

# PEMANASAN GLOBAL



Fenomena yang Sedang  
Mengancam Bumi

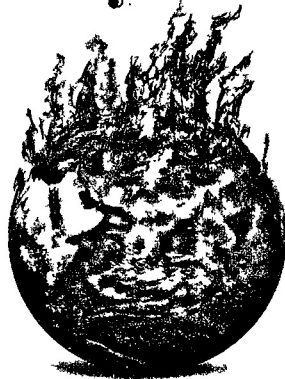
374

MOHD FADZIL AKHIR



23/8/2024  
Lib  
RM 30.00

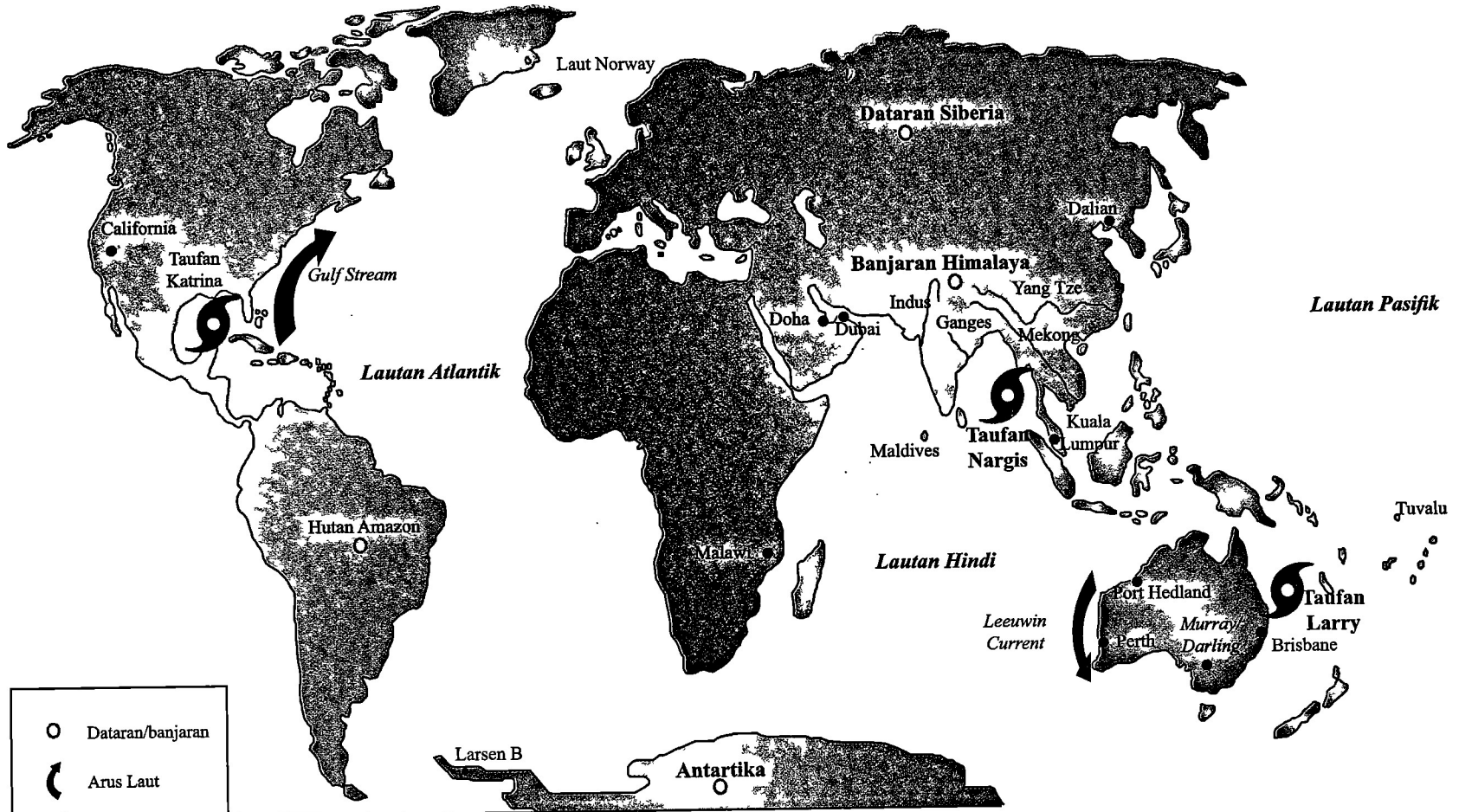
# PEMANASAN GLOBAL



Fenomena yang Sedang  
Mengancam Bumi

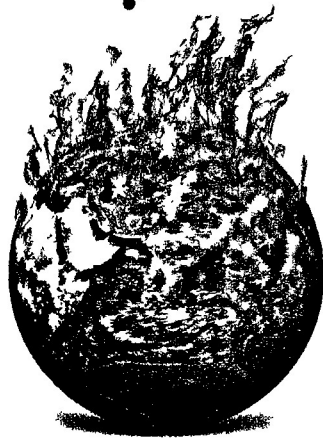


PERDANA  
LEADERSHIP  
FOUNDATION  
YAYASAN  
KEPERMIMPINAN  
PERDANA



Peta dunia menunjukkan kawasan berlakunya alir arus teluk (*Gulf Stream*), *Leeuwin Current*, taufan Katrina, taufan Nargis dan taufan Larry.

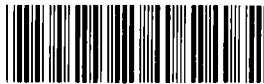
# PEMANASAN GLOBAL



Fenomena yang Sedang  
Mengancam Bumi

MOHD FADZIL AKHIR

PUSTAKA PERDANA



1013606

Dewan Bahasa dan Pustaka  
Kuala Lumpur  
2012



Cetakan Pertama 2012  
@ Mohd Fadzil Mohd Akhir 2012

Hak Cipta Terpelihara. Tidak dibenarkan mengeluarkan ulang mana-mana bahagian artikel, ilustrasi, dan isi kandungan buku ini dalam apa jua bentuk dan dengan cara apa jua sama ada secara elektronik, fotokopi, mekanik, rakaman atau cara lain sebelum mendapat izin bertulis daripada Ketua Pengarah, Dewan Bahasa dan Pustaka, Peti Surat 10803, 50926 Kuala Lumpur, Malaysia. Perundingan tertakluk kepada perkiraan royalti atau honorarium.

Perpustakaan Negara Malaysia

Data Pengkatalogan-dalam-Penerbitan

Mohd Fadzil Akhir

Pemanasan global : fenomena yang sedang mengancam bumi / Mohd Fadzil Akhir.

ISBN 978-983-46-0828-6

Mengandungi indeks

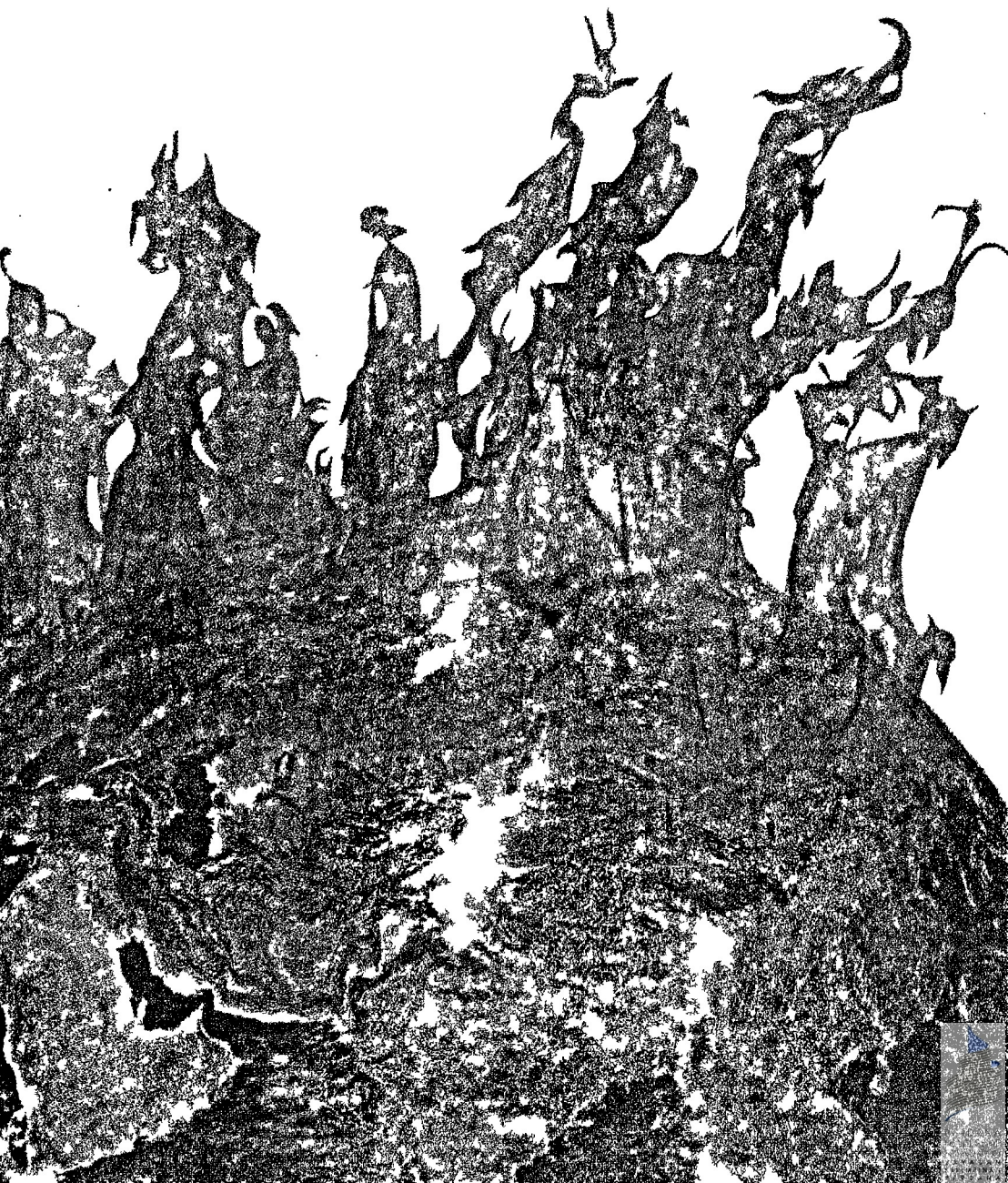
Bibliografi: hlm. 183

1. Global warming. 2. Global warming--Environmental aspects. I. Mohd Fadzil Akhir, 1953-. II. Judul. 363.73874

Dicetak oleh  
Hizi Print Sdn. Bhd.  
No. 19, Jalan P10/19  
Selaman Industrial Park  
43650 Bandar Baru Bangi  
Selangor Darul Ehsan

***Buat isteriku, Azza***

***Anak-anak; Al Fateh, Alwani, Yusuf, Fawwaz dan Uwais  
Aku didik kalian untuk menyayangi bumi, bukan dunia...***





# KANDUNGAN

|                         |      |
|-------------------------|------|
| <i>Prakata</i>          | ix   |
| <i>Pendahuluan</i>      | xi   |
| <i>Penghargaan</i>      | xvii |
| <i>Penghargaan Khas</i> | xix  |

## **BAHAGIAN I**

### **BAGAIMANAKAH SEMUANYA BERMULA? 1**

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| Atmosfera Sebagai Selimut Bumi | 3  |
| Masalah Rumah Hijau            | 15 |
| Kisah Silam Bumi               | 27 |
| Enjin Iklim                    | 35 |
| Penggali Emas Hitam            | 47 |

## **BAHAGIAN II**

### **APAKAH YANG SEDANG BERLAKU? 59**

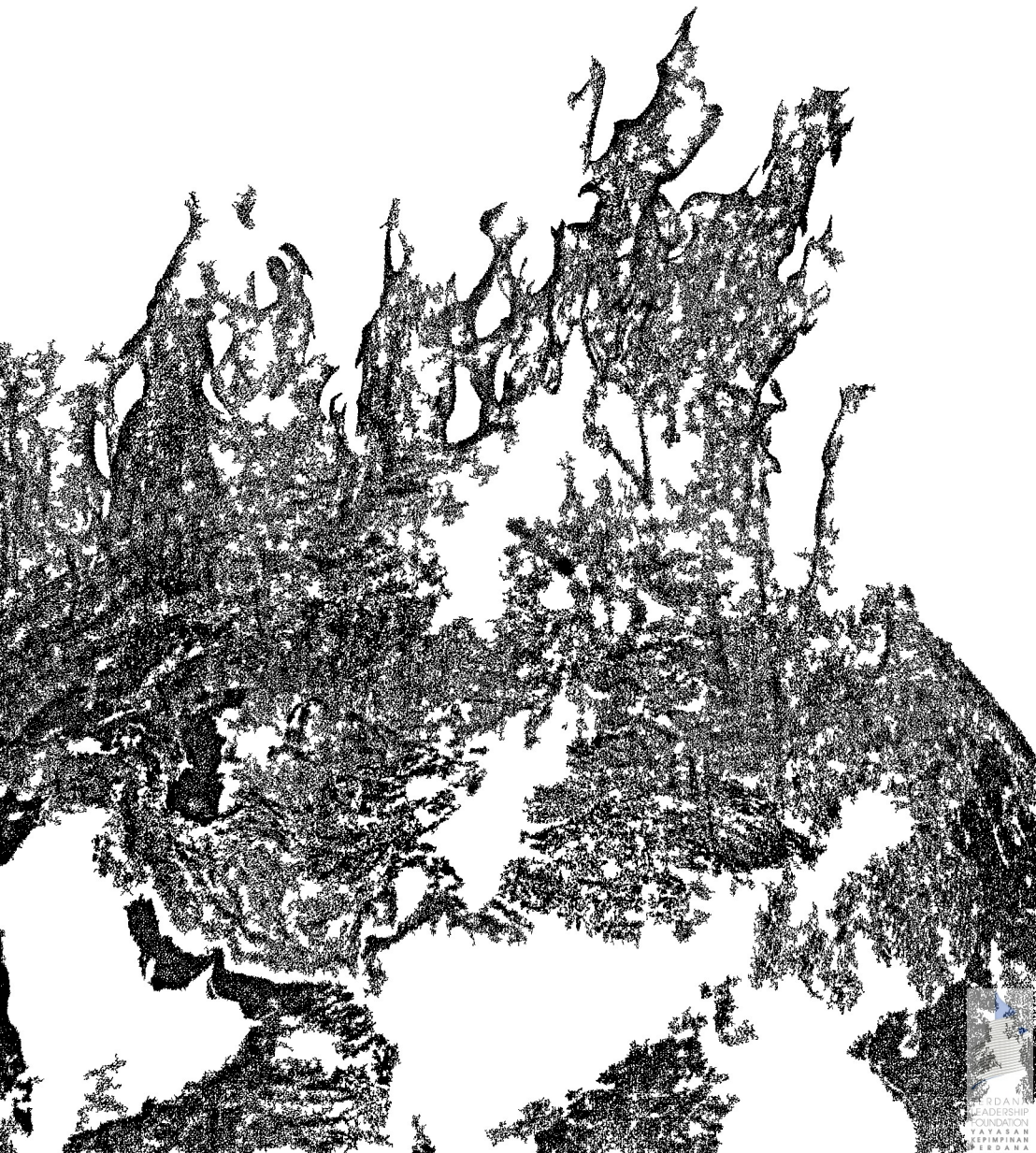
|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| Panas Terik, Kemarau Panjang                 | 61  |
| Amukan di Langit Biru                        | 77  |
| Ke Manakah Tumpah Laut Kalau Tidak ke Darat? | 91  |
| Ekosistem dalam Kekeliruan                   | 103 |
| Secangkir Air, Sesuap Nasi                   | 117 |

## **BAHAGIAN III**

### **KE MANAKAH SEDANG DITUJU? 129**

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| Ramalanku Benar Belaka?               | 131 |
| Perjanjian Kyoto: Janji Tinggal Janji | 145 |
| Terbitnya Sinar Harapan               | 155 |
| 1001 Jalan Pulang                     | 169 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| <i>Glosari</i>     | 179 |
| <i>Bibliografi</i> | 183 |
| <i>Indeks</i>      | 185 |



**Suhu** mencecah  $39^{\circ}\text{C}$  adalah luar daripada kebiasaan di kota Kuala Lumpur. Kulit terasa perit dicucuk panas mentari, peluh tidak berhenti mencurah, dan akibat ketidakselesaan, mulut tidak berhenti mengomel. Ramai yang berkata, inilah akibat pemanasan global. Itulah hakikat yang sedang kita alami di Malaysia. Apa yang menarik, setiap kali isu cuaca yang pelik dan perit ini disebut, kita seperti sudah bersetuju untuk meletakkan beban kesalahan ini atas nama “pemanasan global”. Namun, jika kita bijak membezakan antara akibat dan punca kepada sesuatu masalah, isu ini akan membawa kita kepada satu pencarian. Pencarian tersebut akan membongkar isu yang telah lebih awal kita jadikan mangsa, iaitu pemanasan global.

*Buku Pemanasan Global: Fenomena yang Sedang Mengancam Bumi* ini ditulis dengan tujuan untuk memudahkan pencarian tersebut. Tulisan ini akan membawa pembaca menerokai dan memahami pokok permasalahan sehinggalah kepada akibat yang sedang manusia alami sekarang ini. Buku ini cuba memberi liputan yang komprehensif setakat yang termampu agar isu ini difahami bukan sahaja dalam konteks teori tetapi juga dalam konteks praktikal. Tanggungjawab manusia terhadap impak yang dirasai sekarang cuba dijelaskan dengan rapi agar kita faham punca kepada persoalan ini yang sebenarnya terletak pada bahu manusia. Bumi yang kita diami sekarang ini memerlukan penghuninya agar lebih memahami sensitivitinya. Dengan pengetahuan dan maklumat yang dikongsi ini, diharapkan kesamaran terhadap isu pemanasan global dapat dijelaskan lalu menjadikan kita lebih peka terhadap alam di sekeliling kita.

Antara sebab utama orang jarang mendalami isu pemanasan global adalah kerana ia sering disentuh dari perspektif sains. Tidak dinafikan kebanyakan penemuan berkaitan isu ini ditemukan dalam penyelidikan sains. Sains selalunya dilihat berat oleh orang awam, lalu perkara yang berdiri di atas hujah sains sering diabaikan. Oleh itu, buku ini cuba menterjemahkan bahasa sains tersebut dengan gaya bahasa yang lebih bersahaja dan santai agar lebih mudah untuk difahami. Pengalaman penulis serta beberapa kisah yang relevan dengan isu yang dibawa juga disisipkan agar isu yang dibawa lebih mudah difahami dan lebih realistik untuk diteliti.

Penerbitan buku ini juga sebenarnya adalah sebahagian daripada usaha untuk menghasilkan buku berkaitan isu penting ini yang hampir tidak ditemui penulisannya dalam bahasa Melayu di pasaran. Biarpun banyak makalah dan artikel serta liputan isu ini ditemui dalam akhbar tempatan, namun tanpa kehadiran buku yang menceritakannya dengan lebih lengkap dan terperinci, ia merupakan suatu kekurangan. Jadi, buku ini cuba mengisi kekosongan tersebut.

Akhir sekali, diharapkan buku ini menjadi bacaan pelbagai lapisan umur dan masyarakat. Bukan sahaja dalam kalangan pelajar sekolah dan universiti, tetapi juga mereka yang bekerja mahupun yang berada di alam persaraan. Moga kefahaman yang diperoleh bakal membuka dimensi baharu kepada hubungan antara kita dengan alam.

**Mohd Fadzil Akhir**  
Universiti Malaysia Terengganu  
Terengganu



# PENDAHULUAN

**Jam** hampir menunjukkan pukul 10.00 pagi. Penulis mempunyai temu janji dengan seorang wartawan akhbar. Perasaan berasa sedikit tidak selesa kerana ini adalah kali pertama akan diwawancara oleh wartawan. Kebetulan, sehari sebelum itu, dekan memaklumkan bahawa ada akhbar ingin membuat wawancara berkaitan iklim monsun timur laut yang pada waktu itu akan bermula dalam tempoh lebih kurang sebulan. Katanya, ia adalah dalam bentuk wawancara muka penuh, bukan dalam kolom berita. Penulis menerima dengan perasaan bercampur-baur, antara teruja dan gelisah.

Sedikit melegakan apabila diberikan beberapa soalan yang ingin ditanya melalui e-mel. Penulis gunakan sedikit ruang yang ada pada hari itu untuk membuat persediaan agar dapat menjawab dengan yakin dan lancar. Yang paling penting, setiap persoalan yang diajukan dapat dijawab dengan fakta yang benar dan dijelaskan dalam nada yang mudah difahami umum. Sememangnya itulah cabaran yang tersedia untuk ahli akademik. Menterjemahkan hujah saintifik kepada ayat yang mudah difahami umum.

Wartawan tersebut tiba di pejabat penulis pada waktu yang dijanjikan. Kami bermula dengan perbualan biasa sebagai sesi berkenalan. Selepas itu, wawancara masuk kepada inti persoalan yang menjadi topik utama, iaitu fenomena monsun. Sepanjang wawancara tersebut, penulis cuba menjelaskan tentang fenomena ini secara jelas dari segi mekanisme alam dan mengapa kita mengalaminya. Satu perkara penting yang penulis tegaskan adalah, fenomena tersebut bukanlah sesuatu yang luar biasa tetapi ia merupakan putaran iklim yang berlaku

setiap tahun yang dialami apabila perubahan musim di kawasan hemisfera utara memasuki musim sejuk.

Biarpun wawancara berlangsung agak panjang dengan pelbagai isu dibincangkan, tetapi wartawan tersebut berjaya menangkap kata kunci di sebalik apa yang ingin penulis sampaikan. Beberapa minggu selepas itu, wawancara tersebut tersiar di bahagian tengah akhbar berkenaan dengan tajuk “Angin Monsun Timur Laut Bukan Fenomena Luar Biasa”. Penulis berpuas hati dengan pemilihan tajuk itu, ternyata penjelasan penulis sampai kepada sasaran.

Antara persoalan yang timbul apabila berbincang berkenaan isu iklim sekarang ini tidak lain ialah isu perubahan iklim dan pemanasan global. Tidak kurang juga ramai yang merujuk peristiwa seperti hujan lebat yang mengakibatkan banjir di kala musim tengkujuh di pantai timur mempunyai kaitan dengan perubahan iklim dunia. Ternyata sangkaan ini adalah silap. Monsun timur laut ialah iklim normal bagi kawasan pantai timur di antara November hingga Januari setiap tahun. Biarpun ia membawa fenomena hujan lebat yang sering mengakibatkan banjir, tetapi ia merupakan iklim normal. Namun di sebalik kenormalan itu, impak perubahan iklim boleh dialami terutama apabila sesuatu itu berkait rapat dengan proses atmosfera.

Perubahan dari segi intensiti hujan, jumlah hujan dan kawasan penerimaan hujan yang direkodkan kebelakangan ini memperlihatkan sedikit perubahan. Perubahan ini selari dengan perubahan yang dialami di beberapa tempat yang lain di seluruh dunia. Beberapa laporan saintis mendapati intensiti hujan mula berubah apabila jumlah hujan yang sebelum ini sekata untuk tempoh tertentu tidak lagi berlaku. Sebagai contoh, di Terengganu sendiri, beberapa tahun kebelakangan ini hujan lebat daripada musim monsun turun agak lewat iaitu sekitar Disember, sedangkan pada bulan November cuaca masih lagi panas. Jumlah hujan ini pula tertumpu hanya pada tempoh tertentu. Hal ini merupakan salah satu daripada banyak perubahan yang dialami di seluruh dunia akibat perubahan iklim.

Buku ini cuba menjelaskan salah faham tentang fenomena perubahan iklim dunia dengan memberi penjelasan mudah dengan contoh yang sedang dialami di sekeliling kita. Dengan perkembangan isu ini yang bergerak pantas, buku ini jauh daripada lengkap. Namun, kandungan yang ada diharapkan sekurang-kurangnya boleh membina kefahaman kita.

Peluang menetap dan mengembara ke beberapa negara luar telah membuka mata penulis tentang iklim dan cuaca yang berada di sekeliling kita. Kebetulan, pengalaman itu dan bidang yang penulis tuntut seperti seirama. Pengalaman ini mengajar penulis untuk melihat pada alam. Berfikir tentang fenomena unik yang Allah jadikan. Dengan kefahaman sains dan maklumat terkini yang sentiasa berada di hujung jari, penulis terasa bertanggungjawab untuk menggunakan sumber yang ada bagi berkongsi maklumat dalam bentuk buku. Buku yang sedang anda tatap ini bukan sahaja sarat dengan maklumat, tetapi juga penulis selitkan interpretasi penulis tentang hubungan manusia, iklim, dan alam.

Minat penulis dalam perkembangan isu perubahan iklim bermula sekitar tahun 2005. Ketika itu penulis baharu melanjutkan pelajaran di University of Western Australia. Perbincangan di sekeliling tidak lari daripada isu perubahan iklim. Berita di kaca televisyen dan media massa termasuk surat khabar tidak pernah sepi daripada berbicara tentang isu besar ini. Sedikit demi sedikit keinginan penulis untuk tahu dengan lebih dalam bertambah. Penulis menambah pembacaan dan pada masa yang sama mengikuti perkembangannya di media massa dan rancangan berbentuk dokumentari.

Di Australia, perbincangan tentang isu perubahan iklim menjadi besar atas beberapa sebab. Pertama, kerana kerajaan mereka menolak untuk turut serta menandatangani Perjanjian Kyoto, dan keduanya kerana mereka sedang mengalami beberapa cuaca ekstrem yang dipercayai kesan daripada pemanasan global. Industri pertanian terjejas teruk akibat jumlah hujan yang semakin kurang dan kemarau yang semakin panjang.

Kesengsaraan petani yang terpaksa menanggung kerugian besar sering menjadi berita siaran perdana. Kegagalan sistem saluran yang semakin kering juga telah merosakkan ribuan hektar tanah yang sebelum ini subur untuk pertanian dan ternakan. Kerugian mencecah jutaan dolar, dan Australia semakin hilang pedoman.

Penulis sendiri pernah melalui musim kemarau di Perth dan melihat sendiri betapa keringnya empangan yang menakung air untuk kegunaan penduduk. Cuaca panas setinggi 46°C direkodkan sebagai suhu tertinggi bulan Disember sepanjang sejarah telah kami alami sehari selepas hari Krismas tahun 2007. Setahun sebelum itu pula, Australia dilanda taufan yang paling buruk di sebuah kota di utara Brisbane. Peluang berada di negara seperti Australia, telah mengajar penulis tentang “keganasan” iklim yang mampu menimpa manusia. Pengalaman ini sedikit sebanyak membuka mata penulis terhadap fenomena yang sedang menimpa dunia. Tidak hairanlah mereka tidak henti berbicara persoalan iklim.

Namun berbeza ceritanya di Malaysia, kita jarang mengalami kesukaran akibat iklim. Jika ada, kebiasaannya kejadian banjir yang sudah menjadi seperti lumrah kepada penduduk pantai timur dan utara sebaik tiba musim monsun. Akibatnya, kita jarang mempedulikan apa yang terjadi di dunia luar. Biarpun kita peka dengan berita yang disiarkan, namun ia tidak sampai kepada peringkat membawa kesedaran. Tidak dinafikan sebahagian kita barangkali bersimpati dengan kejadian yang menimpa negara luar, bantuan juga tidak lupa dihulurkan dari segi kewangan apabila bencana melanda negara jiran. Tetapi tanggungjawab kita lebih daripada itu. Memahami masalah sebenar di sebalik isu pemanasan global akan membuka fikiran kita tentang kesilapan yang telah dilakukan terhadap dunia selama ini dan bagaimana kita boleh menebusnya.

Buku ini akan cuba mengisi kotak fikiran kita dengan maklumat berkaitan isu perubahan iklim, pemanasan global, dan kesan gas rumah hijau. Ketiga-tiga terma ini membawa maksud yang berbeza, tetapi semuanya penting untuk difahami. Saintis bersetuju bahawa iklim dunia sekarang ini sudah banyak berubah. Perubahan ini berbeza dari satu kawasan

dengan kawasan yang lain. Namun, semuanya berlaku akibat pemanasan global. Suhu bumi yang semakin panas dipercayai sebagai punca kepada berubahnya iklim. Sifat iklim yang sensitif terhadap perubahan suhu dunia ini telah mengakibatkan banyak bentuk kecelaruan cuaca di seluruh dunia berlaku. Pemanasan global pula berlaku akibat kesan gas rumah hijau yang semakin menebal di atmosfera. Gas ini tidak lain adalah hasil daripada tangan-tangan manusia.

Gas karbon dioksida ialah persoalan utama yang akan menjadi tumpuan. Biarpun banyak lagi gas lain yang bersifat sebagai gas rumah hijau, namun hubungan gas karbon dioksida dengan manusia yang sudah lama serasi menjadikannya gas rumah hijau terbesar berada di atmosfera. Minyak mentah, arang batu, dan gas asli merupakan antara bahan utama yang menyumbang kepada pembebasan gas karbon dioksida. Setiap inci kehidupan kita bergantung pada bahan ini. Sumber elektrik, kenderaan, dan bahan yang terhasil daripada kilang, hampir semuanya memberi kesan kepada atmosfera. Jalan penyelesaian terbaik adalah dengan mengurangkan emisi gas karbon dioksida.

Sejauh mana pun kita pergi, sedalam mana pun kita gali, persoalan ini akan kembali kepada manusia. Kesan kerosakan yang berada di atmosfera adalah hasil tangan manusia. Kerakusan manusia terhadap sumber berasaskan gas karbon dioksida ini ialah kunci kepada persoalan ini. Cara kita mengawalinya pada masa akan datang akan menentukan hala tuju sebenar isu ini. Oleh sebab itulah perjanjian seperti Perjanjian Kyoto diwujudkan dan salah satu daripada usahanya adalah bagi mengawal pengeluaran karbon dioksida.

Pada Disember 2009, pemimpin dunia di bawah PBB berkumpul bagi membincangkan langkah penyelesaian terhadap isu iklim ini. Bandar Copenhagen yang menjadi tuan rumah kepada persidangan itu telah menjadi saksi kepada keputusan yang mereka sama-sama usahakan bagi memastikan keselamatan bumi yang semakin tenat ini. Masa yang tinggal semakin suntuk. Seluruh dunia harus bertindak menjadi agen kepada pemulihan alam ini. Biarpun ia telah berlangsung tetapi sehingga

kini tiada sebarang keputusan kukuh yang dapat dicapai. Kebarangkalian untuk Copenhagen juga gagal seperti gagalnya Kyoto adalah tinggi. Jika ini berlaku, kita akan dikenang sebagai generasi yang tahu kemusnahan bakal berlaku tetapi gagal berusaha untuk melakukan sesuatu.

Salah satu cabaran terbesar dalam menghadapi isu perubahan iklim ini ialah pemahaman masyarakat. Apa yang kita perlukan sekarang ialah maklumat yang tepat dan tindakan yang cepat. Buku ini merupakan kombinasi maklumat yang telah diusahakan oleh ribuan saintis sejak hampir 50 tahun yang lalu, bagi memahami apa yang dimaksudkan dengan perubahan iklim dan bagaimana kita berhadapan dengannya.

Bagi mencapai matlamat itu, buku ini telah disusun sebaik mungkin supaya proses membina kefahaman itu dilakukan dalam bentuk yang konstruktif. Bahagian awal buku ini akan menjawab persoalan asas dengan hujah sains tentang bagaimana masalah ini boleh bermula. Kemudian pembaca akan dibawa untuk membongkarkan tentang apa yang sedang berlaku pada bumi sekarang. Maklumat yang dibawa akan memberi fakta-fakta yang mungkin mengejutkan pembaca tentang bahaya yang sedang kita alami. Bahagian akhir akan membawa kita memahami tentang manusia, iaitu makhluk yang sedang berada di dalam “rumah hijau” ini. Ke manakah hala tuju bumi ini akan mereka bawa?

Isu ini telah lama berada di ruang perbincangan, bahan-bahan rujukan, dan maklumat tentangnya terlalu mudah untuk diperolehi. Tetapi, maklumat berkaitannya dalam bahasa Melayu amat sukar untuk diperolehi dan boleh dikatakan terhad. Sumber Internet juga kebanyakannya dalam bahasa Inggeris. Diharapkan buku ini dapat mengisi kekosongan yang ada dan pada masa yang sama meningkatkan kepekaan kita terhadap isu iklim yang kian meruncing. Semoga maklumat yang dikongsi ini akan menjadi manfaat pada mereka yang membaca dan memahaminya.

**Mohd Fadzil Akhir**

Universiti Malaysia Terengganu  
Terengganu



# PENGHARGAAN

**Segala** puji itu milik Allah dan selawat serta salam buat kekasih-Nya, junjungan besar Nabi Muhammad SAW. Tanpa izin-Nya tangan tidak berdaya, tinta tidak berdakwat dan idea tidak bercambah. Atas limpah kasih-Nya, buku ini bermula. Setiap idea yang lahir dalam penulisan ini datangnya daripada proses yang panjang. Proses itu adalah kehidupan yang dilalui dengan pelbagai peranan, iaitu sebagai seorang pelajar, pensyarah, rakan, jiran, anak, suami, bapa dan ketua. Sesiapa sahaja yang berada secara langsung mahupun tidak di sepanjang proses itu berlangsung sebenarnya telah menyumbang kepada penulisan ini.

Sebaik sahaja idea penulisan ini hadir, beberapa bulan selepas itu, pihak Penerbit Universiti Malaysia Terengganu (UMT) telah menganjurkan bengkel penulisan yang banyak mengajar saya kemahiran menulis sesebuah buku. Atas usaha itu, saya mengucapkan setinggi penghargaan kepada Prof. Madya Dr. Noraein Mansor, Mantan Ketua Penerbit UMT. Dalam bengkel itu saya telah dipertemukan dengan dua orang Ketua Editor Dewan Bahasa dan Pustaka (DBP) iaitu Encik Jamaluddin Mohd. Sulong dan Puan Padilah Ali yang telah mendorong saya untuk menyiapkan idea yang pada ketika itu masih lagi di awang-awangan. Editor DBP, Puan Asiah Salleh dan Puan Salona Salleh juga telah banyak membantu dalam urusan penulisan hinggalah penerbitan.

Setinggi-tinggi terima kasih saya rakamkan kepada Prof. Dato' Dr. Aziz bin Deraman, mantan Naib Canselor UMT, yang telah menggalakkan dan memberi sokongan yang padu terhadap bidang penulisan di universiti. Tidak lupa juga ucapan terima

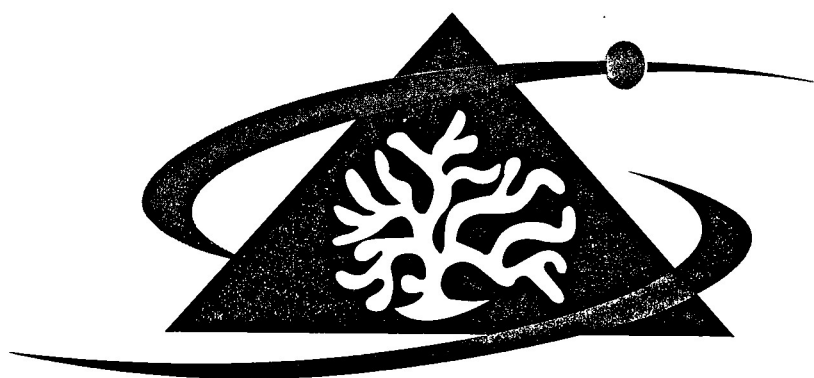
kasih kepada Prof. Madya Dato' Shahrudin bin Abdul Hamid, Dekan Fakulti Pengajian Maritim dan Sains Marin (FMMSM). Peranan beliau sebagai ketua yang cukup mengambil berat banyak mendorong saya dalam penulisan ini.

Kebanyakan masa yang digunakan bagi penulisan ini adalah milik isteriku, Azza Jauhar yang merupakan seorang ibu penyayang dan tegas terhadap anak-anak, maka lahir keselesaan untuk berkarya di rumah. Kadangkala terdengar hilai tawa mereka dari kejauhan, juga tangis dan sendu anak-anak semasa berada di depan komputer untuk menyiapkan buku ini. Setiap pengorbanan itu pasti ada ganjarannya, hanya Allah paling layak untuk membalasnya.

**Mohd Fadzil Akhir**  
Universiti Malaysia Terengganu  
Terengganu



# **PENGHARGAAN KHAS**



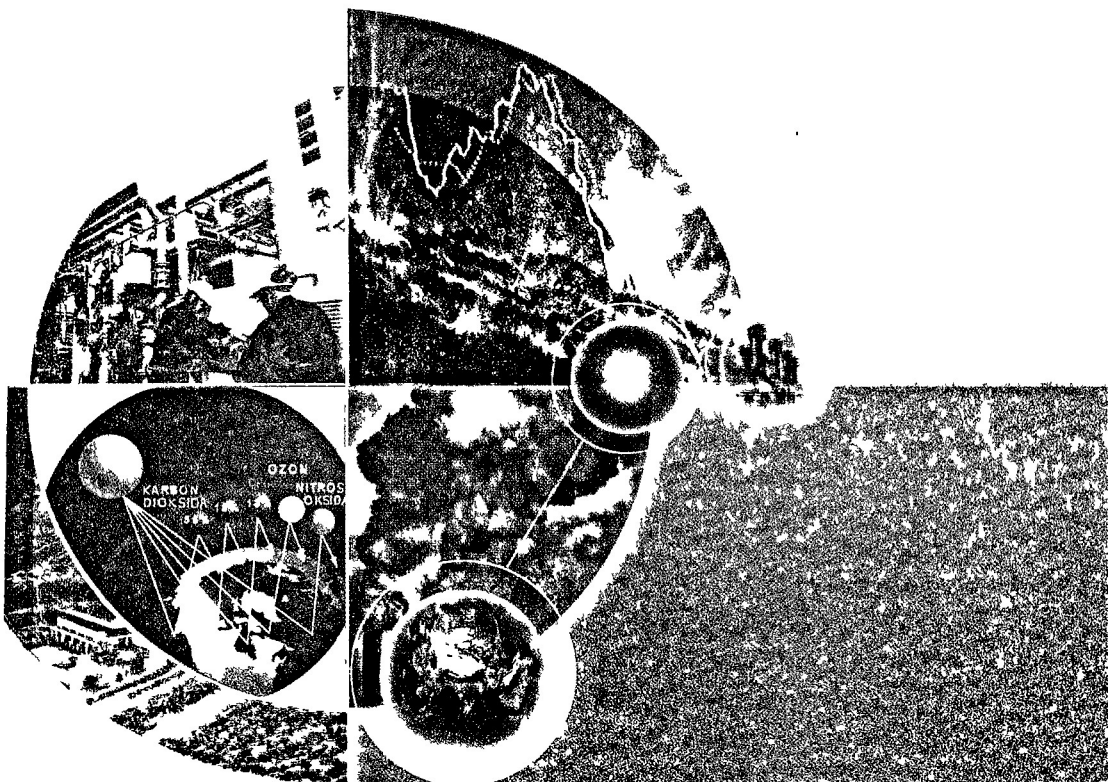
**UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU**

Universiti Malaysia Terengganu  
21030, Kuala Terengganu  
Terengganu



# Bahagian I

BAGAIMANAKAH SEMUANYA  
BERMULA?



- **Atmosfera Sebagai Selimut Bumi**
- **Masalah Rumah Hijau**
- **Kisah Silam Bumi**
- **Enjin Iklim**
- **Penggali Emas Hitam**



# ATMOSFERA SEBAGAI SELIMUT BUMI

# 1

**Awal** pagi ini hujan masih tidak berhenti. Biarpun ia adalah saki-baki hujan malam tadi, awan mendung masih tebal dan tiada tanda-tanda hujan akan berhenti dalam masa terdekat. Air di depan rumah sudah mula naik mencecah buku lali. Penulis dan keluarga baru tiga bulan berpindah ke Terengganu. Kata orang sini, tempat ini jarang naik air. Tetapi tahun ini lain pula jadinya. Kebelakangan ini pelbagai kejadian berlaku tanpa dijangka. Bumi Australia yang baru sahaja kami tinggalkan telah dilanda kebakaran hutan yang paling teruk dalam sejarah negara itu. Hati mula berkata; atmosfera “mengamuk” lagi.

Fenomena pelik dan ekstrem yang giat melanda bumi kebelakangan ini bukanlah sesuatu yang baharu. Tetapi, kadar kejadian yang semakin kerap dan impak yang semakin meningkat bagi setiap bencana itu menjadi kerunsingan orang ramai. Banyak pendapat yang mengatakan semuanya disebabkan perubahan iklim atau pemanasan global, dan tidak kurang juga yang menyebutnya sebagai kesan rumah hijau. Ketiga-tiga terma ini sering mendapat interpretasi yang kurang tepat dan penggunaannya juga sering kali diambil luar daripada konteks. Kesilapan ini sering kali ditemui dalam pembentangan pelajar mahupun saintis tempatan. Semuanya terjadi kerana punca persoalan ini tidak difahami dengan jelas. Punca yang cuba dibongkar bukan berada di dalam bumi tetapi di atas bumi, iaitu atmosfera.

Atmosfera yang sering kita kenal ialah lapisan bumi yang mengandungi gas-gas yang melengkapkan keperluan makhluk di bumi. Walaupun planet lain juga mempunyai lapisan atmosfera yang tersendiri, komposisi gas di bumi adalah antara penyebab

utama wujudnya hidupan. Barangkali kerana ia tiada wajah, tiada bau, dan tidak berwarna, maka kewujudan atmosfera sering diabaikan. Ia memiliki “watak” yang lebih pelbagai, peranannya kepada makhluk di bumi lebih banyak, bukan sekadar menyediakan oksigen untuk kita sedut.

Seandainya kita lihat pada sudut yang ekstrem, bumi tanpa atmosfera ialah padang jarak padang tekukur. Tiada laut untuk direnangi dan tiada bunyi untuk didengari. Tiada awan berarak dan tiada juga mega merah menandakan waktu senja. Kebiruan langit tidak lagi dapat dinikmati. Di tengah malam kesejukan bumi akan menggigit tulang, manakala pada waktu siangnya kepanasan di sekeliling akan membakar kulit.

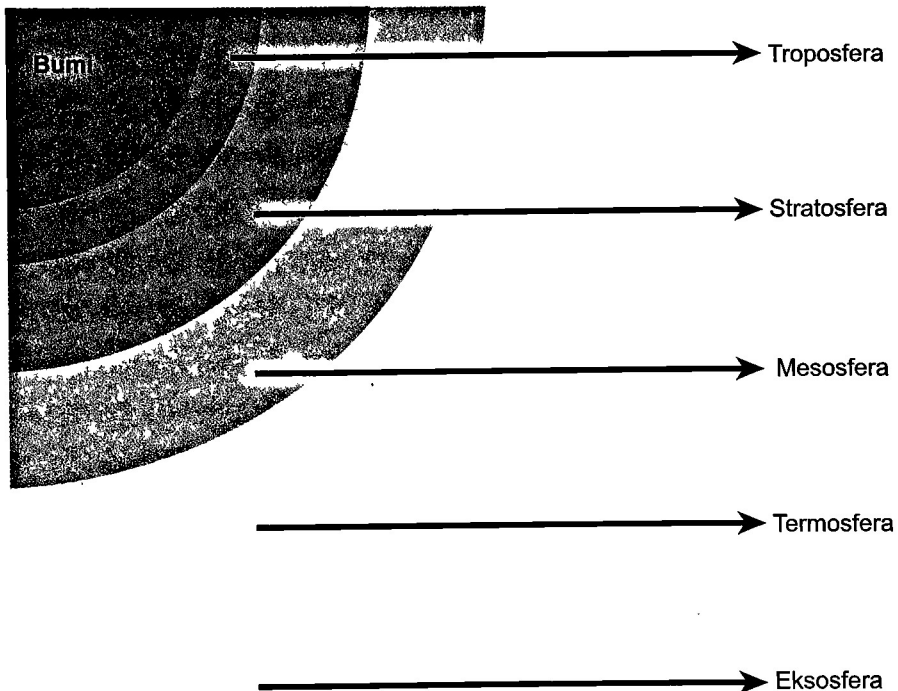
Atmosfera ialah satu pakej berharga yang dimiliki bumi. Peranan yang dimainkannya terlalu berharga. Kadangkala, manusia leka dan terabai daripada tanggungjawab menjaganya. Ia tidak bersikap kaku, malah ia boleh berubah dari semasa ke semasa, bergantung pada keadaan yang berlaku di bumi. Atmosfera pernah berubah sebelum ini, dan tidak mustahil ia boleh berubah pada masa akan datang. Kini, bumi telah mula mengalami sedikit sebanyak perubahan pada atmosfera.

## **LAPISAN ATMOSFERA**

Atmosfera secara saintifik dapat dibahagikan kepada empat lapisan. Ketebalan atmosfera secara kasar ialah sekitar 120 kilometer (km), tetapi secara relatifnya jika ingin digambarkan ketebalannya berbanding saiz bumi, ia tidak ubah seperti sebiji belon. Udara di dalam belon ibarat bumi, manakala lapisan belon itu ialah atmosfera. Lapisan yang paling hampir dengan bumi dinamakan troposfera. Lapisan ini hanya setebal 12 km dari bumi, dan hanya pada lapisan ini hidupan di bumi boleh hidup. Namun ia bergantung pada ketinggian, semakin tinggi kita dari bumi, semakin kurang oksigen yang dapat kita sedut. Situasi ini boleh kita lihat contoh daripada pendaki gunung seperti di Gunung Everest. Mereka terpaksa menggunakan alat bantuan pernafasan apabila mendaki gunung yang tinggi.

Di bahagian atas troposfera pula terdapat satu lagi lapisan yang cukup penting buat manusia iaitu lapisan ozon. Lapisan ini berperanan besar dalam menapis tenaga matahari. Lapisan ozon bertindak sebagai kaca mata hitam pada bumi bagi menapis ultraviolet sampai kepada permukaan bumi. Keunikannya tidak berakhir di situ; kandungan gas ozon di atmosfera hanya 0.00001 peratus (10 molekul bagi setiap 1000 000 molekul). Jumlah itu terlalu kecil dan sepatutnya boleh diabaikan sahaja. Tetapi tanpa jumlah yang sekecil itu, cahaya matahari yang menembusi bumi boleh menyebabkan buta, kulit dijangkiti barah, dan seribu satu masalah yang lain.

Seiring dengan itu, tidak kurang penting pula ialah gas rumah hijau yang didominasi oleh karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Gas rumah hijau memainkan peranan besar dalam melindungi hidupan di bumi. Kehadirannya di ruang atmosfera hanya mengisi kira-kira 0.003 peratus (%) atau 300 ppm sahaja, tetapi cukup penting



Lapisan atmosfera.

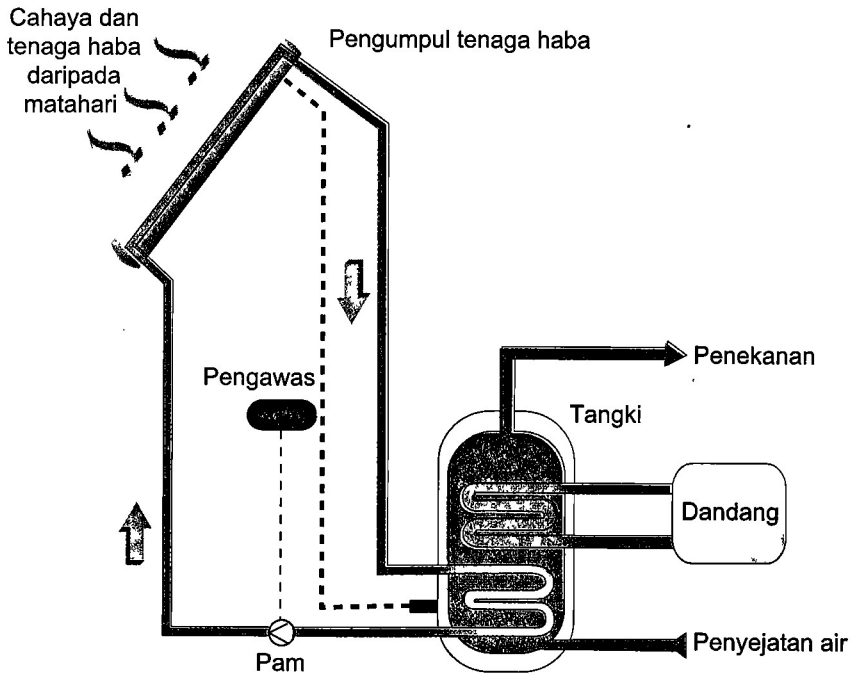
untuk mengawal suhu bumi daripada menjadi terlalu sejuk atau terlalu panas. Atas faktor itulah suhu purata bumi kekal sekitar  $15^{\circ}\text{C}$ . Ozon dan karbon dioksida sering dirujuk dengan unit ppm. Pendekatan ini digunakan dalam sains bagi mengelakkan kesukaran menyatakannya dalam bentuk peratusan. Maka di sini, 1 ppm bersamaan dengan 0.00001%.

Sememangnya atmosfera ialah suatu jasad yang cukup besar. Setiap kali mendongak ke langit, kita akan sedar betapa besarnya atmosfera ini. Barangkali kita mula terfikir, mampukah kita mengubah sifat atmosfera ini? Sudah pasti jasad sebesar ini cukup stabil dan tidak mudah dirosakkan oleh manusia yang kerdil ini. Kembali kepada contoh sebiji belon. Jika tebal atmosfera hanya senipis kulit belon itu, bagaimana pula “rupa” gas karbon dioksida dalam perbandingan tadi? Apakah pula “rupa” lapisan ozon? Mengikut kiraan, jika lapisan ozon dibawa ke permukaan bumi, tebalnya ialah sekitar 0.4 sentimeter (cm) sahaja.

## **MATAHARI DAN TENAGA HABA**

Perkaitan antara atmosfera dengan matahari ialah inti pati utama apabila membincangkan manfaat atmosfera pada bumi. Kita memperoleh cahaya dan tenaga haba daripada matahari, dan atmosfera ialah entiti yang bertanggungjawab menapis cahaya matahari yang membawa tenaga habanya ke bumi. Hubungan bumi, atmosfera, dan matahari merupakan proses yang cukup kompleks dan unik. Hasilnya, bumi memperoleh suhu yang cukup sesuai dan selesa untuk manusia, haiwan, tumbuh-tumbuhan, dan hidupan.

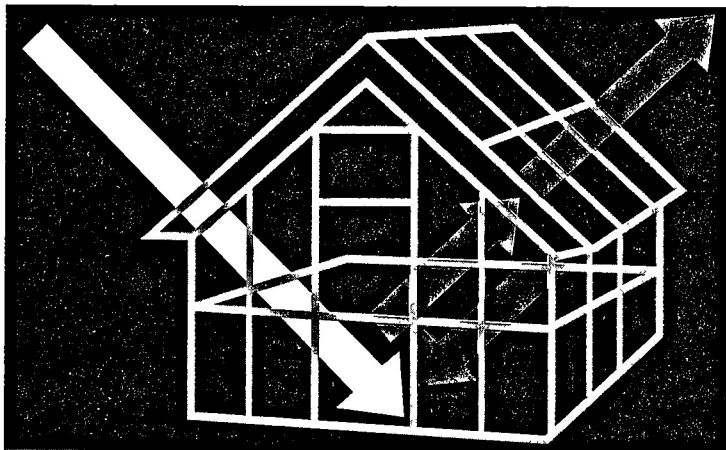
Cahaya matahari bergerak dalam bentuk gelombang. Secara asasnya gelombang ini memiliki sifat magnetik dan elektrik. Ia disebut sebagai gelombang elektromagnetik. Dalam lapisan vakum, cahaya boleh bergerak pada kelajuan 300 000 km/s. Inilah yang dikatakan kelajuan cahaya. Apabila berbicara tentang gelombang pula, gelombang terbahagi kepada dua iaitu gelombang panjang dan gelombang pendek. Gelombang matahari memancarkan kedua-dua gelombang ini. Ia memiliki



■ Matahari dan tenaga haba.

spektrum gelombang yang cukup lebar. Kita hanya menerima sebahagian sahaja daripada gelombang tersebut yang dikenal sebagai “cahaya boleh lihat”. Kebanyakan gelombang matahari yang menembusi atmosfera ialah gelombang panjang. Sama ada sedar atau tidak, anda sekarang ini dikelilingi gelombang “cahaya boleh lihat” yang membolehkan anda membaca buku ini dengan jelas. Gelombang pendek adalah berbahaya kerana ia memiliki suhu tinggi. Ia selalunya akan tersekat di atmosfera, kerana gas rumah hijau yang berperanan seperti dinding batu dalam menepis gelombang yang cukup bahaya daripada sampai ke bumi. Contoh gelombang pendek yang berbahaya ialah cahaya ultraviolet. Oleh sebab itu, ozon memainkan peranan menyerap cahaya tersebut daripada sampai ke bumi, namun sebahagiannya tetap tembus dalam kadar yang kecil dan terlepas daripada atmosfera. Oleh sebab itu, anda dinasihatkan memakai krim pelindung matahari pada kulit jika berada di luar panas terik untuk mengurangkan kemungkinan mendapat penyakit kanser kulit.

Satu perkara lagi yang penting untuk difahami ialah peranan bumi sebagai pemancar haba. Cahaya matahari yang menembusi atmosfera sampai ke bumi dengan membawa tenaga haba. Sebelum sampai ke bumi, cahaya tersebut melalui tapisan di bahagian atmosfera. Pelbagai jenis gas rumah hijau memainkan peranan masing-masing dalam membuat tapisan ini. Selain itu, awan memantulkan semula cahaya matahari, begitu juga kawasan yang dilitupi salji, keputihannya bertindak sebagai pemantul. Daripada tapisan tersebut hanya sekitar 35% sahaja cahaya yang tembus dan permukaan bumi merupakan pemerangkap haba yang baik. Namun, ia juga bersifat memancar. Haba sentiasa diserap oleh bumi, namun pada masa yang sama bumi juga sentiasa memancarkan semula haba kepada atmosfera. Di sinilah para saintis mula melihat keistimewaan gas rumah hijau; haba yang dipancar semula diperangkap oleh gas-gas ini, dan menyebabkan bumi tidak hilang terlalu banyak haba yang boleh menyebabkan cuaca menjadi terlalu sejuk.



Tenaga dari matahari menembusi masuk ke dalam rumah hijau dan memanaskan tanah.

➡ Sebahagian tenaga inframerah dari tanah menembusi kaca dan terbabas ke luar, dan sebahagian terperangkap di dalam rumah hijau.

➡ Aliran gas rumah hijau.

Kita sudah semakin jelas tentang peranan gas rumah hijau. Namun, bagaimanakah gas-gas ini memainkan peranan besar dalam mengawal suhu bumi? Para pengkaji angkasa telah lama berusaha untuk menemui planet yang sesuai didiami hidupan, tetapi sehingga kini gagal. Planet yang sesuai didiami oleh hidupan ialah planet yang memiliki ciri-ciri atmosfera yang hampir sama dengan bumi. Contohnya, planet Venus. Atmosferanya diliputi oleh 98% karbon dioksida dan suhu permukaannya pula mencecah 477°C. Mujurlah jumlah karbon dioksida di bumi adalah cukup kecil. Cuba bayangkan jika jumlah karbon dioksida ialah satu peratus daripada keseluruhan atmosfera, lautan boleh menggelelak.

Sebenarnya dalam kehidupan harian, kita melalui proses-proses pemanasan dan penyejukan atmosfera, tetapi dalam skala yang agak kecil. Namun bagi cuaca di Malaysia, perubahan yang dilalui kadangkala agak kecil untuk dirasai. Kita dipengaruhi oleh kadar kelembapan yang tinggi. Namun begitu, cuba anda keluar pada waktu malam dan lihat langit, dan cuba bandingkan antara hari yang malamnya diselimuti awan dan hari yang langitnya cerah dengan sinaran bintang-bintang. Anda pasti dapat merasakan perbezaan suhu antara dua hari tersebut. Contohnya, di kawasan gurun. Kandungan wap air yang kurang menyebabkan kadar haba menembusi atmosfera di kawasan ini lebih tinggi dan menjadikannya begitu panas pada waktu siang. Manakala pada waktu malam pula, tenaga haba yang dipancarkan semula oleh bumi kebanyakannya menuju ke langit kerana kurang wap air yang berperanan sebagai gas rumah hijau untuk memerangkap haba daripada terus hilang ke langit.

Pemanasan dan penyejukan yang terhasil daripada interaksi matahari, atmosfera dan bumi ini menghasilkan pula tindak balas selanjutnya yang berperanan menjadikan bumi lebih bertenaga dengan pelbagai variasi cuaca. Melalui penyejukan dan pemanasan, terhasilnya angin dalam pelbagai bentuk; bayu laut, ribut taufan mahupun puting beliung. Apabila bertiupnya angin, maka berterbangan debunga untuk menyempurnakan pendebungaan dan menyeimbangkan ekosistem tumbuhan

# PEMANASAN GLOBAL

Fenomena yang Sedang Mengancam Bumi



Kebelakangan ini cuaca dunia semakin tidak menentu. Kemarau, banjir, taufan dan pelbagai fenomena yang melanda alam kerap menarik perhatian. Tidak terkecuali di Malaysia, cuaca panas yang dirasakan lebih daripada biasa. Kulit terasa perit dicucuk panas mentari, dan peluh tidak berhenti mencurah, tetapi pada masa lain tiba-tiba hujan mencurah dan banjir melanda. Ramai yang berkata, inilah akibat pemanasan global. Adakah kesimpulan yang dibuat itu benar? Jika benar, mengapa ia berlaku? Dan bagaimana pula untuk mengatasinya?

Buku ini cuba menjawab persoalan tersebut dengan membawa pembaca menerokai dan memahami pokok permasalahan sehingga akibat yang sedang manusia alami sekarang ini. Semoga buku ini memberi kesedaran dan mengubah persepsi terhadap isu pemanasan global.



Mohd Fadzil Akhir, anak jati Kuala Lumpur ini mendapat pendidikan awal di Sekolah Rendah Kebangsaan Taman Melawati dan Sekolah Teknik Klang. Kemudian, menyambung pelajaran di peringkat diploma di UTM dan kemudian memperoleh Ijazah Kejuruteraan Awam dari Heriot-Watt University, United Kingdom. Pada tahun 2009, beliau telah berjaya menamatkan pengajian di peringkat doktor falsafah dalam bidang Oseanografi di University of Western, Australia. Kini, penulis muda ini berkhidmat sebagai pensyarah di Universiti Malaysia Terengganu. Antara subjek yang dikendalikan beliau ialah Oseanografi Fizik, Meteorologi dan Sains Alam Sekitar.

ISBN 978-983-46-0828-6

03000



9 789834 608286



PERDANA  
LEADERSHIP  
FOUNDATION  
YAYASAN  
KEPIMPINAN  
PERDANA