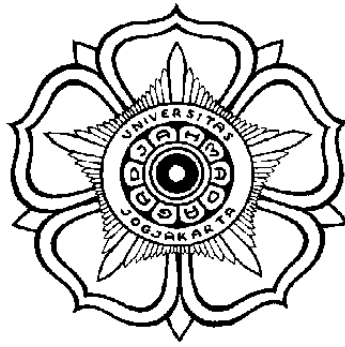


# MODUL

# HIDROMETEOROLOGI

Dasar-dasar, Analisis dan Aplikasi



DEPARTEMEN KONSERVASI SUMBERDAYA HUTAN  
FAKULTAS KEHUTANAN UGM  
UNIVERSITAS GADJAH MADA

2020

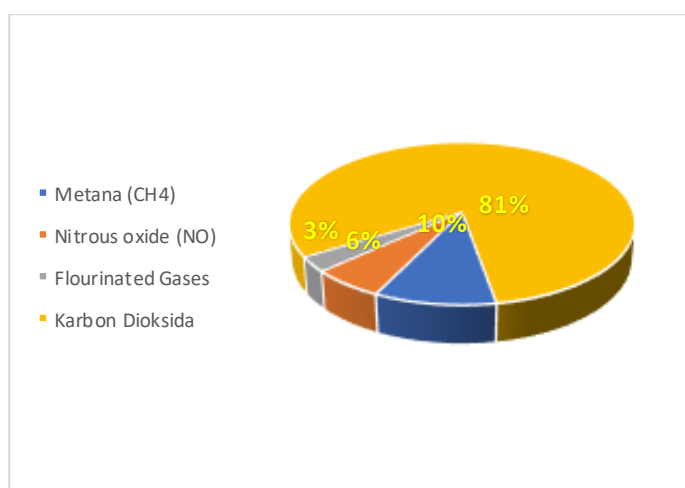
## BAB IV

### EFEK RUMAH KACA DAN DAMPAK PERUBAHAN IKLIM

#### 4.1 Proses Efek Rumah Kaca

Efek rumah kaca adalah fenomena menghangatnya bumi karena radiasi sinar matahari dari permukaan bumi, yang kemudian dipantulkan kembali ke angkasa dan terperangkap oleh “selimut” dari gas rumah kaca. Disebut sebagai efek rumah kaca, karena peristiwanya mirip dengan yang terjadi di dalam rumah kaca yang biasa digunakan untuk kegiatan pertanian dan perkebunan untuk menghangatkan tanaman di dalamnya. Panas yang masuk ke dalam rumah kaca tidak dapat menembus keluar kaca, sehingga menghangatkan seisi rumah kaca tersebut.

Gas rumah kaca (GRK) adalah gas-gas di atmosfer yang dihasilkan baik secara alamiah maupun dari hasil berbagai kegiatan manusia. Gas ini mempunyai kemampuan untuk menyerap radiasi matahari di atmosfer sehingga menyebabkan suhu di permukaan bumi menjadi lebih hangat. Gas rumah kaca yang dimaksud seperti CO<sub>2</sub> (Karbon dioksida), CH<sub>4</sub> (Metana) dan N<sub>2</sub>O (Nitrous Oksida), HFCs (Hydrofluorocarbons), PFCs (Perfluorocarbons) and SF<sub>6</sub> (Sulphur hexafluoride) di atmosfer.

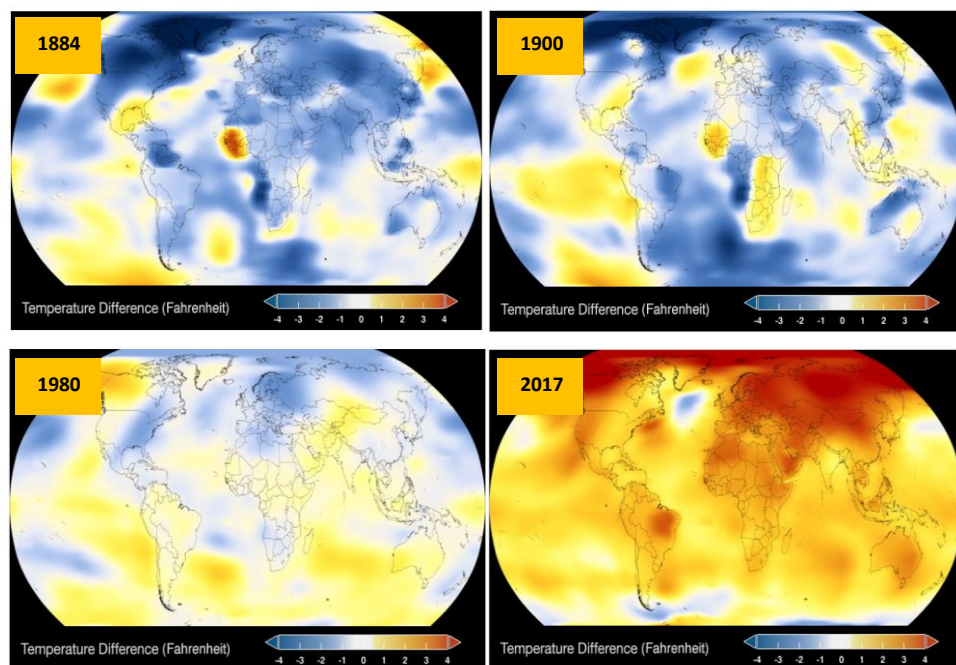


Gambar 4.1. Gas Rumah Kaca Penyebab Pemanasan Global

Sumber : <http://ditjenppi.menlhk.go.id/>

Sebagian besar yang menyebabkan terjadi perubahan komposisi GRK di atmosfer adalah gas-gas buang yang teremisikan keangkasa sebagai “hasil sampingan” dari aktifitas manusia. Dimulai sejak manusia menemukan teknologi industri pada abad 18, banyak menggunakan bahan bakar primer seperti minyak bumi, gas maupun

batubara untuk menghasilkan energi yang diperlukan. Aktivitas-aktivitas yang menghasilkan GRK diantaranya dari kegiatan perindustrian, penyediaan energi listrik, transportasi dan hal lain yang bersifat membakar suatu bahan. Sedangkan dari peristiwa secara alam juga menghasilkan/ mengeluarkan GRK seperti dari letusan gunung berapi, rawa-rawa, kebakaran hutan, peternakan hingga kita bernafas pun mengeluarkan GRK. Selain itu aktifitas manusia dalam alih guna lahan juga mengemisikan GRK. Gas yang dimaksud seperti CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O dihasilkan terutama dari pembakaran bahan bakar fosil di sektor energi, transportasi dan industri. Sementara gas seperti HFCs, PFCs dan SF<sub>6</sub> yang dihasilkan terutama dari industri pendingin (freon) dan penggunaan aerosol hanya menyumbang kurang dari 1% total emisi GRK. Walaupun hanya 1% tetapi gas-gas tersebut punya potensi pemanasan yang jauh lebih tinggi dibanding gas CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, karena pada akhirnya jumlah yang diemisikan pun tidak berbeda dengan gas CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

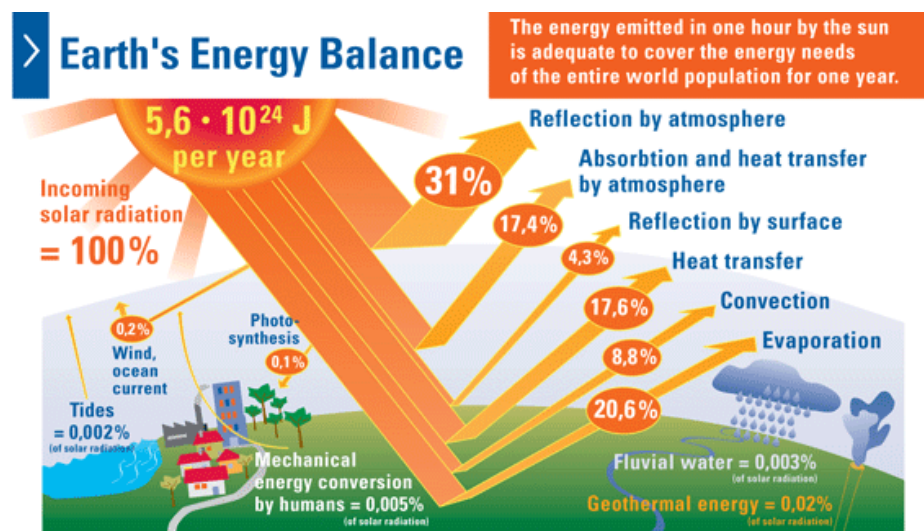


Gambar 4.2. Peningkatan suhu bumi dari tahun 1884 - 2017

Sumber : <https://climate.nasa.gov>

Peristiwa efek rumah kaca menyebabkan bumi menjadi hangat dan layak untuk ditempati manusia. Jika tidak ada ERK, maka suhu permukaan bumi akan 33<sup>0</sup> lebih dingin dibanding suhu saat ini. Namun berbagai aktivitas manusia, terutama proses industri dan transportasi menyebabkan GRK yang diemisikan ke atmosfer dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Semakin banyak jumlah gas rumah kaca yang

berada di atmosfer, maka semakin banyak pula panas matahari yang terperangkap di permukaan bumi, akibatnya suhu rata-rata di seluruh permukaan bumi menjadi meningkat dan semakin panas. Dengan perkataan lain, efek rumah kaca menyebabkan terjadinya pemanasan global. Pemanasan global menyebabkan terjadinya perubahan seperti meningkatnya suhu air laut, sehingga penguapan di udara pun meningkat, serta berubahnya pola curah hujan dan tekanan udara. Adanya perubahan ini menyebabkan terjadinya perubahan iklim.



Gambar 4.3. Radiasi matahari ke bumi

Apabila efek rumah kaca tidak segera ditangani, maka pada tahun 2100 diprediksikan temperatur atmosfer akan meningkat 1,5-4,5°C dan akan mempercepat pemanasan global dan memicu peningkatan dampak perubahan iklim. Secara sederhana, keterkaitan antara efek rumah kaca, pemanasan global dan perubahan iklim dijelaskan sebagai berikut. Sinar matahari yang tidak terserap permukaan bumi akan dipantulkan kembali dari permukaan bumi ke angkasa. Terdapat sinar tampak yang disebut gelombang pendek, setelah dipantulkan kembali berubah menjadi gelombang panjang yang berupa energi panas (sinar inframerah) yang kita rasakan. Namun, Sebagian dari energi panas tersebut tidak dapat menembus kembali atau lolos ke luar angkasa, karena lapisan gas-gas atmosfer sudah terganggu komposisinya (komposisi berlebihan). Akibatnya energi panas yang seharusnya lepas ke angkasa (stratosfer) menjadi terpancar kembali ke permukaan bumi (troposfer) atau adanya energi panas tambahan kembali lagi ke bumi dalam kurun waktu yang cukup lama, sehingga lebih dari kondisi normal. Inilah yang disebut efek rumah kaca berlebihan karena komposisi

lapisan gas rumah kaca di atmosfer terganggu. Selanjutnya, adanya kelebihan komposisi GRK tersebut memicu naiknya suhu rata-rata dipermukaan bumi yang memicu terjadinya pemanasan global. Karena suhu adalah salah satu parameter dari iklim, dengan begitu berpengaruh pada iklim di bumi dan terjadilah perubahan iklim secara global.

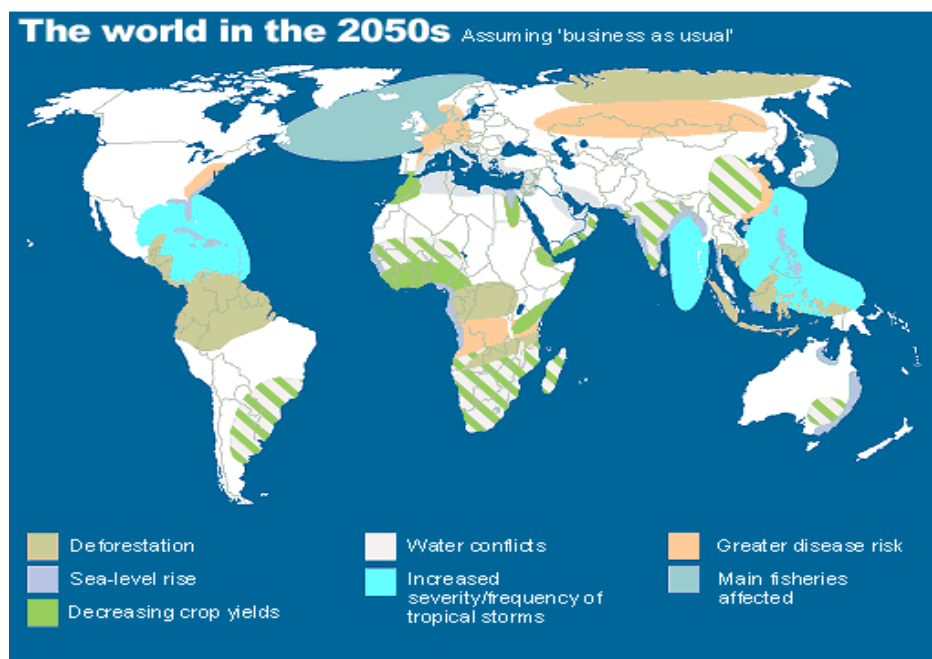
#### **4.2 Dampak Perubahan Iklim**

Sebagaimana dilaporkan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) atau Panel yang berisi para ahli dunia, menyatakan iklim bumi telah berubah yang disampaikan secara resmi pada KTT bumi di tahun 1992 di Rio de Janeiro Brasil, hingga diadopsinya Konvensi Perubahan Iklim Bangsa-bangsa (*United Nations Framework Convention on Climate Change-UNFCCC*), dan Indonesia telah meratifikasi konvensi tersebut melalui Undang-undang Nomer 6 Tahun 1994. Perubahan iklim adalah perubahan suhu, tekanan udara, angin curah hujan dan kelembaban sebagai akibat dari pemanasan global. Perubahan iklim juga dapat didefinisikan sebagai perubahan rata-rata kondisi parameter iklim dalam rentang waktu pengamatan minimal 30 tahun. Singkat kata, perubahan iklim terjadi karena adanya pemanasan global dimana suhu rata-rata di seluruh permukaan bumi meningkat sehingga menyebabkan terjadinya perubahan pada unsur-unsut iklim lainnya. Sebagai contohnya, adanya kenaikan suhu air laut, penguapan di udara, serta berubahnya pola curah hujan dan tekanan udara yang pada akhirnya merubah pola iklim dunia. Sering kali efek rumah kaca, pemanasan global dan perubahan iklim disama artikan padahal mempunyai arti yang berbeda. Efek rumah kaca adalah penyebab, sementara pemanasan global dan perubahan iklim adalah akibat.

Perubahan iklim menjadi sebuah fenomena global karena penyebabnya bersifat global, karena disebabkan oleh aktivitas manusia di seluruh dunia. Selain itu, dampaknya juga bersifat global karena dirasakan oleh seluruh makhluk hidup di berbagai belahan dunia. Perubahan iklim terjadi secara perlahan dalam jangka waktu yang cukup panjang yaitu 50-100 tahun, namun dampak yang terjadi sangat besar untuk kelangsungan makhluk hidup di dunia ini. Sebagian besar wilayah di dunia akan menjadi semakin panas, dan disisi belahan bumi lainnya akan berubah menjadi sangat dingin. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, bahwa aktivitas manusia merupakan penyebab utama perubahan iklim. Selain itu, penambahan populasi penduduk dan pesatnya pertumbuhan teknologi dan industri ternyata memberikan

kontribusi yang besar pada penambahan GRK. Setiap negara di belahan dunia ini, akan menyumbangkan porsi GRK ke atmosfer yang berbeda karena jenis aktivitas manusia yang berbeda pula. Di Indonesia, GRK yang berasal dari aktivitas manusia dapat dibedakan atas beberapa hal yaitu kerusakan hutan termasuk perubahan tata guna lahan, pemanfaatan energi fosil, pertanian dan peternakan, serta sampah.

Perubahan iklim menjadi suatu isu global yang merupakan ancaman serius dan menimbulkan dampak yang mempengaruhi kelangsungan hidup umat manusia serta makhluk hidup lainnya (Gambar 4.4.). Penanganan isu global ini perlu melibatkan seluruh pihak secara global, karena emisi GRK yang dihasilkan dari aktivitas manusia akan terus meningkat pesat jika tidak adanya upaya memperlambat proses perubahan iklim.



Gambar 4.4. Prediksi Kondisi Bumi Di Tahun 2050

Kejadian bencana yang terjadi pada waktu belakangan ini disebut-sebut memiliki relasi yang erat dengan perubahan iklim, benarkah demikian? Bergesernya kondisi iklim menyebabkan terjadinya perubahan sirkulasi udara global sehingga menyebabkan berbagai hal ikutannya. Salah satu dampak ikutan dari perubahan sirkulasi udara global yaitu perubahan distribusi spasial dan temporal hujan. Perubahan distribusi spasial hujan menyebabkan wilayah yang sebelumnya sedikit menerima hujan menjadi banyak menerima hujan, sebaliknya wilayah yang sebelumnya banyak menerima hujan menjadi lebih sedikit menerima hujan. Perubahan distribusi temporal menyebabkan perubahan waktu mulai dan berakhirnya musim.

Musim penghujan bergeser waktu, terjadi pengurangan durasi musim hujan, dan/atau musim hujan datang secara tidak terprediksi. Hal-hal tersebut dapat mendatangkan bencana yang memiliki dampak serius. Lokasi yang dulunya tidak pernah mendapatkan hujan dalam jumlah besar ketika mendapatkan hujan dalam jumlah yang besar akan terjadi tanah longsor, erosi tanah, dan banjir. Sebaliknya wilayah yang umumnya memiliki hujan yang cukup banyak, ketika tidak memperoleh hujan seperti kondisi normal akan mengalami kekeringan serta kebakaran hutan dan lahan.

Dari segi distribusi temporal, perubahan waktu terjadinya musim penghujan dan kemarau menyebabkan perubahan waktu tanam, terutama komoditas yang sangat sensitif terhadap air. Komoditas yang sensitif terhadap air dapat berupa komoditas yang membutuhkan banyak air untuk tumbuh, misalnya padi yang harus ditanam dalam kondisi tergenang air. Tumbuhan ini tidak akan tumbuh dengan baik tanpa adanya air yang mencukupi. Tetapi untuk komoditas yang sensitif terhadap air dalam artian tidak boleh memperoleh air terlalu banyak saat ditanam hingga panen misalnya tembakau, melon, semangka dan komoditas sejenis akan turun kualitasnya atau malah rusak jika terlalu banyak menerima air. Selain perubahan waktu tanam, komoditas akan rusak/terjadi gagal panen jika perubahan musim terjadi secara tidak terprediksi.

Pengurangan durasi musim hujan akan mengakibatkan peningkatan intensitas hujan. Hujan yang turun pada suatu wilayah umumnya jumlahnya hampir sama setiap tahunnya. Jika durasi turun hujan berkurang sementara jumlah yang turun sama besarnya maka hujan tersebut akan turun dalam intensitas yang tinggi pada waktu yang relatif singkat. Kondisi ini tidak menguntungkan, hujan yang jatuh dalam intensitas besar pada waktu singkat cenderung akan menyebabkan lebih banyak kerugian daripada keuntungan. Air hujan yang turun tidak akan mampu diintersepsi oleh tajuk pohon, tidak mampu diinfiltrasi oleh permukaan tanah, dan sebagian besar akan menjadi aliran permukaan. Aliran permukaan yang dalam jumlah besar memiliki daya rusak yang lebih besar. Aliran ini dapat menyebabkan terjadinya erosi, longsor, gerusan pada tebing sungai, dan banjir.

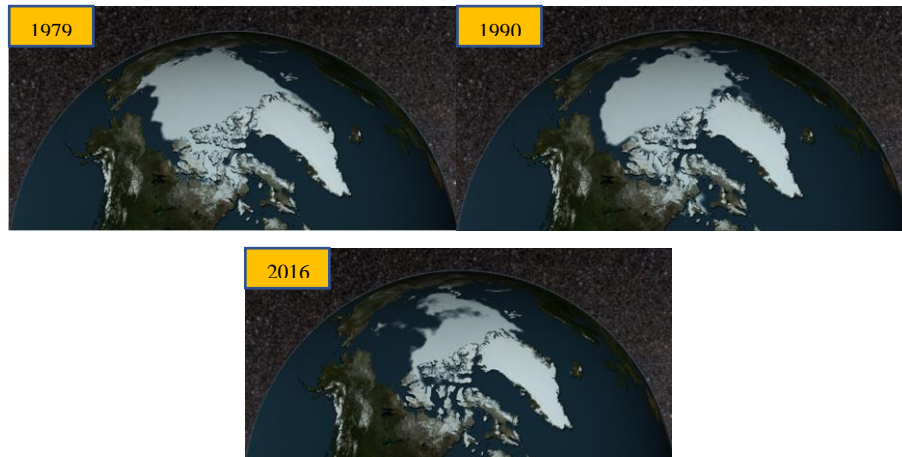
Dampak perubahan iklim lainnya dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. mencairnya es di kutub

Diketahui bahwa es yang menyelimuti permukaan bumi telah berkurang 10% sejak tahun 1960, sementara ketebalan es di kutub utara juga telah berkurang 42% dalam 40 tahun terakhir (Fred Pearce, 2001). Diperkirakan pada tahun 2100, gletser yang menyelimuti pegunungan himalayah seluas 33.000 km<sup>2</sup> akan



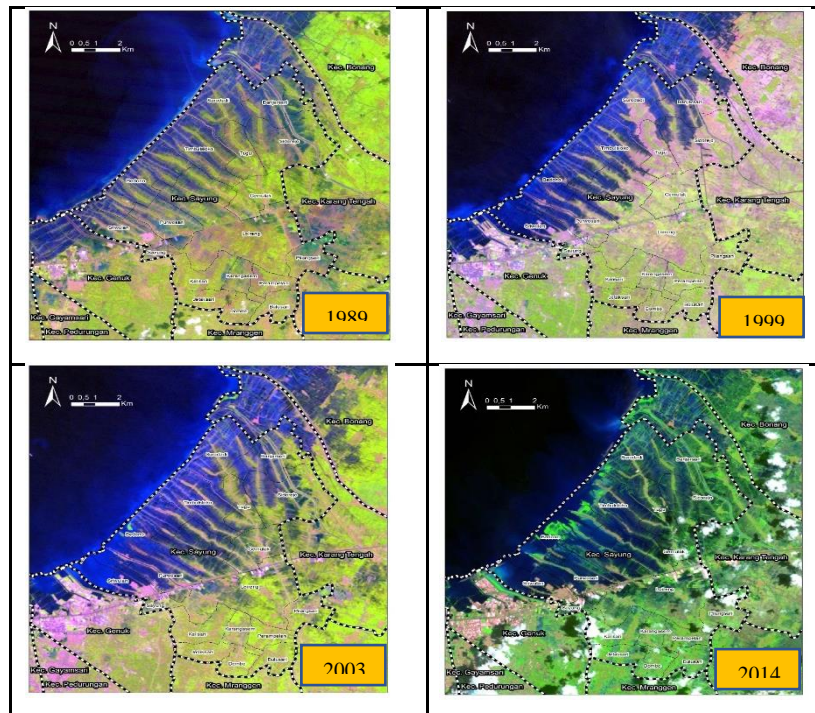
mencair. Ilmuwan Eropa juga memperkirakan bahwa gletser di pegunungan Alpen akan menghilang sekitar 50-90%, selanjutnya pegunungan salju Australia juga akan bebas salju pada tahun 2070. Mencairnya es dan gletser di seluruh dunia, terutama di kutub utara dan selatan tersebut disebabkan karena perubahan iklim.



Gambar 4.5. Penurunan luasan es dan gletser

## 2. Peningkatan permukaan air laut

Menurut IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) menyebutkan bahwa dalam 100 tahun terakhir telah terjadi peningkatan permukaan air laut setinggi 10-25 cm.



Gambar 4.6. Desa tenggelam : Desa Bedono, Kec. Sayung, Demak



Selanjutnya, pada tahun 2100 mendatang IPCC memperkirakan bahwa akan terjadi peningkatan air laut setinggi 15-95 cm. Perubahan iklim juga akan menyebabkan negara kepulauan seperti Filipina, Karibia, Fiji, Samoa, Vanuatu, Jepang serta Indonesia terancam akan perlahan-lahan mulai tenggelam akibat kenaikan permukaan air laut (Gambar 4.7.). Ketika pulau perlahan-lahan tenggelam, maka akan ada puluhan juta orang yang hidup di pesisir pantai yang harus berpindah mencari tempat tinggal yang lebih tinggi.

### 3. Munculnya beberapa penyakit

Perubahan iklim telah memunculkan beberapa penyakit zoonosis, yaitu penyakit yang ada di hewan dan meloncat ke manusia. Diperkirakan 58% penyakit menular bersifat zoonosis yang berasal dari satwa liar. Perubahan dan penggunaan lahan hutan (deforestasi) khususnya di hutan tropis merupakan pendorong utama penyakit zoonosis dan sebagai pintu masuk awal kontak manusia dengan populasi satwa liar. Peluang peningkatan munculnya penyakit dapat terjadi melalui patogen zoonosis dimana manusia belum pernah terpapar sebelumnya termasuk virus dan bakteri. Contoh penyakit zoonosis : Penyakit nipah yang terjadi karena adanya kebakaran hutan di Kalimantan, kemudian satwa seperti kelelawar migrasi ke Pulau Nipah, Malaysia. Penyebaran virus ini bermula dari migrasi kelelawar buah dari hutan ke kebun buah dan peternakan babi. Virus nipah yang dibawa kelelawar disebarkan lewat air liur. Sisa buah yang mereka makan tercecer dan dikonsumsi oleh babi milik penduduk. Selanjutnya babi menjadi perantara virus nipah dari kelelawar ke manusia. Manusia yang mengonsumsi daging babi tersebut mengalami sakit akibat adanya virus nipah yang ada, hampir 100 orang mengalami cacat otak karena virus nipah tersebut.

Selain penyakit Nipah, terdapat juga penyakit malaria yang muncul karena penggundulan hutan. Hampir 50% nyamuk penyebab penyakit malaria berkembang dalam campuran sinar matahari dan air di daerah yang baru-baru ini digunduli. Potensi selanjutnya yang diprediksi akan muncul karena perubahan iklim adalah akan adanya bakteri yang tidak dikenal muncul karena terbukanya tanah akibat mencairnya salju di kutub utara. Bakteri tersebut diperkirakan akan masuk ke sungai atau laut dan menginfeksi manusia

4. Penurunan keanekaragaman hayati

Perubahan iklim akan mengakibatkan penurunan berbagai keanekaragaman hayati yang tersebar di bumi ini secara perlahan. Keanekaragaman hayati adalah keragaman kehidupan dalam semua bentuk, tingkat, dan kombinasi yang terbagi menjadi tiga tingkatan yaitu keanekaragaman genetik, keanekaragaman spesies, dan keanekaragaman ekosistem. Salah satu contohnya adalah adanya pemutihan karang (*coral bleaching*) akibat adanya kenaikan temperature permukaan air laut. Di Kepulauan Seribu, sekitar 90-95% terumbu karang yang berada hingga kedalaman 25 meter mengalami kematian karena pemutihan karang.

5. Dampak lainnya,

Selain dampak-dampak di atas, perubahan iklim juga akan berpengaruh pada tingkat perekonomian yang berbasis sumberdaya alam. Apabila dikaitkan dengan sector kehutanan, perubahan iklim dapat memicu pergantian beberapa spesies flora dan fauna yang ada dalam hutan. Beberapa spesies akan terancam punah karena tidak mampu beradaptasi dari perubahan iklim, sebaliknya spesies yang mampu bertahan akan berkembang tak terkendali. Peningkatan suhu yang terjadi dalam masa yang cukup lama, akan memicu kemarau panjang yang selanjutnya menjadi salah faktor pemicu terjadinya kebakaran hutan. Selain dampak kerugian secara finansial, kebakaran hutan juga akan memberikan dampak sosial terhadap masyarakat setempat.

Upaya pengelolaan lingkungan masih gencar dilakukan baik di tingkat pusat maupun di tingkat daerah, namun belum berjalan maksimal karena mengalami beberapa kendala seperti kurangnya koordinasi antar sektor. Kemampuan aparat pemerintah dalam pengelolaan lingkungan perlu ditingkatkan dengan memberikan informasi secara lebih intensif mengenai isu lingkungan global seperti perlindungan atmosfer dan perubahan iklim. Partisipasi masyarakat juga perlu ditingkatkan dan hal tersebut memerlukan peran aktif pemerintah dalam mendorong upaya tersebut, karena sumber daya alam dan lingkungan bukan hanya milik pemerintah tetapi juga milik seluruh masyarakat

Selanjutnya, perubahan iklim juga erat kaitannya dengan munculnya bencana hidrometeorologis yang kerap terjadi di saat ini. Hubungan antara keduanya dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Perubahan iklim menyebabkan terjadinya pergeseran rata-rata parameter iklim dan cuaca
- Perubahan iklim menyebabkan terjadinya perubahan distribusi spasial dan distribusi temporal hujan yang menyebabkan : perubahan lokasi terjadinya hujan intensitas tinggi, perubahan waktu terjadinya penghujan dan kemarau, waktu perubahan musim lebih susah untuk diprediksi, musim penghujan durasinya lebih singkat dengan intensitas hujan yang lebih tinggi
- perubahan-perubahan yang terjadi menyebabkan terjadinya bencana hidrometeorologis yang jauh lebih sering dibandingkan pada waktu sebelumnya

## DAFTAR PUSTAKA

- Dragoni, W. and Sukhija, B., S., 2008. *Climate Change and Groundwater*. London: The Geological Society
- Forest and Climate Change Programme (FORCLIME). 2013. *Pengelolaan Hutan Dan Mitigasi Perubahan Iklim*. Jakarta: Sunsetmedia Creativstudio
- Griffin, James, M. 2003. *Global Climate Change "The Science, Economic and Politic"*. UK: Edward Elgar Publishing Inc
- Melviana, Armely., Sulistiowati, R. Diah., dan Moekhti H Soejachmoen. 2004. *Bumi Makin Panas "Ancaman Perubahan Iklim di Indonesia"*. ISBN 979-98399-0-4
- Suryati, Tuti., Salim Fadhliah. and Titiresmi. 2007. *Pemanasan Global dan Keanekaragaman Hayati*. J.Tek.Ling. Vol 8. No 1. ISSN 1441-318