

Apa Itu Lubang Ozon?!

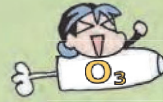
Karya asal
Hayanon

Penterjemah
Lilia Halim
Nurhafizah Azwa Abdul Satar
Hida 'Aliah Binti Abdul Ghafar

Penyunting
Mardina Abdullah
Nurul Shazana Abdul Hamid
Siti Aminah Bahari
Noridawaty Mat Daud



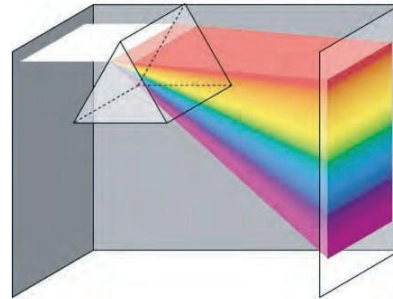
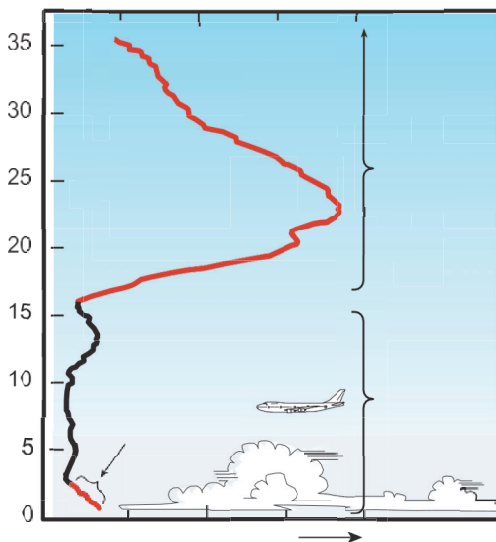
Sejarah Ringkas Kajian Lapisan Ozon



Kira-kira 90% ozon Bumi terdapat dalam stratosfera. Mari kita lihat secara ringkas sejarah ozon stratosfera: siapa yang menemuinya, dan bagaimana? Cahaya matahari terdiri daripada pelbagai gelombang elektromagnet, bermula daripada gelombang ultraungu (ultraviolet, UV) yang pendek hingga gelombang inframerah yang panjang. Adakah ini sesuatu yang sukar untuk difahami? Bayangkan pelangi atau prisma. Kamu dapat melihat perbezaan warna dalam pelangi, yang menunjukkan bahawa cahaya matahari mengandungi pelbagai gelombang cahaya.

Pada tahun 1881, seorang ahli kimia Ireland, W. N. Hartley, mendapati bahawa ozon menyerap sinaran ultraungu pada panjang gelombang antara 200 hingga 300 nanometer. Lima belas tahun kemudian, W. Huggins, seorang ahli astronomi Inggeris, mengkaji spektrum bintang Sirius dan menemui penyerapan ozon terhadap sinaran ultraungu pada panjang gelombang antara 300 hingga 340 nanometer.

*nanometers adalah 1 bilion meter



Apabila pancaran cahaya matahari melalui prisma, sinar dengan panjang gelombang yang berbeza akan terpisah.

Hartley tertanya-tanya mengapa sinaran ultraviolet tidak dikesan dalam cahaya matahari di permukaan Bumi, walaupun ia wujud sebaik sahaja dipancarkan daripada Matahari. Beliau mencadangkan bahawa terdapat sejumlah besar ozon di atmosfera yang menyerap sinaran ultraungu. Satu eksperimen menggunakan belon telah dijalankan untuk mengesahkan ideanya, tetapi belon tersebut tidak mencapai ketinggian lapisan ozon.

Akhirnya, pada tahun 1940-an, pemerhatian menggunakan roket menunjukkan kewujudan ozon stratosferik. Namun begitu, Hartley telah meninggal dunia pada waktu itu. Pelbagai projek penyelidikan telah dimulakan selepas penemuan tersebut untuk memahami pengedaran ozon, asal usulnya, dan lain-lain. Pencerapan ozon di Antartika bermula pada tahun 1957 sebagai sebahagian daripada International Geophysical Year. Pada ketika itu, tiada siapa yang dapat meramalkan bahawa pemerhatian ini akan membawa kepada penemuan lubang ozon. Seiring dengan kemajuan penyelidikan, orang ramai mula mengakui bahawa kehidupan haiwan dan tumbuhan dilindungi oleh lapisan ozon yang menyerap sinaran ultraungu berbahaya. Di sebalik penyelidikan hari ini, terdapat pencapaian saintis seperti Hartley, yang pertama kali mengkaji ozon. Kami berharap anda, para pembaca, turut serta dalam pengembaraan ke dunia ozon bersama Mol dan Mirubo!



Ini pencinta sains, Mol, bersama anjing robotiknya, Mirubo....

melihat awan yang berarak, berbaring di padang rumput pada hari yang indah dan nyaman.



Mirubo, kamu fikir apa yang ada di atas awan tu?

Di atas awan? Hmm...



Langit sepatutnya berada di atas awan.



Kamu langsung tak ada imaginasi ke?

Saya ingatkan kamu nak beritahu sesuatu yang menarik.



Hmmm... Dia dalam fasa memberontak la tu.

Boo-

Mestilah saya ada imaginasi sendiri. Kan seronok kalau ada medan selera yang besar di atas awan.



Sekejap! Saya ingat ...

di atas awan, ada lapisan ozon.

Saya pernah dengar tentang lapisan ozon dulu!



Lapisan ozon?

Apa tu?



Sensei, boleh terangkan kepada kami apa itu ozon?

Boleh! Itu bidang saya.



Sekarang, Mol dan Mirubo, ...

Kamu tahu sebanyak mana tentang ozon?

Errr...??



Bagaimana dengan oksigen?

Oh... yang tu, banyak yang saya tahu!

Saya sedut oksigen dengan banyak setiap hari.



Ozon tu wujud di atas kita... tinggi di atas sana...

Ia mengandungi atom oksigen.

Apabila molekul oksigen (O_2) terkena sinar UV....

ia terpisah kepada dua atom oksigen.

Kemudian, satu atom oksigen akan bergabung dengan molekul oksigen yang lain.

Akhirnya, tiga atom oksigen membentuk molekul ozon (O_3)

Kawasan di mana molekul ozon tertumpu dipanggil ...

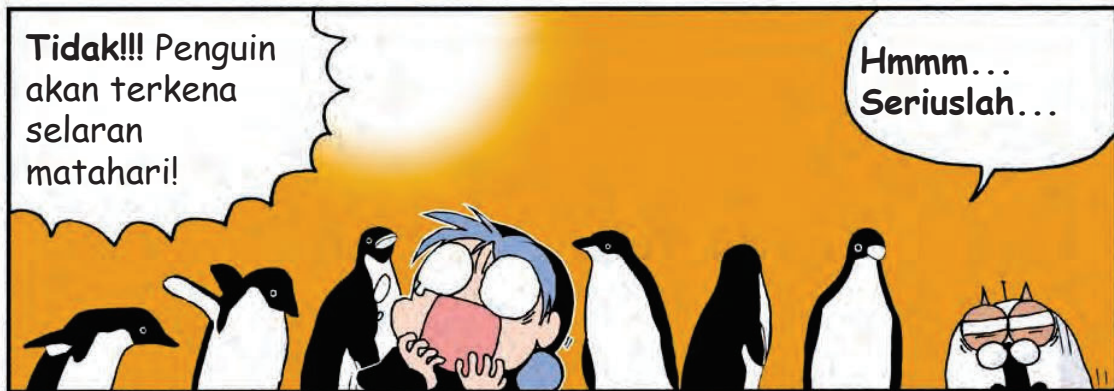
Lapisan Ozon!

Lapisan ozon menyerap banyak radiasi UV yang berbahaya kepada kehidupan.

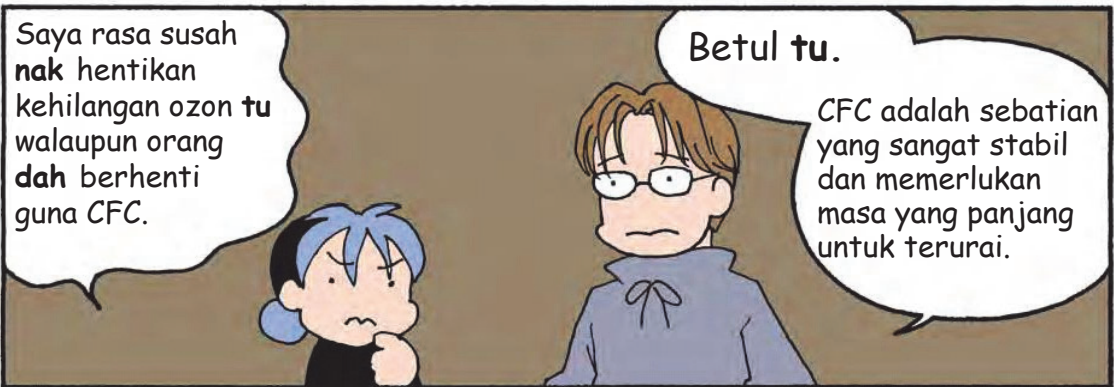
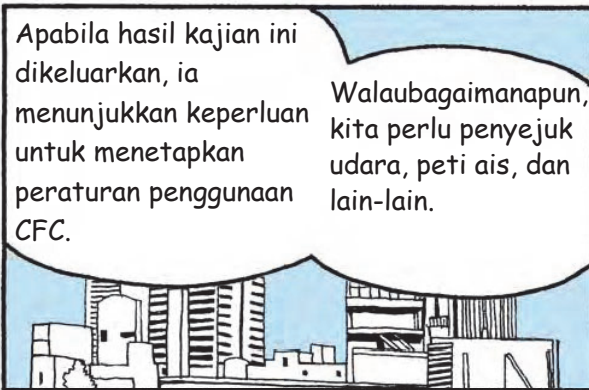
Seperti perisai, lapisan ozon melindungi Bumi.

Tanpa lapisan ozon, ...

tidak ada kehidupan di Bumi ni.









Tidak!!! Bila lubang ozon akan pulih sepenuhnya?

atau, ia tidak akan pulih selamanya?



Kajian terbaru menggunakan komputer canggih menunjukkan bahawa lubang ozon akan pulih dalam 50 tahun.

50 tahun?! Adakah ia mengambil masa lama?



Ya, dan sehingga itu, lubang ozon akan tetap ada.

Teruknya.

Apa yang boleh kita lakukan adalah menunggu pemulihan lapisan ozon?



Kebimbangan terhadap kesannya kepada kehidupan semakin meningkat. Selain itu, ia dianggap sebagai salah satu faktor dalam pemanasan global. Di troposfera, semakin banyak ozon, semakin banyak tenaga dari Bumi diserap dan tak dilepaskan ke angkasa.

Ozon tu jahat?!

Wha

Hmmm...

Ozon mempunyai dua sifat berbeza, seperti Jekyll dan Hyde.

am

Penipisan ozon di lapisan atas adalah satu masalah.

Pada masa yang sama, peningkatan ozon di lapisan bawah juga menjadi masalah.

Pelik, kan?

Kedua-duanya adalah masalah yang kritikal.

Peraturan CFC telah ditetapkan untuk menangani penipisan ozon di stratosfera.

Sebaliknya, pelepasan nitrogen dioksida daripada kenderaan dan industri adalah ...

dikawal oleh pengurangan nitrogen oksida, yang mana menghasilkan ozon di troposfera.

Kajian sedang dijalankan tentang ozon di stratosfera dan troposfera.

Jadi, langkah pencegahan boleh diambil untuk mengelakkan keadaan mereka daripada merosot.



Saya **tak** sedar yang lapisan ozon melindungi Bumi dari atas awan.

Mengagumkan!



Kan bagus kalau 100 tahun dari sekarang orang berkata. "Dulu terdapat lubang ozon ..."

Ya,

Saya harap begitu.



Oleh itu, sekarang kita perlu menjaga lapisan ozon.

Ya, jom kita fikir apa yang kita boleh buat untuk menjaga ozon.



Apa itu Lubang Ozon ?!



Hai, Sensei! Baru-baru ini saya ada membaca artikel di surat khabar berkenaan dengan lubang ozon. Betul ke lapisan ozon menjaga manusia, haiwan dan tumbuhan?



Ya. Lapisan ozon melindungi Bumi dan berfungsi seperti perisai daripada sinar UV Matahari. Ia seperti cengkerang yang tak kelihatan tetapi sangat kuat.



UV tak memberi kesan kepada robot berteknologi tinggi macam saya.



Baiklah. Berapa lama kamu rasa lapisan ozon telah wujud?



Hmm, biar saya fikir... Saya rasa ia sudah wujud lama sebelum manusia pertama lahir.



Bumi telah wujud sejak 4.6 bilion tahun dahulu. Lapisan ozon pula dipercayai telah ada pada 400 juta tahun dahulu.



Maksudnya ozon sudah wujud sebelum zaman dinosaur lagi. Sebab zaman dinosaur sekitar 250 juta hingga 65 juta tahun yang lalu. Jadi, lapisan ozon terbentuk perlahan-lahan dalam tempoh berjuta-juta tahun!



Betul! Kehidupan di Bumi wujud kerana adanya lapisan ozon. Tanpa lapisan ozon, tak ada hidupan yang wujud. Termasuklah kamu, Mirubo.



Apa yang akan jadi kalau lapisan ozon berkurangan?



Hmmm... Lebih banyak sinaran UV yang akan sampai ke Bumi dan mungkin menyebabkan kerosakan teruk kepada seluruh hidupan Bumi.



Sinaran UV boleh menyebabkan selaran matahari. Kamu mungkin akan hangus, Mol.



Tidakkk!!!



Ia mungkin boleh menjadi lebih teruk. Sinaran UV memusnahkan DNA dan meningkatkan risiko kanser kulit. Ia juga telah dibuktikan bahawa protein dalam kanta mata boleh rosak apabila terdedah kepada cahaya ultraungu yang berlebihan, yang mengakibatkan katarak. Katarak boleh menyebabkan penglihatan kabur dan tidak jelas.



Haaa..., saya risau sangat tentang lapisan ozon. Bagaimana ia dikaji? Ia terletak begitu tinggi di atas kita.



Sensei ada kawan makhluk asing ke, yang tolong pantau lapisan ozon daripada UFO?



Tidaklah begitu, tapi lebih kurang macam itulah.



Betul ke? Tadi, saya hanya bergurau...



Kita ada satelit yang memerhatikan lapisan ozon dari angkasa. Satelit ini mengelilingi Bumi dan mengukur ozon di Jepun, Eropah, Antartika, dan tempat lain.



Ada cara lain lagi?



Ada. Pencerapan di Bumi memberikan data tentang status ozon sehingga ke altitud tinggi. Kita menggunakan radar laser atau kaedah lain untuk mengesan gelombang radio yang dilepaskan oleh ozon. Kerosakan peralatan juga lebih mudah dibaiki di Bumi berbanding di angkasa.



Saya faham! Maksudnya, kedai pembaikan boleh dibina di angkasa untuk satelit dan juga untuk saya. Jadi, kalau ada kedai tu, perjalanan saya ke angkasa akan menjadi lebih selesa.



Oh, Mirubo! Fokus pada perkara utama, Mirubo.



Magik Eksperimen di Ozon

Saya harap kamu seronok dengan pengembaraan sains Mol dan Mirubo! Sekarang, kita berdepan dengan dua masalah ozon. Pertama, penipisan ozon di stratosfera yang menyebabkan lubang ozon. Kedua, peningkatan ozon di troposfera, di mana ia menjadi komponen kabut fotokimia. Sekarang, saya akan tunjukkan eksperimen magik supaya kamu lebih memahami tentang ozon.

Apa yang saya perlukan hanyalah sebiji oren yang saya beli di pasar raya berdekatan dan sebuah balang kaca seperti yang ada di makmal sekolah kamu. Tiada apa yang istimewa tentang kedua-duanya. Mula-mula, kupas oren dan masukkan beberapa keping kulitnya ke dalam balang kaca. Gambar 1 diambil sebaik sahaja selepas itu. Kamu kata tiada perubahan? Sabar!

Selepas 30 saat, asap putih mula muncul (lihat Gambar 2)!!

Apa yang berlaku dalam balang kaca, dan apa yang menyebabkan asap putih itu?



Gambar 1 Masukkan kulit oren ke dalam balang kaca, dan tunggu selama 30 saat.

Sebelum saya menjawab soalan ini, saya akan terangkan tentang kabut fotokimia. Pernahkah kamu melihat gunung yang jauh, diselubungi kabus putih atau kecoklatan yang menghalang kamu daripada mengambil gambar pemandangan yang indah? Kabus ini, yang lebih kerap berlaku di beberapa bandar besar di dunia, sangat berkait rapat dengan kabut fotokimia (lihat Gambar 3). Warna dan ketebalan kabut ini berubah dari jam ke jam, dan kekerapan kejadiannya juga berbeza mengikut masa dan tahun. Keadaan cuaca seperti keamatan cahaya matahari, arah angin, dan faktor lain turut mempengaruhi pembentukan kabut ini.



Gambar 2 Ada asap tanpa api!

Kabut fotokimia terbentuk daripada hidrokarbon dan nitrogen dioksida yang dilepaskan oleh industri atau kenderaan, serta ozon. Satu siri tindak balas kimia yang kompleks antara hidrokarbon dan ozon menghasilkan kabut ini. Zarah-zarah kecil yang terdapat dalam kabut akan memantulkan cahaya, menyebabkan penglihatan objek jauh menjadi kabur. Kabut juga boleh menyebabkan mata pedih dan tekak terasa sakit. Selain itu, ia berbahaya kepada semua hidupan—contohnya, boleh menyebabkan daun menjadi layu atau melecur.

Sekarang, mari kita kembali ke tajuk utama. Tiada sebarang muslihat atau helah dalam eksperimen magik ini. Sebenarnya, saya telah memasukkan sedikit ozon ke dalam balang kaca terlebih dahulu. Ozon ialah gas yang tidak berwarna dan tidak dapat dilihat, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1. Kulit oren mengandungi bahan kimia daripada keluarga hidrokarbon, iaitu limonene—sumber bau segar yang kita hidu apabila makan oren.



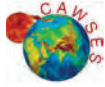
Gambar 3: Kabut di Seattle. Kabus kecoklatan tergantung di atas kaki langit.

Tindak balas kimia antara ozon dan limonene telah menghasilkan asap dalam balang kaca. Inilah model bagaimana kabut fotokimia terbentuk!

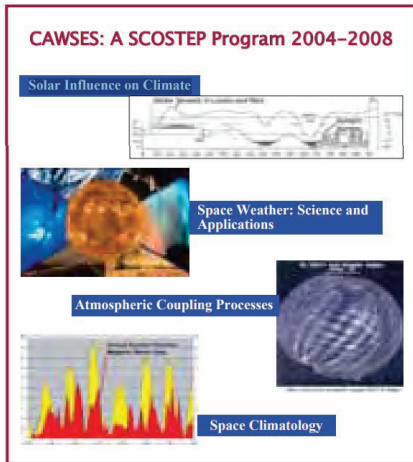
Di permukaan Bumi, hidrokarbon yang dilepaskan oleh industri dan kenderaan bertindak balas dengan ozon dan menghasilkan kabut fotokimia. Para saintis di seluruh dunia sedang berusaha untuk memahami mekanisme ini dengan lebih terperinci.

AMARAN : EKSPERIMEN INI BERPOTENSI BERBAHAYA. JANGAN CUBA MELAKUKAN IA TANPA PENGAWASAN SEWAJARNYA.

CAWSES: A SCOSTEP Program 2004–2008



Climate and Weather of the Sun-Earth System (CAWSES)



CAWSES merupakan satu program antarabangsa yang ditaja oleh SCOSTEP (*Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physic*) dan telah ditubuhkan dengan tujuan untuk meningkatkan pemahaman kita tentang persekitaran angkasa dan kesannya kepada kehidupan dan masyarakat. Fungsi utama CAWSES adalah untuk membantu menyelaraskan aktiviti antarabangsa iaitu pemerhatian, pemodelan dan teori penting untuk mencapai pemahaman ini, melibatkan saintis dari negara maju dan membangun, dan menyediakan peluang pendidikan kepada pelajar di semua peringkat. Pejabat CAWSES terletak di Boston University, Boston, MA, Amerika Syarikat. Empat tema sains CAWSES ditunjukkan dalam rajah di sebelah.



Solar-Terrestrial Environment Laboratory (STEL), Universiti Nagoya.

STEL dikendalikan di bawah sistem kerjasama antara universiti di Jepun. Tujuannya adalah untuk memajukan "penyelidikan tentang struktur dan dinamik sistem Suria-Bumi", dengan kerjasama pelbagai universiti dan institusi di Jepun dan luar negara. Makmal ini terdiri daripada empat bahagian penyelidikan: Persekitaran Atmosfera, Persekitaran Ionosfera dan Magnetosfera, Persekitaran Heliosfera dan Kajian Bersepadu. Pusat Penyelidikan Geospace turut bergabung bersama-sama makmal ini untuk menyelaraskan dan mempromosikan projek penyelidikan bersama. STEL memiliki tujuh buah stesen pemerhati di mana mereka telah menjalankan cerapan dasar terhadap pelbagai entiti fizikal dan kimia di seluruh negara.

はやのん Hayanon

Pelajar lulusan Jabatan Fizik, University of The Ryukyus, Hayanon, seorang penulis dan kartunis, telah menyumbang beberapa siri dalam majalah popular berdasarkan latarnya yang kukuh dalam bidang sains dan permainan komputer. Gaya penulisannya yang konsisten dan penuh kecintaan terhadap sains dan telah diterima baik oleh pembaca.

子供の科学 Kodomo no Kagaku (Sains untuk kanak-kanak)

Kodomo no Kagaku, diterbitkan oleh Seibundo Shinkosha Publishing Co., Ltd., ialah sebuah majalah bulanan untuk golongan remaja. Sejak edisi pertamanya pada tahun 1924, majalah ini telah berterusan mempromosikan pendidikan sains dengan menyediakan pelbagai aspek sains, daripada fenomena saintifik dalam kehidupan seharian sehinggalah kepada topik penyelidikan terkini.

"Apa itu Lubang Ozon?!" diterbitkan dengan kerjasama "Kodomo no Kagaku". Mol, Mirubo, dan Sensei mengucapkan terima kasih kepada Pusat Sains Angkasa, Institut Perubahan Iklim, Universiti Kebangsaan Malaysia atas bantuan mereka menyediakan cerita kami dalam versi Bahasa Melayu.

Dihasilkan oleh Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Universiti Nagoya dan pegawai Solar-Terrestrial Physics sempena program CAWSES. Oktober 2005. (Di terjemah kepada Bahasa Melayu - Februari 2026)

Hak cipta terpelihara.



**INSTITUT
PERUBAHAN
IKLIM**
Institute of Climate Change



Pusat Sains Angkasa (ANGKASA) telah ditubuhkan pada 1 Ogos 2003 dengan nama asalnya Institut Sains Angkasa. Pada 16 Disember 2013, ANGKASA telah distruktur semula sebagai sebuah pusat dan digabungkan bersama Institut Perubahan Iklim (IPI), EOC dan IKLIM, seterusnya menjadi entiti di bawah Institut Perubahan Iklim (IPI), Universiti Kebangsaan Malaysia.

Sebagai sebuah pusat penyelidikan multidisiplin yang turut menjalankan pengajaran di peringkat pascasiswazah, ANGKASA komited dalam memperkasa bidang sains angkasa dan cuaca angkasa di Malaysia. Sejak tahun 2010, Program Jangkauan Cuaca Angkasa telah dilaksanakan bersama pelajar sekolah melalui pemasangan kit pemantauan UKM-SID (*UKM Sudden Ionospheric Disturbance*), sebagai usaha memupuk minat generasi muda terhadap sains angkasa.

Penterjemahan komik ini ke dalam Bahasa Melayu merupakan salah satu inisiatif baharu ANGKASA dalam memperluas akses ilmu dan menarik minat pelajar terhadap bidang Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM). Diharapkan penerbitan ini dapat menjadi medium yang santai, interaktif dan berkesan dalam menyemai rasa ingin tahu serta kecintaan terhadap sains angkasa.

Penyunting

Prof Ir Dr Mardina Abdullah

Felo Utama Bersekutu , Pusat Sains Angkasa, Institut Perubahan Iklim

Prof Madya Ts Dr Nurul Shazana Abdul Hamid

Felo Kanan Bersekutu , Pusat Sains Angkasa, Institut Perubahan Iklim

Dr Siti Aminah Bahari

Pegawai Penyelidik, Pusat Sains Angkasa, Institut Perubahan Iklim

Puan Noridawaty Mat Daud

Pegawai Penyelidik, Pusat Sains Angkasa, Institut Perubahan Iklim

Maklumat Lanjut Berkenaan Cuaca Angkasa, sila layari www.spaceukm.com