ketua Kelompok Kerja REDD+ Sulawesi Tengah  
Ade Junaedi - UPTD Tahura Agus Effendi - Kepala Kesatuan Pengelolaan Hutan Produksi (KPHP) Model Dampelas Tinombo  
Golar - Universitas Tadulako, Palu  
Harijoko Siswo Prasetyo - Kepala Balai Besar Taman Nasional Lore Lindu UN-REDD Programme Indonesia  
Helmayetti Hamid - Kepala Sub Bagian Perencanaan dan Kerja sama Balai Besar Yuyu Rahayu - National Programme Director  
Livawanti - Universitas Muhammadiyah, Palu Abdul Wahib Situmorang - Team Leader Bidang Konsensus Kebijakan di Tingkat Nasional  
Lodewyk - Dinas Kehutanan Daerah Provinsi Sulawesi Tengah Agus Hernadi - Team Leader Bidang Pembangunan Kapasitas di Provinsi Percontohan  
Muslim Kusdaryono - Asosiasi Pengusaha Hutan Indonesia Komda Sulawesi Tengah Andri Akbar Marthen – UNEP National Officer  
Mulmainah Korona - LSM Komunitas Peduli Perempuan dan Anak (KPPA) Laksmi Banowati - National Programme Manager  
Nurudin - Dinas Kehutanan Daerah Provinsi Sulawesi Tengah Machfudh - Chief Technical Advisor  
Rukmini Paata Toheke - LSM Organisasi Perempuan Adat Ngata Toro (OPANT) Nanda Febriani Munandar - Communications Officer  
Salma Masri - LSM Kelompok Perjuangan Kesetaraan Perempuan Sulawesi Tengah (KPKP ST)  
Syamsul Saifudin - Badan Kesatuan Bangsa, Politik, dan  
Perlindungan Masyarakat Provinsi Sulawesi Tengah

## Tim Penulis:

Tugas Suprianto & Andi Solihat

## Desain dan Visualisasi:

Bima Putra Ahdiat

## Ilustator:

Djoko Novanto & Zaenal Mutaqien

## Sekretariat:

UN-REDD Programme Indonesia UN-REDD Programme Indonesia Sulawesi Tengah  
Gedung Manggala Wanabakti Ruang 525C, Blok IV, 5<sup>th</sup> Floor Dinas Kehutanan Provinsi Sulawesi Tengah  
Jl. Gatot Subroto, Senayan, Jakarta 1070 Jl. S. Parman No. 9 Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia  
Telp. 62-21-57951505, 57902950, 5703246 Ext. 5246 Faks. 62-21-5746748 Telp. +62 451 - 421 260/61, Fax. +62 451 -426 860.  
Email: info@un-redd.or.id

Dicetak oleh PT Komodo Books



Dicetak di atas kertas daur ulang.



Apa yang disebut dengan karbon dan karbondioksida?

Karbon merupakan unsur alami yang ada di bumi dan selalu melakukan siklus yang terjadi dari waktu ke waktu.

Saat ini keberadaan karbon sering dibicarakan sebagai penyebab meningkatnya efek rumah kaca. Bagaimana itu terjadi? Dan apa hubungannya dengan hutan dan tumbuhan di dalamnya.

Buku ini disajikan sebagai media informasi bagi masyarakat untuk memahami karbon dan hutan dalam kaitannya dengan program-program REDD+.

## Apa sih Karbon Itu?

Ups... tebal sekali asap ini. Siapa *sih* yang sedang bakar-bakaran? Asap menyebabkan keadaan sekitar menjadi gelap dan membuat susah bernapas.

Mengapa asap menyebabkan keadaan menjadi gelap? Asap berwarna gelap karena mengandung berbagai zat berat yang terlepas akibat proses pembakaran. Salah satu zat yang dilepaskannya adalah karbon atau zat arang. Agar mudah diingat, karbon ini diberi lambang dengan huruf C.

Pembakaran bisa terjadi karena ada bantuan dari zat lain yang ada di udara yang berbentuk gas, yaitu oksigen atau zat asam. Oksigen biasa dilambangkan dengan huruf  $O_2$ , adalah gas yang selalu kita hirup untuk bernapas.

Asap menjadi pekat jelaga atau mengandung karbon yang tidak mengalami pembakaran secara sempurna.



Setiap pembakaran membutuhkan  $O_2$ . Tanpa  $O_2$ , api tidak akan menyala.  $O_2$  bersatu dengan C dari benda yang terbakar dan menghasilkan gas  $CO_2$ . Pembakaran juga akan menyisakan arang, abu, dan jelaga. Semuanya mengandung C.



Pembakaran menyisakan arang, abu, dan gas. Nah, gas sisa pembakaran yang terlepas ke udara disebut emisi. Ketika terlepas, sebagian zat karbon akan bergabung dengan oksigen sehingga membentuk gas baru yang disebut karbondioksida atau disebut juga zat asam arang, dan diberi lambang  $CO_2$ . Karbondioksida tidak memiliki warna dan bau. Namun, jika kita terlalu banyak menghisapnya, maka pada mulut akan terasa asam.

Pembakaran juga menghasilkan jenis gas lain yaitu karbonmonoksida atau CO. Gas ini terjadi karena adanya pembakaran tidak sempurna. Contohnya hasil pembakaran dari mesin kendaraan yang sudah usang atau tidak terawat dengan baik.

Karbondioksida adalah gas rumah kaca yang menyebabkan terjadinya pemanasan global. Sementara itu, gas karbon monoksida adalah gas berat berupa racun berbahaya. Jika kita menghisapnya, kita akan pusing, lemas, pingsan. Bahkan, kalau terlalu banyak menghisapnya, dapat mengakibatkan kematian.

Asap pembakaran juga membawa zat padat lainnya berupa jelaga. Jelaga ini terbawa terbang ke udara sehingga asap terlihat berwarna hitam. Contohnya, bila kita berada dekat api unggun, wajah kita belepotan kehitam-hitaman. Hal itu karena karbon yang berwujud jelaga terbang dan menempel di wajah.

## Asal Karbon

Karbon merupakan zat yang telah ada semenjak proses terbentuknya bumi. Karbon terdapat pada semua benda mati dan makhluk hidup.

Karbon terdapat di udara dalam bentuk gas karbondioksida. Pada tumbuhan, karbon terdapat pada batang, daun, akar, buah, juga pada daun-daun kering yang telah berguguran.

Sebagian karbon pada tumbuhan membentuk suatu zat yang disebut hidrat arang atau karbohidrat. Hidrat arang merupakan zat yang sangat dibutuhkan oleh manusia maupun hewan sebagai sumber tenaga dan pertumbuhan.

Karbon dari tumbuhan berpindah ke tubuh manusia dan hewan ketika mereka memakannya. Maka karbon pun menyebar ke seluruh bagian tubuh menjadi bagian-bagian dari tulang, kuku, daging dan kulit.

Karbon juga tersimpan dalam perut bumi sebagai batu kapur, grafit, intan, minyak bumi, gas alam, batu bara dan tanah gambut.

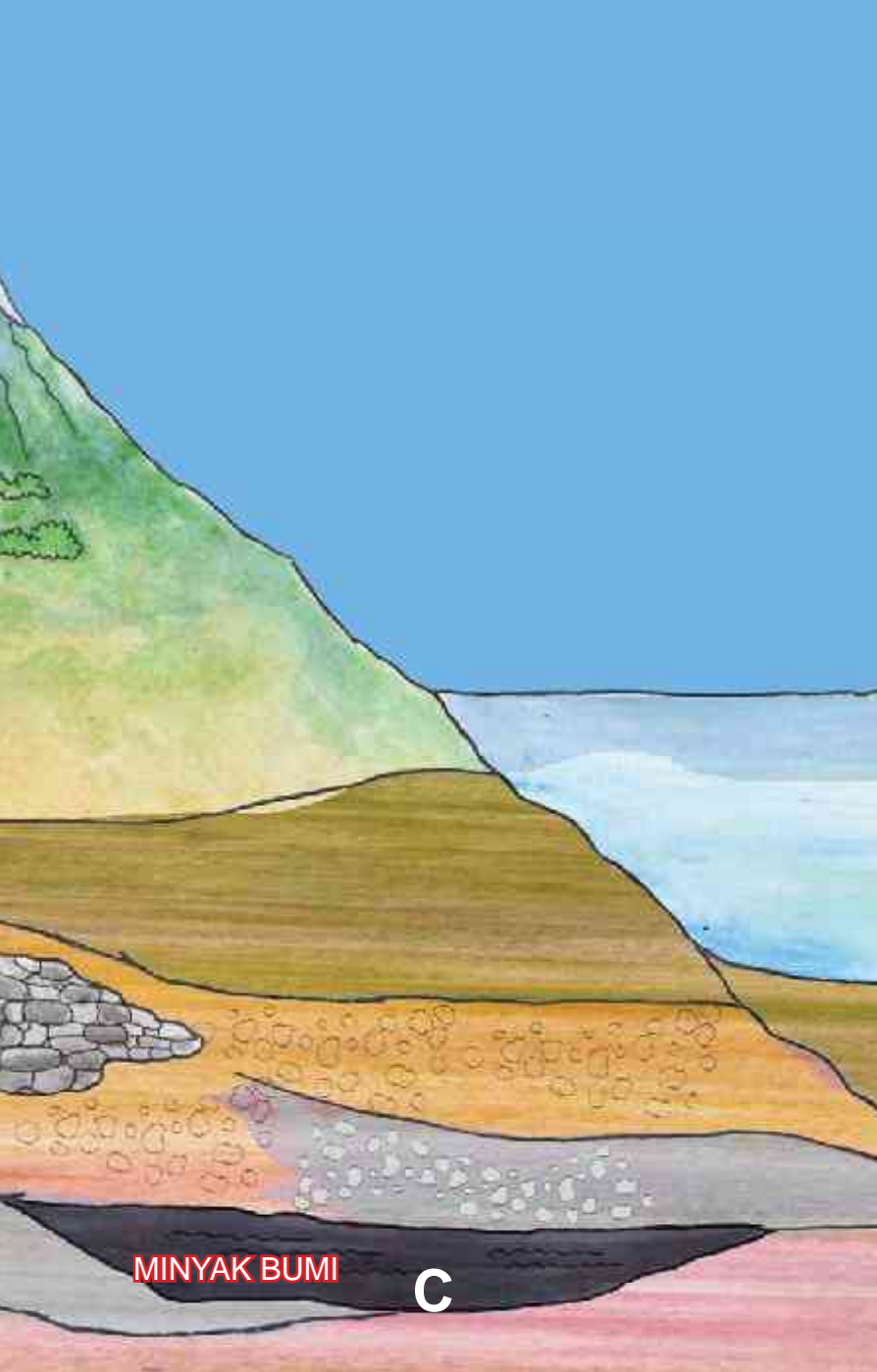
Karbon yang berasal dari makhluk hidup seperti batubara dan minyak bumi disebut karbon organik. Adapun yang bukan berasal dari makhluk hidup seperti batu kapur disebut karbon anorganik.

C (karbon) terdapat di setiap benda dan makhluk hidup.

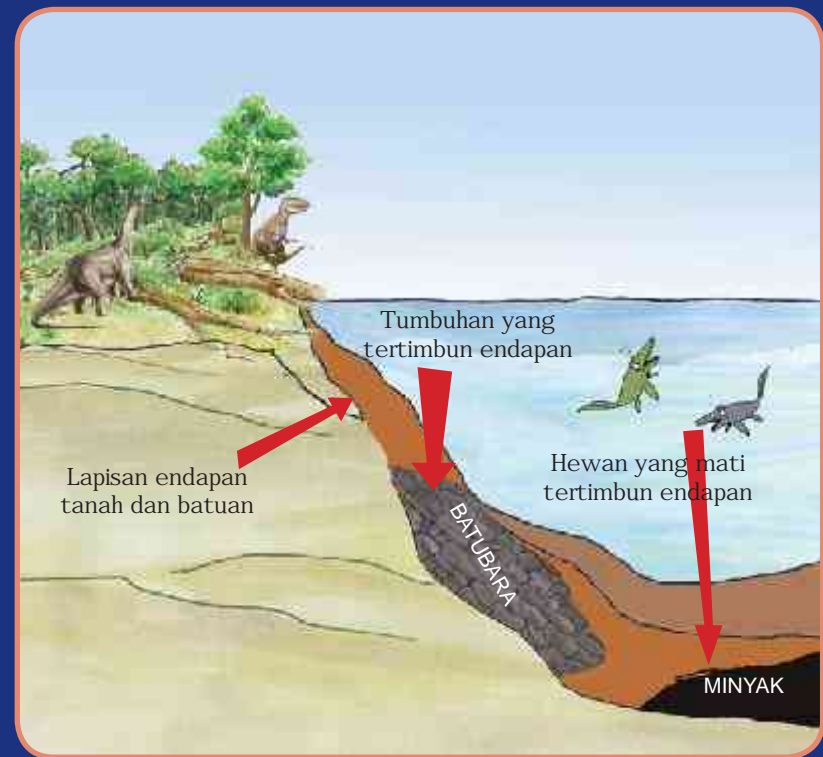
C pada tumbuhan berasal dari  $\text{CO}_2$ . Tumbuhan kita makan, C berpindah ke tubuh kita. Kita mengeluarkan C dalam bentuk  $\text{CO}_2$ . Jika kita mati, sebagian tubuh kita akan terurai menjadi C...

Jadi, C tidak akan lenyap begitu saja dari alam ini.





Batubara dan minyak bumi merupakan cadangan karbon atau sumber karbon yang ada di bumi. Batubara terbentuk dari tumbuhan mati yang telah tertimbun tanah selama jutaan tahun. Sedangkan minyak bumi terbentuk dari hewan-hewan yang mati jutaan tahun lalu, sebagian jasadnya berubah menjadi karbon yang tersimpan dalam minyak bumi.



Batubara dan minyak bumi merupakan sumber karbon yang terbentuk melalui proses yang sangat panjang, bahkan jutaan tahun lamanya.

## Berubah Menjadi Karbondioksida

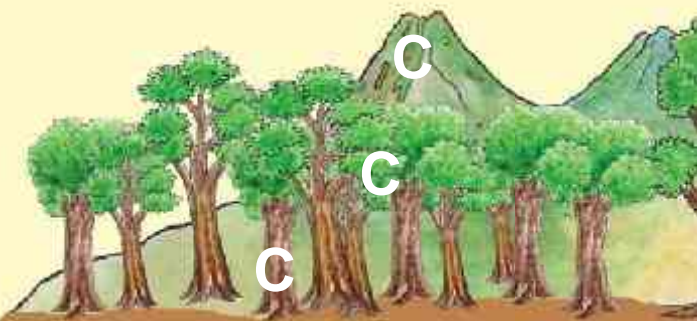
Berbagai aktivitas di bumi menyebabkan terlepasnya karbon ke udara. Ketika terlepas, karbon yang semula berbentuk padat berubah menjadi gas, contohnya karbondioksida.

Karbondioksida dihasilkan seluruh makhluk hidup. Manusia dan hewan di darat dan di laut, termasuk hewan-hewan kecil yang disebut mikroorganisme, serta berbagai tumbuhan dan jamur menghasilkan karbondioksida.

Contoh sederhana dari terbentuknya karbondioksida adalah pada saat kita bernafas. Kita menghirup oksigen dan mengeluarkan karbondioksida.

Jika hanya seorang saja yang bernafas tentu tidak seberapa besar. Tetapi bayangkan jika berasal dari pernafasan seluruh makhluk hidup di bumi. tentu akan sangat banyak sekali.

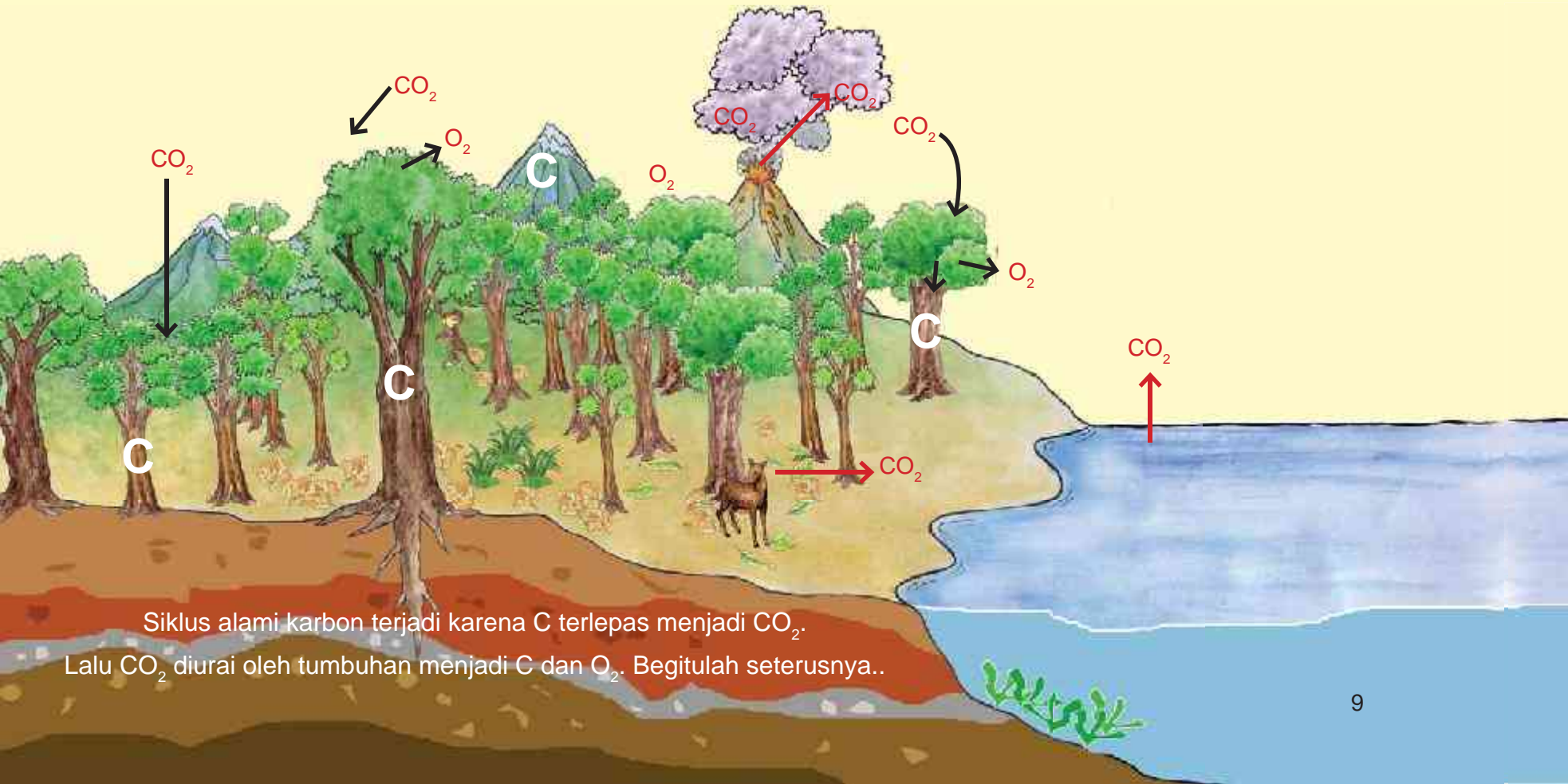
Apabila kita berada dalam ruangan tertutup yang penuh orang, kita akan merasa gerah dan cepat lemas. Hal tersebut terjadi karena jumlah karbondioksida di dalam ruangan terus bertambah, sementara jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk bernapas semakin berkurang.





Secara alami, karbondioksida dihasilkan oleh aktivitas gunung meletus, uap bumi, mata air panas, atau uap air laut. Dari aktivitas ini, karbon yang tersimpan di dalam bumi tersembur dan bereaksi dengan oksigen sehingga membentuk karbondioksida.

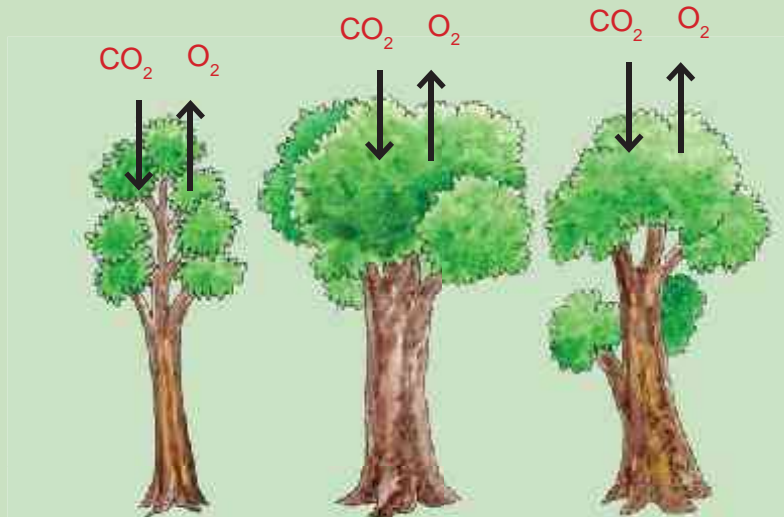
Dengan demikian, pelepasan karbon menjadi karbondioksida akan terus terjadi. Dan, karbondioksida yang telah terlepas akan diuraikan kembali menjadi karbon dan oksigen. Peristiwa ini terjadi terus-menerus, sehingga disebut **siklus karbon**.



Siklus alami karbon terjadi karena C terlepas menjadi  $\text{CO}_2$ .  
Lalu  $\text{CO}_2$  diurai oleh tumbuhan menjadi C dan  $\text{O}_2$ . Begitulah seterusnya..

## Manfaat Karbondioksida

Karbondioksida merupakan salah satu zat yang diperlukan dalam berbagai kehidupan di bumi. Zat ini diperlukan oleh tumbuhan dalam melakukan fotosintesis, yaitu proses pengolahan zat-zat yang diperlukan supaya tumbuhan bisa tumbuh dan berkembang. Tanpa karbondioksida, tumbuhan tidak bisa tumbuh karena tidak bisa mengolah zat-zat yang diperlukan dalam pertumbuhannya.



Siang hari, tumbuhan menyerap  $\text{CO}_2$  untuk melakukan fotosintesis. Fotosintesis menghasilkan sumber makanan dan  $\text{O}_2$ .

Karbondioksida dimanfaatkan manusia untuk melengkapi berbagai kebutuhannya. Misalnya minuman bersoda, pendingin dengan es kering, bahan baku pemadam kebakaran, bahan pengembang makanan, dan sebagainya.

Karbondioksida juga bermanfaat dalam memberi kehangatan bagi bumi. Karbondioksida merupakan salah satu gas yang menyebabkan efek rumah kaca.

$\text{CO}_2$  dimanfaatkan untuk bahan pemadam api, sebab  $\text{CO}_2$  bisa menghambat masuknya  $\text{O}_2$  yang diperlukan oleh



Nah,  $\text{CO}_2$  pada minuman bersoda ini terlepas, ditandai keluar buih saat botol dibuka.

Makanan banyak yang memanfaatkan  $\text{CO}_2$ , misalnya pengembang roti akan mengeluarkan  $\text{CO}_2$  ketika dibakar, itulah sebabnya roti memiliki banyak pori-pori.



Efek rumah kaca sangat berperan dalam menjaga suhu di bumi menjadi tetap hangat.

Tanpa efek rumah kaca, suhu bumi akan menjadi sangat dingin, terutama di malam hari.

Panas yang terserap dan tertahan di siang hari cukup untuk menghangatkan bumi ketika tidak mendapat pancaran cahaya matahari.

Brrr... dingin sekali malam ini. Padahal siang tadi panasnya menyengat.



## Peran CO<sub>2</sub> dalam Memanaskan Bumi

Matahari adalah sumber panas terbesar yang kita miliki. Matahari memberi kehangatan bagi seluruh makhluk di bumi. Tanpa matahari kita akan membeku karena kedinginan dan tumbuhan pun tidak akan bisa tumbuh. Karbondioksida adalah salah satu gas yang memiliki kemampuan dalam menyerap panas matahari.

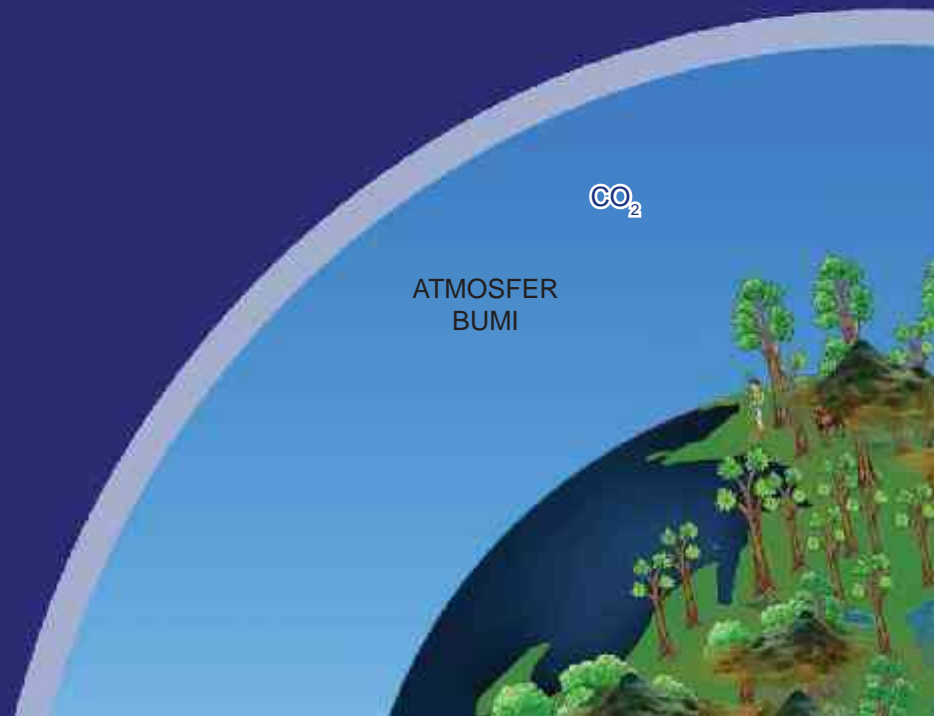
Siang hari, cahaya matahari masuk ke bumi melalui lapisan atmosfer. Sebagian cahaya dipantulkan ke luar oleh atmosfer bumi, Sebagian lagi menembus atmosfer hingga mencapai permukaan bumi.

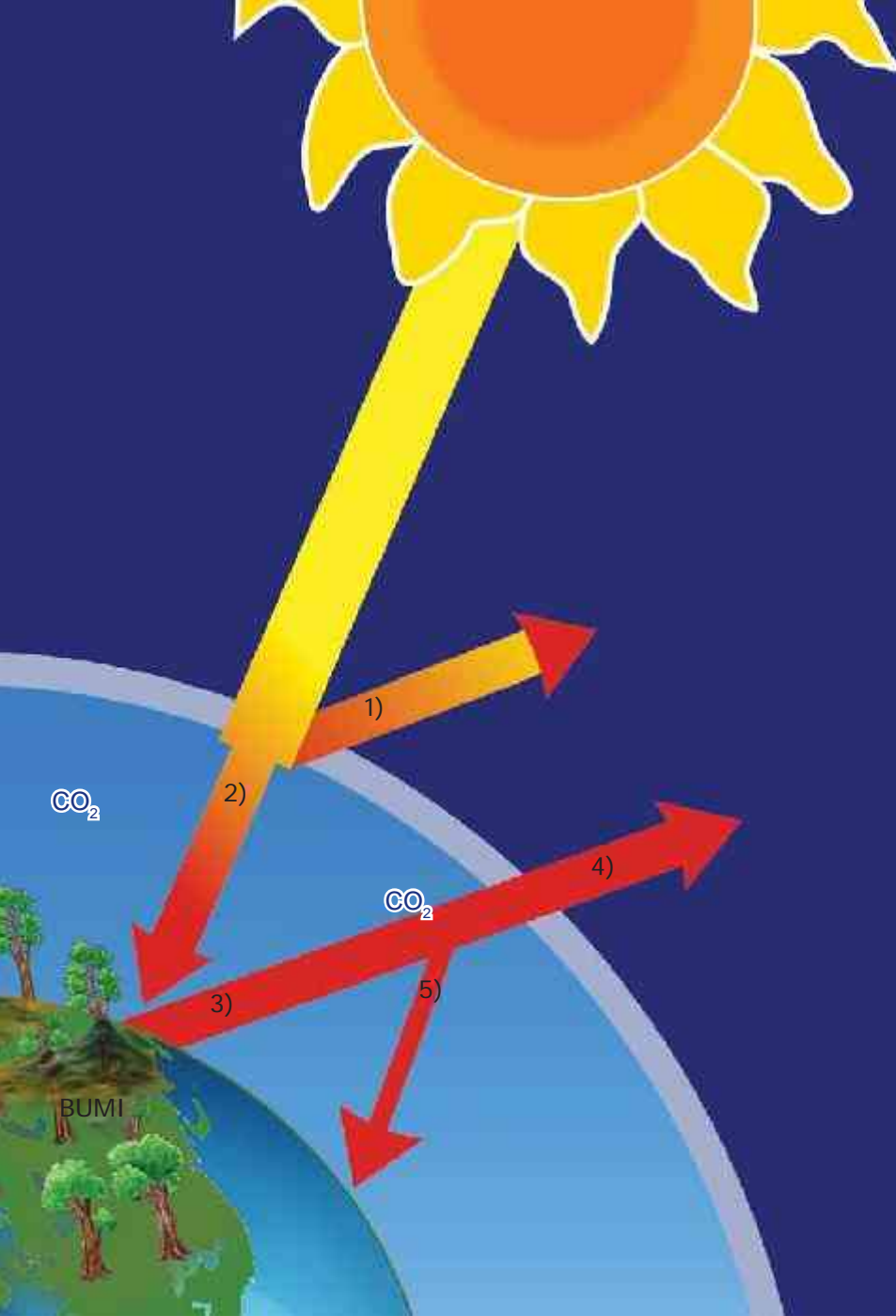
Bumi menyerap cahaya tersebut dan melepaskannya kembali ke atmosfer dalam bentuk panas. Sebagian panas tersebut dikembalikan ke angkasa dan sebagian diserap oleh gas rumah kaca yang ada di atmosfer. Panas yang diserap akan dipancarkan kembali ke bumi sehingga menyebabkan pemanasan di bumi. Peristiwa ini disebut sebagai efek rumah kaca. Gas yang paling berperan sebagai penyebab efek rumah kaca adalah karbondioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>) dan uap air (H<sub>2</sub>O). Namun, jumlah terbanyak adalah CO<sub>2</sub>.

Efek rumah kaca dalam keadaan normal

- 1) Sebagian cahaya matahari yang menuju bumi dipantulkan oleh atmosfer bumi
- 2) sebagian lagi cahaya diteruskan hingga mencapai permukaan bumi.
- 3) Permukaan bumi memantulkan radiasi panas matahari.
- 4) Sebagian besar cahaya pantulan dari bumi diteruskan ke angkasa,
- 5) sebagian kecil cahaya diserap oleh gas rumah kaca di atmosfer dan dipancarkan lagi ke bumi.

Akibat pancaran balik dari gas rumah kaca ini, suhu di bumi menjadi bertambah.





Bumi kita seperti berada di dalam sebuah rumah yang terbuat dari kaca. Cahaya dari luar bisa masuk, namun panasnya akan terperangkap di dalam, sehingga di dalam menjadi lebih panas.

## Karbondioksida Menjadi Masalah?

Apakah benar, karbondioksida dan gas-gas rumah kaca lainnya mengganggu kehidupan dan membuat masalah?

Jawabannya, bukan gas itu yang membuat masalah. Tepatnya, manusia yang menyebabkan kerusakan yang mengakibatkan jumlah  $\text{CO}_2$  dan gas lainnya semakin banyak bertebaran di udara.

Efek rumah kaca yang terjadi merupakan kejadian alami, namun diperparah oleh ulah manusia.

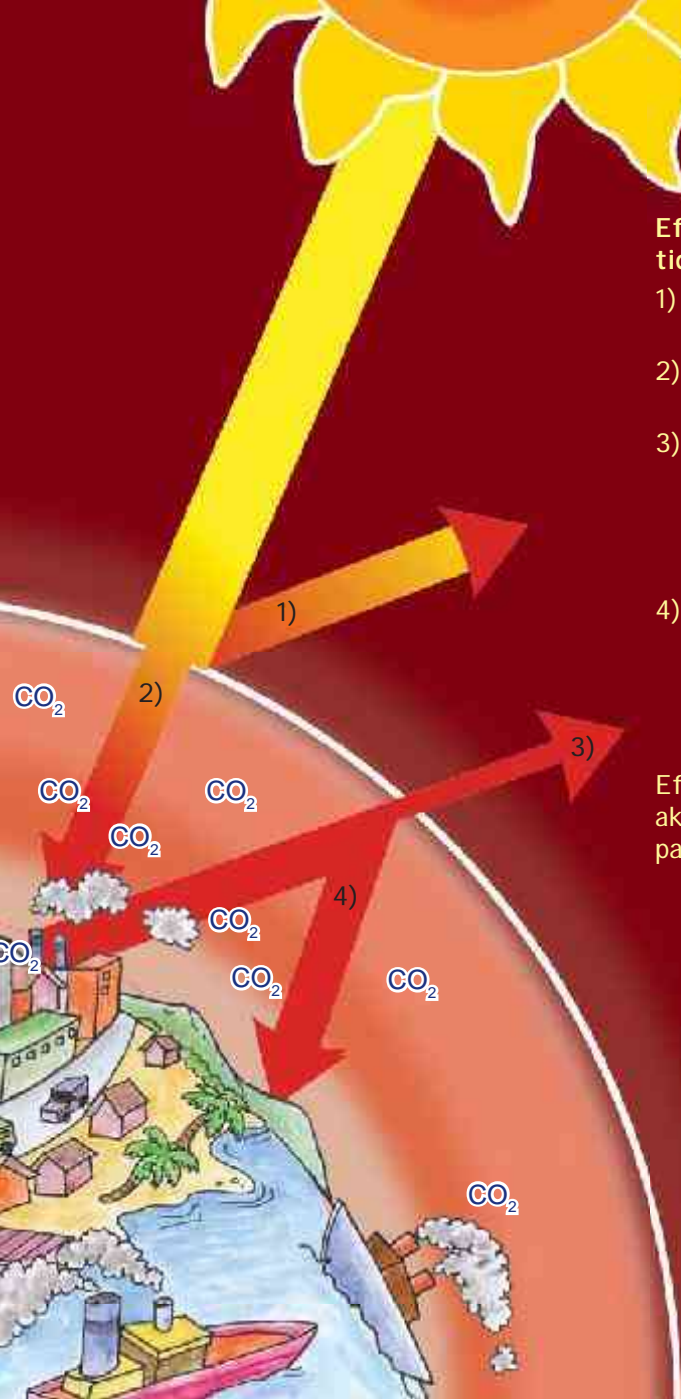
Dalam keadaan alami efek rumah kaca hanya menaikkan suhu yang cukup untuk menghangatkan bumi. Hal ini terjadi karena jumlah karbondioksida dan gas rumah kaca lainnya di atmosfer tidak terlalu banyak.

Jika jumlah karbondioksida dan gas rumah kaca lainnya semakin banyak, efek rumah kaca akan menjadi semakin besar. Akibatnya suhu di bumi menjadi semakin panas.

Penyebab terbesar adalah berbagai aktivitas manusia yang disertai penggundulan dan perusakan hutan.

Aktivitas manusia itulah yang menyebabkan meningkatnya jumlah gas rumah kaca sehingga mengakibatkan efek rumah yang berlebih. Akibatnya bumi menjadi semakin panas.





Efek rumah kaca dalam keadaan tidak normal

- 1) Sebagian cahaya matahari yang menuju bumi dipantulkan oleh atmosfer bumi,
- 2) sebagian lagi diteruskan hingga mencapai permukaan bumi.
- 3) hanya sebagian kecil cahaya pantulan dari bumi yang diteruskan ke angkasa. Ini terjadi karena sebagian besar cahaya terperangkap oleh gas rumah kaca di atmosfer yang semakin banyak,
- 4) sebagian besar cahaya diserap oleh gas rumah kaca yang semakin banyak dan dipancarkan kembali ke bumi dalam jumlah yang banyak pula.

Efek rumah kaca menjadi semakin besar, akibatnya suhu di bumi menjadi semakin panas.

Huff..., panas!

Ini terjadi jika  $\text{CO}_2$  bertambah banyak maka efek rumah kaca semakin besar.

Rasanya ini bukan lagi seperti dalam rumah kaca tetapi seperti dalam pemanggang.



## Penyebab Meningkatnya Efek Rumah Kaca

Manusia melakukan berbagai upaya untuk mempermudah kebutuhan hidupnya. Upaya ini seringkali menjadi penyebab terlepasnya karbon ke udara dan memperbanyak jumlah gas rumah kaca.

Manusia membuat mesin dan pembangkit listrik yang dijalankan dengan minyak dan batubara. Juga menjalankan berbagai kendaraan seperti pesawat terbang, mobil, sepeda motor, kereta api, dan kapal laut. Ketika mesin-mesin atau kendaraan ini dipergunakan, terjadilah pembakaran yang menyebabkan terlepasnya karbon ke udara.

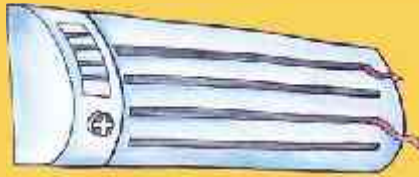


Manusia juga membuat beraneka barang kemudian menjadi sampah yang makin hari makin bertumpuk. Sampah itu lalu dibakar sehingga karbon yang terdapat pada sampah itu pun terlepas ke udara.

Semua aktivitas tersebut menyebabkan terlepasnya karbon dan berubah menjadi gas karbondioksida dan gas berbahaya lainnya yang terlepas ke udara.







Banyak hal yang tanpa kita sadari telah menyebabkan kerusakan lingkungan. Mulai dari penggunaan freon pendingin udara hingga cat semprot. Inilah penyebab kerusakan ozon di atmosfer kita.

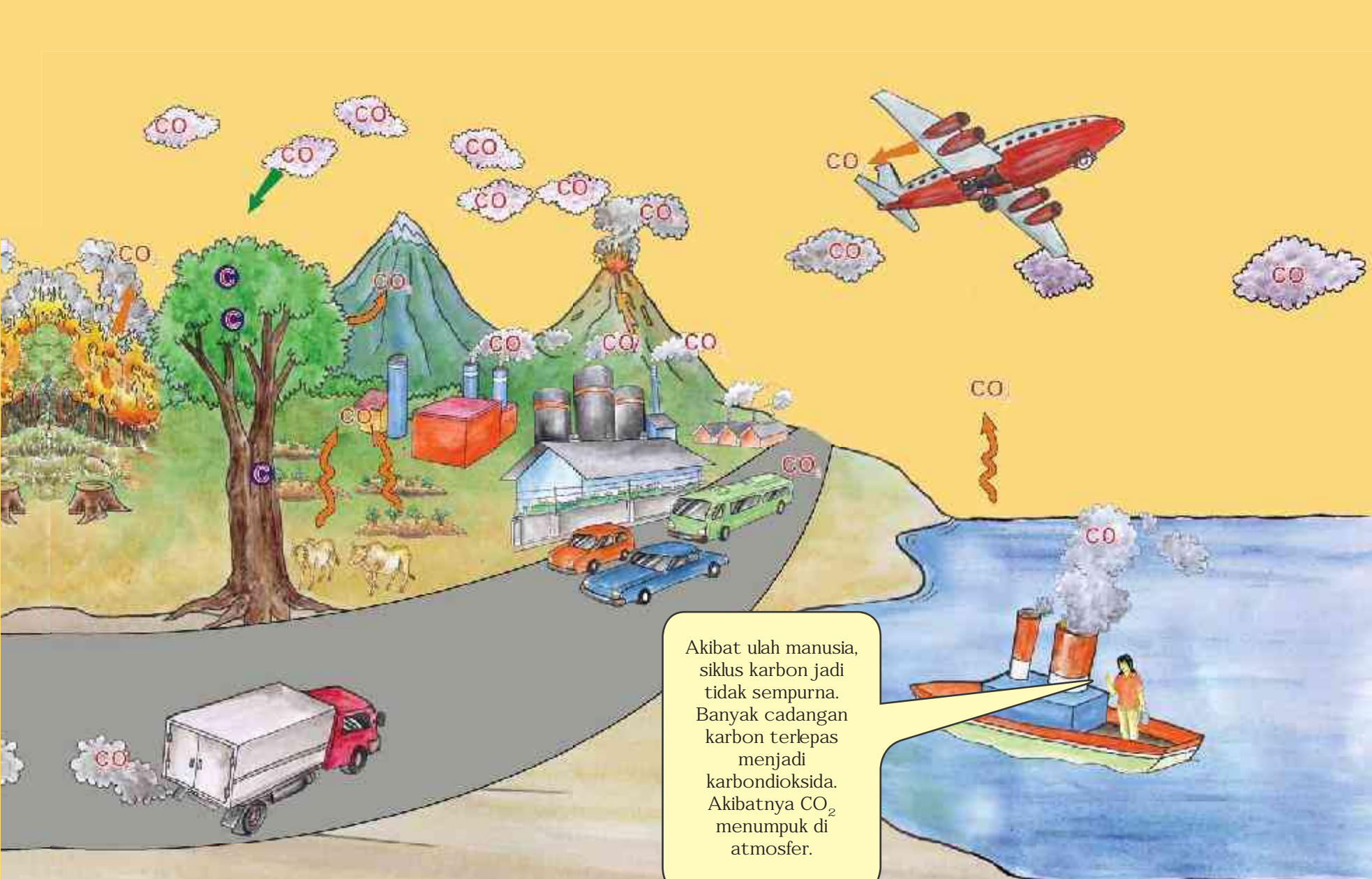


Gas lain yang juga menyebabkan gangguan di atmosfer adalah karbonmonoksida yang beracun dan gas klorofluorokarbon yang merusak lapisan ozon. Jumlah gas ini di atmosfer semakin hari semakin banyak karena manusia memanfaatkan gas ini untuk berbagai keperluan seperti freon alat pendingin pada kendaraan, dan gas pada cat semprot.

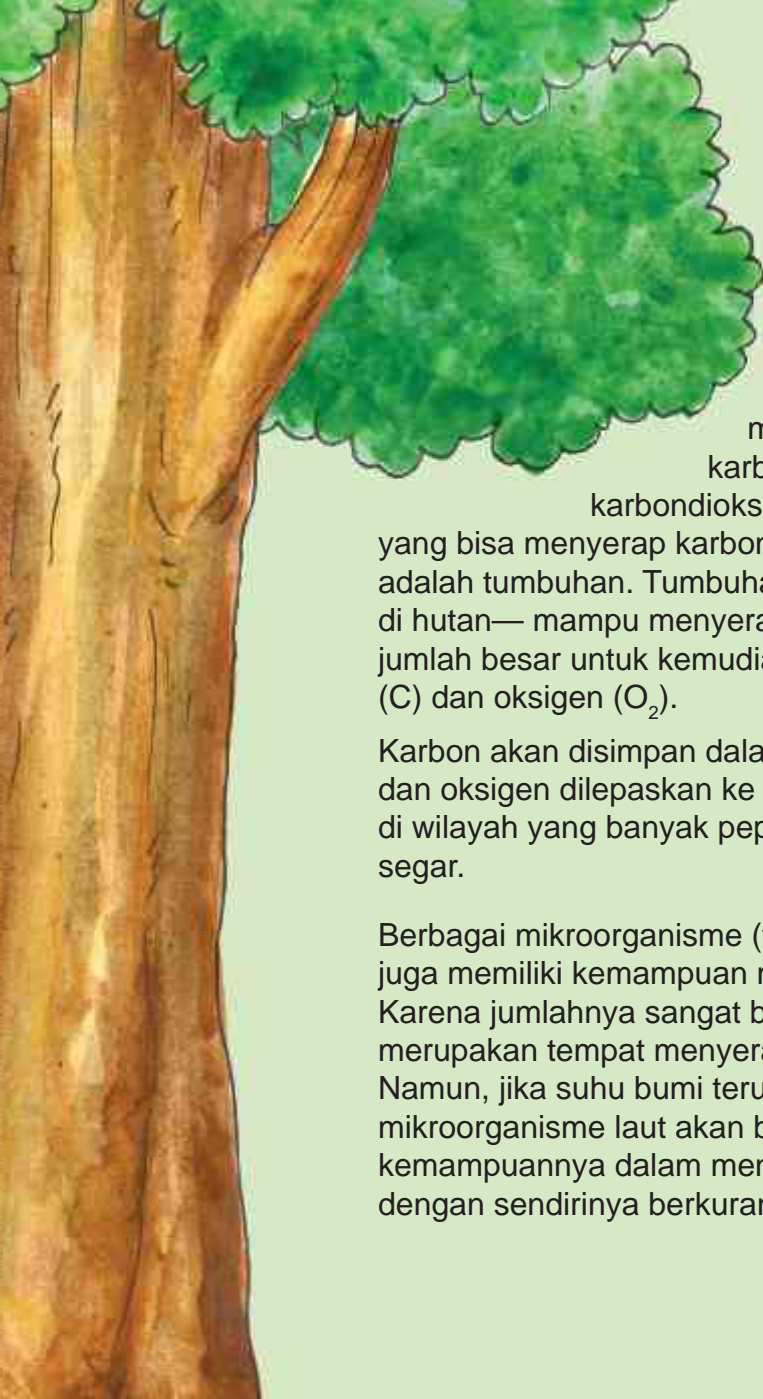
Peristiwa yang menyebabkan terlepasnya karbon dalam jumlah besar, bahkan menyebabkan kerusakan secara langsung adalah terjadinya peperangan yang menggunakan bahan peledak atau mesiu dalam jumlah besar (bom). Juga pembakaran kawasan hutan yang luas.

Jika ini terus terjadi, tentu jumlah gas rumah kaca di udara akan semakin banyak dan efek rumah kaca akan sangat besar.





Akibat ulah manusia, siklus karbon jadi tidak sempurna. Banyak cadangan karbon terlepas menjadi karbondioksida. Akibatnya CO<sub>2</sub> menumpuk di atmosfer.

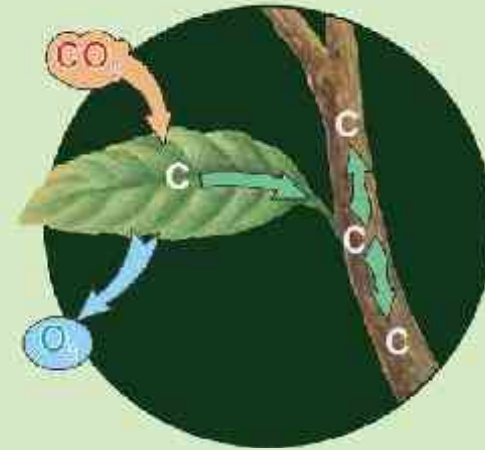


Upaya mengatasi semakin meningkatnya jumlah gas rumah kaca adalah dengan mengurangi pelepasan karbon dan menyerap karbondioksida di udara. Satu-satunya

yang bisa menyerap karbondioksida secara alami adalah tumbuhan. Tumbuhan —terutama yang ada di hutan— mampu menyerap karbondioksida dalam jumlah besar untuk kemudian diurai menjadi karbon (C) dan oksigen ( $O_2$ ).

Karbon akan disimpan dalam batang-batang pohon dan oksigen dilepaskan ke atmosfer. Itulah sebabnya di wilayah yang banyak pepohonan udaranya sangat segar.

Berbagai mikroorganisme (tumbuhan kecil) di laut juga memiliki kemampuan menyerap karbondioksida. Karena jumlahnya sangat banyak, maka laut merupakan tempat menyerap karbon yang besar. Namun, jika suhu bumi terus memanas, kehidupan mikroorganisme laut akan berkurang sehingga kemampuannya dalam menyerap karbondioksida dengan sendirinya berkurang.



$CO_2$  diserap tumbuhan untuk fotosintesis. Setelah terjadi pemisahan antara C dengan  $O_2$  pada hijau daun, maka C diteruskan ke seluruh bagian pohon, dan  $O_2$  dilepaskan.

## Deforestasi dan Degradasi Hutan

Saat ini kita sudah kehilangan banyak hutan. Di berbagai tempat, hutan telah berubah menjadi permukiman, perkebunan, lahan pertanian, jalan raya, lapangan terbang, dan lain-lain. Berjuta-juta batang pohon telah berubah menjadi bangunan, perabotan, kertas, kayu bakar, dan barang-barang lain. Sebagian besar lagi telah menjadi arang dan asap yang menyebabkan jumlah CO<sub>2</sub> di udara semakin banyak.

Dengan alasan kebutuhan ekonomi, kebanyakan manusia lebih memilih membuka hutan dan menebangi pepohonan. Banyak yang tidak peduli dengan pentingnya hutan sebagai penjaga keseimbangan alam. Akibatnya, hutan sebagai penyerap karbondioksida dan penghasil oksigen di dunia semakin berkurang.

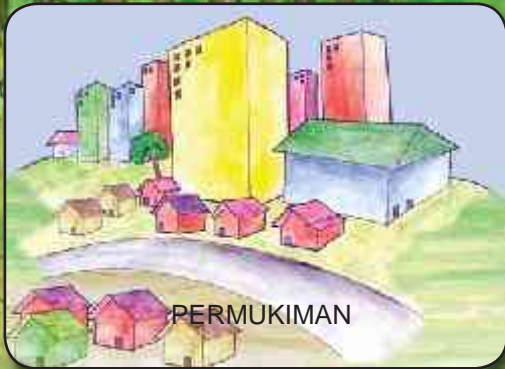
Membuka hutan juga berarti melepaskan cadangan karbon yang terdapat di hutan. Tidak sedikit orang membuka hutan dengan cara membakarnya. Pembakaran akan menghasilkan karbondioksida.



LAHAN PERKEBUNAN



BAHAN BANGUNAN



PERMUKIMAN



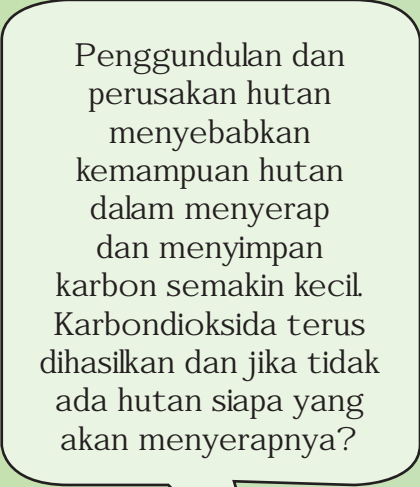
PERABOTAN DAN KEBUTUHAN  
INDUSTRI LAINNYA



Penggundulan dan perusakan (deforestasi dan degradasi) hutan saat ini terjadi di berbagai negara, termasuk di Indonesia. Deforestasi dan degradasi hutan turut menyebabkan meningkatnya jumlah gas rumah kaca di atmosfer.

Deforestasi dan degradasi hutan terjadi karena ulah manusia yang menyebabkan hilangnya hutan untuk diubah menjadi permukiman, lahan pertanian/perkebunan, penebangan tak terkendali, pembakaran hutan, pertambangan, dan aktivitas lain yang merusak hutan.

Jika pepohonan di hutan berkurang, hutan tidak akan mampu menyerap dan menyimpan karbon dalam jumlah yang banyak. Di satu sisi, jumlah karbon yang terlepas terus bertambah karena ulah manusia. Sisi lain, wilayah-wilayah penangkap dan penyimpanan karbon terus berkurang. Akibatnya jumlah gas rumah kaca di atmosfer semakin meningkat.



Penggundulan dan perusakan hutan menyebabkan kemampuan hutan dalam menyerap dan menyimpan karbon semakin kecil. Karbondioksida terus dihasilkan dan jika tidak ada hutan siapa yang akan menyerapnya?





**PELEPASAN CO2**




**KEMAMPUAN HUTAN MENYERAP CO2**



Cara yang paling mudah untuk menjaga siklus karbon tetap normal adalah dengan menjaga hutan. Akan lebih baik lagi jika hutan-hutan yang telah hilang ditanami kembali sehingga wilayah tangkapan dan penyimpanan karbon menjadi semakin banyak.

Berkurangnya pepohonan berarti membiarkan CO<sub>2</sub> makin berkeliaran di udara. Yang artinya, memperparah efek rumah kaca dengan akibat yang akan merugikan manusia, mulai dari perubahan iklim yang tak menentu, rusaknya mata air, banjir dan longsor saat musim penghujan, dan kekeringan saat kemarau.



Kita tanami pepohonan untuk menjaga siklus karbon tetap berjalan normal.