

## PERUBAHAN IKLIM GLOBAL, KESEHATAN MANUSIA DAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN

Global Climate Change, Human Health and Sustainable Development

Soedjajadi Keman<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya  
(soedja\_keman@unair.ac.id)

**Abstract :** Large scale and global environmental hazards to human health are becoming increasingly apparent. These include climate change, stratospheric ozone depletion, loss of biodiversity, changes in hydrological systems, changes in supplies of fresh water, land degradation, and stresses on food producing systems. Appreciation of the effects of these health hazards requires an understanding of ecosystems, their complexity of these systems and how we interact with them. The effects of these changes are not distributed evenly around the world with some area more vulnerable than others, especially among low and middle income countries that are not prepared for potential environmental impacts, and even less for health related impacts. The world's climate change is being altered as a consequence of human activity. These are direct impacts, such as temperature-related illness and death including the health impacts of extreme weather events and the effect of air polluting spores and moulds. Other impacts are more indirect and led to water and food borne diseases, vector and rodent borne diseases, or food and water shortage. However, economic sustainable growth should be maintained as long climate change and its impact to health, agriculture, forest, water resource, species and coastal area.

**Keywords:** climate changes, human health, sustainable development.

### PENDAHULUAN

Iklim dunia secara menyeluruh sedang mengalami kerusakan sebagai konsekuensi dari aktivitas manusia. Hal ini disebabkan oleh peningkatan konsentrasi gas-gas yang menghalangi pantulan energi sinar matahari dari bumi yang menyebabkan peningkatan efek rumah kaca dan mengakibatkan bumi, planet yang kita huni menjadi lebih panas. Hubungan antara perubahan iklim dengan kesehatan manusia adalah sangat kompleks. Terdapat dampak langsung seperti penyakit atau kematian yang berhubungan dengan suhu yang ekstrim dan efek pencemaran udara oleh spora dan jamur. Selebihnya adalah dampak

yang tidak langsung dan mengakibatkan penyakit yang ditularkan melalui air atau makanan, penyakit yang ditularkan melalui vektor dan rodent, atau penyakit karena kekurangan air dan makanan. Perubahan iklim mengancam stabilitas ekosistem dan keanekaragaman mahluk hidup (biodiversity). Kerusakan sistem fisik dan ekologi bumi ini juga dapat dibuktikan dengan adanya penipisan lapisan ozon di stratosfer, penurunan keanekaragaman mahluk hidup, degradasi tanah, dan perubahan sistem atau siklus air.

### PERUBAHAN IKLIM DAN VARIABILITAS IKLIM

Perlu dibedakan istilah perubahan iklim dengan variabilitas iklim. Perubahan iklim didefinisikan sebagai perubahan signifikan dari iklim maupun variabilitas iklim yang menetap dalam jangka waktu yang lama (satu dekade) atau seterusnya (IPCC, 2001). Perubahan iklim dapat disebabkan oleh proses perubahan alamiah internal (misalnya badai El Nino) maupun eksternal (seperti perubahan persisten yang diinduksi oleh aktivitas manusia, berupa perubahan komposisi udara dan perubahan peruntukan tanah).

Para ilmuwan membuat model perubahan iklim menggunakan observasi perubahan dimasa lampau terhadap temperatur udara, presipitasi, ketebalan seliput salju dan es, ketinggian permukaan air laut, sirkulasi arus air laut dan udara, dan kejadian ekstrim lainnya. Hal ini adalah data bersejarah yang diukur secara langsung maupun dari data sekunder. Hasil observasi ini selanjutnya dapat digunakan dengan kombinasi model matematika untuk menstimulus apa yang mungkin terjadi dimasa yang akan datang pada vegetasi alamiah, iklim global, iklim regional, dan kejadian berdampak besar yang terjadi sesaat.

Laporan terakhir The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) menyatakan bahwa pengetahuan ilmiah saat ini tentang bagaimana iklim akan berubah memberikan gambaran emisi gas rumah kaca dimasa mendatang. Laporan tersebut juga mengestimasi perubahan temperatur global antara  $1,4^{\circ}\text{C}$  dan  $5,8^{\circ}\text{C}$  pada akhir tahun 2100. Pembuat kebijaksanaan internasional bertujuan menjaga peningkatan temperatur global pada kisaran dibawah  $2^{\circ}\text{C}$ . Penemuan IPCC selanjutnya menyarankan bahwa efek pemanasan global akan menyebabkan peningkatan permukaan air laut, dan peningkatan dalam kejadian cuaca ekstrim, seperti ringkasan sebagai berikut (IPCC, 2001-a).

- Temperatur permukaan bumi diproyeksikan meningkat antara  $1,4^{\circ}\text{C}$  sampai  $5,8^{\circ}\text{C}$  sebagai kisaran rata-rata global dari tahun 1990 sampai tahun 2010;
- Pemanasan (ekspansi thermal) dari lautan, bersamaan dengan pelelehan gletser dan es di daratan, akan menyebabkan

peningkatan permukaan air laut seluruh dunia, yang berarti permukaan air laut diproyeksikan naik 0,09 sampai 0,88 meter antara tahun 1990 sampai tahun 2010, hal ini akan berlangsung terus bahkan setelah konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer menjadi stabil;

- c. Kejadian cuaca ekstrim seperti gelombang panas, kekeringan, dan banjir diprediksi akan terus meningkat, demikian juga temperatur minimal yang lebih tinggi dan semakin sedikit hari-hari yang dingin;
- d. Gletser dan puncak es yang meleleh diproyeksikan akan terus semakin meluas selama abad XXI, dengan ancaman gletser tropis dan subtropis dan beberapa kasus akan menghilang.

#### Sumber Gas Rumah Kaca

Atmosfer bumi menerima radiasi elektromagnetik, termasuk cahaya matahari yang kasat mata ke permukaan, beberapa diantara sinar ini adalah gelombang pendek berenergi ringan diabsorbsi dan kembali dipantulkan sebagai panas dengan gelombang panjang. Panas yang tertahan di atmosfer menyebabkan efek rumah kaca yang alamiah. Apabila tidak ada panas yang terperangkap di atmosfer, permukaan bumi akan terlalu dingin untuk mendukung kehidupan di bumi dan semua air di bumi akan membeku. Atmosfer telah berubah secara perlahan selama empat juta tahun yang lalu.

Telah terdapat siklus alamiah panas dan dingin berhubungan dengan fluktuasi tingkat gas karbon dioksida dan methan di atmosfer selama paling tidak sejak 160.000 tahun yang lalu. Pada waktu revolusi industri 200 tahun yang lalu, lebih banyak gas rumah kaca dimasukkan ke dalam atmosfer sebagai hasil aktivitas manusia, hal ini akan semakin meningkat pada tahun 1950an dan setelah itu terus meningkat. Beberapa gas rumah kaca yang diantaranya terbentuk karena aktivitas manusia adalah karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), methan ( $\text{CH}_4$ ), nitogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) dan klorofluorokarbon (CFCs). Meskipun peningkatan temperatur selama 100 tahun terakhir sebagai hal yang tidak dapat dipertanyakan sebagai akibat aktivitas manusia, peningkatan yang luar biasa dari potensial pemanasan oleh gas rumah kaca akan berdampak pada perubahan ekologis.

#### Distribusi Global Perubahan Iklim

Efek perubahan iklim akan tidak sama di semua tempat, misalnya tidak semua populasi penduduk mengalami risiko banjir di daerah pantai. Banjir karena serangan badai telah mengancam 50 juta penduduk setiap tahun. Apabila permukaan air laut naik setinggi setengah meter, maka angka ini dapat meningkat dua kalinya. Hasil penelitian para ahli menunjukkan bahwa gletser di Greenland telah mencair dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan tahun-

tahun sebelumnya. Hal ini akan membahayakan bagi masyarakat yang tinggal di daerah pantai yang rendah. Sebagai contoh jika permukaan air laut naik setinggi 1 meter, hal ini berdampak 1% tanah di Mesir; 6% tanah di Nederland; dan 17,5% tanah di Bangladesh akan tertutup air, serta hanya 20% tanah di Pulau Marshall yang terletak di atas permukaan air. Efek lain terhadap kesehatan manusia tidak didistribusikan secara merata. Efek pemanasan global terhadap lingkungan dan kesehatan tidak hanya karena distribusi yang tidak merata, melainkan juga tergantung dari kemampuan masing-masing negara yang terkena dampak untuk menangani perubahan tersebut.

#### Efek Terhadap Kesehatan Manusia

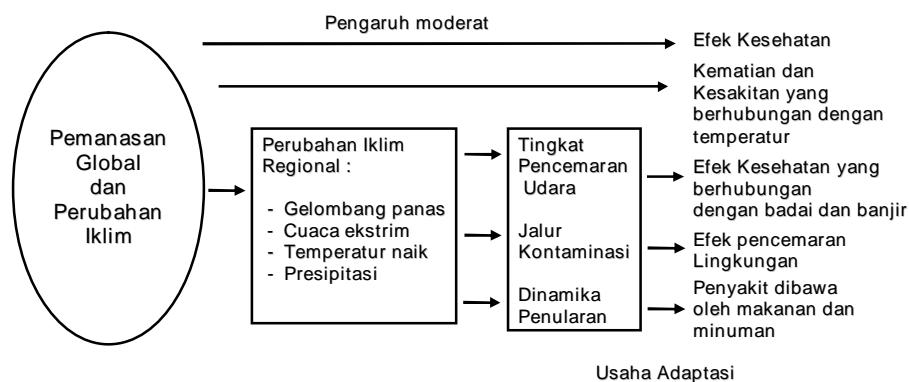
Walaupun efek perubahan iklim dan konsekuensi pemanasan global tidak dimengerti secara pasti, beberapa efek langsung terhadap pajanan peningkatan temperatur dapat diukur, seperti peningkatan kejadian penyakit yang berhubungan dengan kenaikan temperatur, peningkatan angka kematian karena gelombang udara panas seperti yang terjadi di Perancis tahun 2003. Kondisi iklim yang tidak stabil dapat juga menyebabkan peningkatan kejadian bencana alam, seperti badai, angin siklon puting beliung, kekeringan, dan kebakaran hutan, yang berdampak terhadap kesehatan fisik dan mental masyarakat yang terserang.

Pola iklim yang terganggu juga menyebabkan efek tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Efek terhadap pola hujan yang meningkatkan bencana banjir dapat menyebabkan peningkatan kejadian penyakit perut karena efeknya pada sumber air dan penyediaan air bersih, penyakit malaria, demam berdarah dengue, chikungunya dan penyakit lainnya yang ditularkan melalui rodent seperti leptospirosis. Efek tidak secara langsung ini menjadi sangat serius pada daerah di dunia dengan penduduk miskin.

Terdapat sejumlah penyakit yang diprediksi prevalensinya akan meningkat sebagai akibat perubahan iklim. WHO (2004) telah mengidentifikasi beberapa penyakit yang sangat besar kemungkinan karena perubahan iklim telah menyebabkan terjadinya wabah. Telah direkomendasikan memasang sistem peringatan dini untuk memonitor perubahan distribusi penyakit.

Beberapa penyakit yang bukan wabah juga berhubungan dengan perubahan iklim. Penggunaan teknologi dan pengindraan jarak jauh atau Geographical Information System (GIS) telah memungkinkan peningkatan pemetaan risiko beberapa penyakit, misalnya penyakit cacing perut. Terdapat sedikit variasi musim terhadap kejadian penyakit infeksi cacing, tetapi terdapat beberapa bukti bahwa kelembaban tanah adalah sangat penting (WHO, 2004) dan sangat dipengaruhi oleh perubahan iklim dan presipitasi air hujan. Pemetaan risiko secara geografis (geographical risk mapping)

kecacingan seperti schistizomiasis dan filariasis telah ditangani dengan penggunaan data temperatur, presipitasi dan vegetasi.



Sumber : Patz JA dan Kovats RS (2002)

Skema 1. Jalur dimana perubahan iklim dapat berpengaruh terhadap kesehatan manusia

Penyakit diare merupakan penyebab signifikan kesakitan dan kematian secara global. Dua juta anak-anak meninggal setiap tahunnya di negara dengan penduduk berpenghasilan menengah ke bawah walaupun sudah ada peningkatan penggunaan oralit untuk terapinya. Kesakitan dan kematian tersebut berhubungan dengan pemakaian air yang tidak memenuhi syarat kesehatan serta higiene dan sanitasi lingkungan yang tidak memadai. Walaupun demikian, diare juga masih menjadi masalah di negara dengan penduduk berpenghasilan menengah ke atas, karena diare tidak hanya berhubungan dengan higiene dan sanitasi lingkungan, tetapi juga berhubungan dengan praktik higiene dan keamanan pangan.

Terdapat variasi musiman dalam penyakit diare, dimana pada peningkatan temperatur berhubungan dengan peningkatan jumlah penderita diare yang masuk rumah sakit di semua bagian belahan bumi ini. Studi yang dilakukan di Peru menunjukkan bahwa penderita diare yang masuk rumah sakit meningkat sebanyak 4% untuk setiap peningkatan temperatur 1°C di musim kemarau, dan meningkat 12% untuk setiap peningkatan temperatur 1°C di musim penghujan. Di Fiji studi pada hal yang sama menunjukkan adanya peningkatan kasus bulanan 3% untuk setiap peningkatan temperatur per 1°C (Singh et al., 2001).

Perubahan iklim diprediksi berdampak terhadap penyakit diare seperti kolera, karena perubahan curah hujan menyebabkan banjir di

musim penghujan yang berakibat epidemi dan sebaliknya terjadi kekeringan di musim kemarau. Perubahan ini juga berdampak terhadap penyediaan air bersih dan sanitasi yang adekuat, serta juga tersedianya makanan yang higienis dan kemampuan menerapkan praktek higiene yang baik pada tempatnya.

Di negara maju dilaporkan adanya kasus keracunan makanan di bulan-bulan musim panas. *Salmonella* adalah penyebab kedua terbanyak pada kasus keracunan makanan di England and Wales dengan jumlah 30.000-40.000 kasus yang telah dikonfirmasi dengan pemeriksaan laboratorium per tahun, yang dengan demikian masih banyak kasus yang tidak terekam. Bakteria *Salmonella* tumbuh pada makanan pada temperatur ambien dan menunjukkan hubungan linier sampai temperatur di atas 7-8°C. Penyimpanan makanan yang sempurna meliputi pendinginan yang adekuat akan memperlambat dan bahkan menghentikan pertumbuhan bakteri. Penyakit juga menyebar dari satu orang ke orang lain dikarenakan praktek perilaku higiene yang tidak baik. Wabah *Salmonella* sering berhubungan dengan dengan praktek penanganan makanan yang kurang higienis dan kegagalan di industri makanan. Terdapat bukti yang kurang kuat untuk menghubungkan perubahan iklim dengan peningkatan penyakit diare yang disebabkan oleh *Salmonella* atau bakteri lainnya seperti *Campylobacter*, kecuali semakin tinggi temperatur pada musim panas akan semakin meningkat kemungkinan perilaku yang berisiko seperti piknik, sebagai penyebaran penyakit karena berhubungan praktek penjamahan makanan yang kurang higienis.

Pemanasan global yang terjadi menyebabkan perubahan iklim dan cuaca di seluruh dunia. Sebagian belahan dunia menjadi lebih kering, dan sebagian lagi menjadi lebih basah. Sebagian dunia ada yang menjadi lebih panas dan sebagian lagi menjadi lebih dingin. Semua itu mempengaruhi spesies yang hidup didalamnya, khususnya nyamuk yang sangat peka terhadap perubahan cuaca yang terjadi secara cepat. Perubahan iklim secara tidak langsung mempengaruhi distribusi, populasi, serta kemampuan nyamuk dalam menyesuaikan diri (Patz, 2006). Nyamuk *Aedes* sebagai vektor penyakit demam berdarah dengue (DBD) hanya berkembang biak pada daerah tropis yang temperaturnya lebih dari 16°C dan pada ketinggian kurang dari 1.000 meter di atas permukaan air laut. Namun sekarang nyamuk tersebut telah banyak ditemukan pada daerah dengan ketinggian 1.000–2.195 meter di atas permukaan air laut. Pemanasan global menyebabkan suhu beberapa wilayah cocok untuk berbiaknya nyamuk *Aedes*, dimana nyamuk ini dapat hidup optimal pada suhu antara 24-28 °C. Karena itu mudah difahami bahwa perubahan iklim karena pemanasan global memperluas ruang gerak nyamuk *Aedes* sehingga persebaran daerahnya menjadi lebih luas. Perluasan persebaran daerah ini akan meningkatkan risiko terjangkitnya

penyakit DBD di suatu daerah yang sebelumnya belum pernah terjangkit. Secara umum dapat dikatakan bahwa perubahan iklim meningkatkan curah hujan yang berdampak pada meningkatnya habitat larva nyamuk sehingga meningkatkan kepadatan populasi nyamuk. Peningkatan kelembaban juga meningkatkan agresivitas dan kemampuan nyamuk menghisap darah dan berkembang biak lebih cepat.

Penelitian laboratoris menyebutkan bahwa tingkat replikasi virus Dengue berhubungan dengan kenaikan temperatur. Dalam penelitian ini ditunjukkan dengan model pengaruh perubahan temperatur secara relatif akan memberikan kesempatan pada virus untuk memasuki populasi manusia yang rentan terhadap risiko terjangkit. Kenaikan suhu memperpendek masa inkubasi virus dalam tubuh vektor (Patz, 2006).

Nyamuk Anopheles betina sebagai vektor penyakit malaria menyebarkan parasit plasmodium dari satu orang ke orang lainnya menyebabkan demam akut yang dapat berulang. Terdapat 1,1 juta kematian karena malaria setiap tahun terutama pada anak-anak. Malaria juga bertanggung jawab terhadap 40 juta kecacatan (disability adjusted life years atau DALYs) setiap tahunnya. Telah terdapat munculnya kembali malaria di sejumlah area karena resistensi terhadap obat dan insektisida.

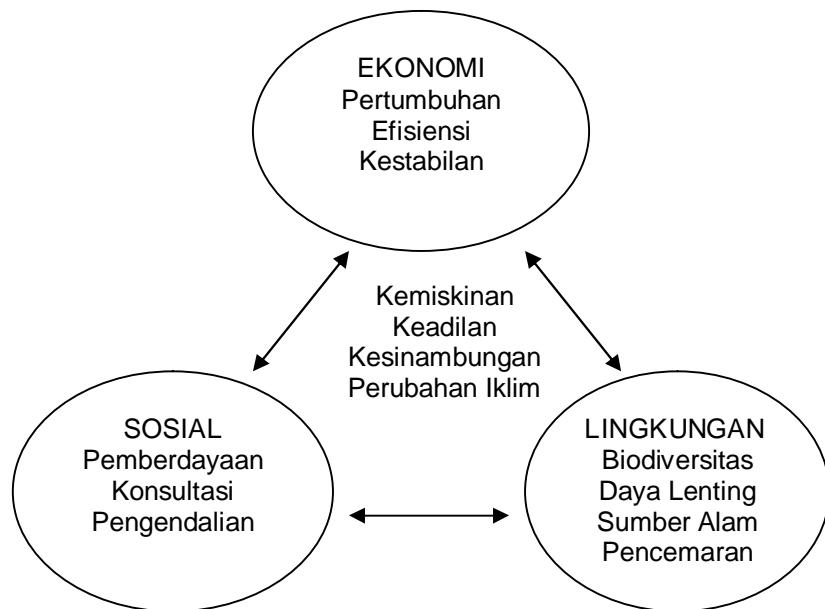
Perubahan iklim dapat berpengaruh terhadap penyebaran penyakit malaria dengan cara: (1) peningkatan distribusi penyakit malaria, dimana saat ini epidemi malaria dibatasi oleh temperatur, sekarang mungkin terjadi di area yang baru; (2) atau sebaliknya menurunkan distribusi karena daerah ini menjadi terlalu kering untuk nyamuk untuk secara cukup jumlahnya menularkan penyakit; (3) peningkatan atau penurunan bulan-bulan penularan; (4) meningkatkan risiko wabah lokal di daerah dimana penyakit malaria diberantas tetapi vektor masih terdapat, seperti di Inggris atau Amerika Serikat.

## PERUBAHAN IKLIM DAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN

Konsekuensi perubahan iklim adalah tantangan signifikan terhadap lingkungan, ekonomi global dan kesehatan manusia, dengan perubahan yang mempengaruhi generasi mendatang. Pembangunan berkelanjutan sangat krusial dalam kerangka mitigasi yang sukses terhadap perubahan iklim. Tidak hanya generasi mendatang saja yang berada dalam ancaman bahaya, beberapa masyarakat di wilayah tertentu telah mengalami dampak perubahan iklim seperti pulau-pulau kecil dan beberapa negara sedang berkembang.

Tindakan nyata dalam rangka mitigasi dampak perubahan iklim membutuhkan (1) fokus pada keadilan dan kesinambungan

pembangunan dengan bekerja pada berbagai tingkatan; (2) bekerja sama secara konstruktif pada tingkat internasional; dan (3) kebijakan nasional yang kuat dan juga secara individual (Landon, 2006).

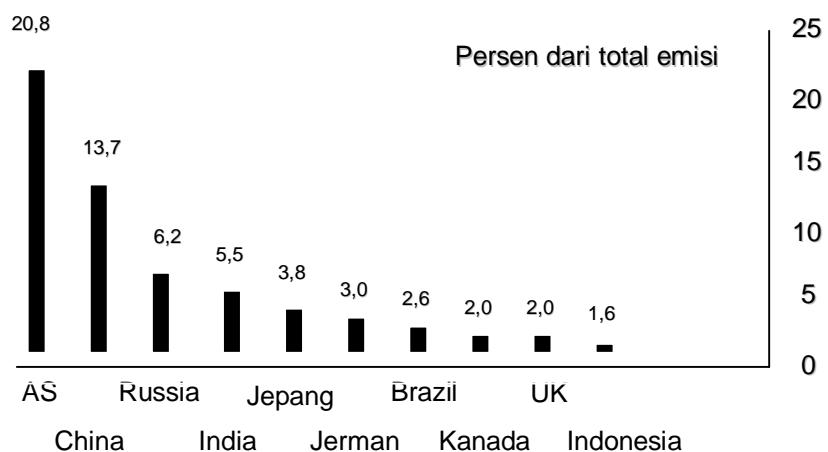


Sumber : IPCC (2001-a) Climate Change 2000

Skema 2. Elemen kunci pembangunan berkelanjutan dan hubungan timbal baliknya

Perubahan iklim tidak berdampak secara merata terhadap lingkungan dan berbagai penduduk di dunia. Amerika Serikat yang memproduksi 28% gas rumah kaca hanya mempunyai penduduk sebanyak 5% dari penduduk dunia. Kemampuan suatu negara atau wilayah untuk menangani perubahan iklim bergantung pada tingkat kekayaan, teknologi dan infrastucturnya. Negara dengan tingkat pendapatan menengah kebawah, tidak memiliki industri, transportasi, atau sistem pertanian yang intensif memiliki kemampuan terbatas untuk melindungi diri sendiri terhadap konsekuensi yang merusak dari perubahan iklim. Misalnya seperti kenaikan permukaan air laut akan mengancam Bangladesh dan pulau-pulau kecil di Samudra Pasifik. Sehubungan dengan hal itu, perubahan iklim merupakan tantangan untuk keadilan lingkungan dan kesehatan. Pemilihan untuk tidak menggunakan teknologi sering menjadi lebih mahal, teknologi dengan energi efisien menurunkan ketidakseimbangan dalam jangka waktu

pendek, tetapi akan meningkatkan masalah pemanasan global (Pats and Kovats, 2002).



Sumber : Komisi WHO Mengenai Kesehatan dan Lingkungan (2001)

Skema 3. Sepuluh negara terbanyak di dunia penghasil gas rumah kaca

Pembangunan yang berkelanjutan adalah faktor kunci dalam mitigasi perubahan iklim (Lihat Skema 2). Agar mitigasi berhasil dalam jangka waktu yang panjang, maka kebijakan dan langkah nyata akan membutuhkan kerjasama dengan inisiatif perlindungan terhadap lingkungan, meningkatkan pertumbuhan ekonomi, dan meningkatkan keadilan sosial (IPCC, 2001-b).

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Telah diuraikan pengaruh perubahan iklim global terhadap kesehatan manusia secara garis besar. Kemungkinan besar perubahan iklim global ini disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti aktivitas industri, transportasi dan intensifikasi pertanian. Terdapat konsekuensi dampak kesehatan baik secara langsung maupun tidak langsung. Perlu kerjasama di tingkat negara ataupun individu untuk melakukan pembangunan yang berkelanjutan secara adil, misalnya adanya Protokol Kyoto yang merupakan salah satu usaha tingkat internasional untuk menurunkan tingkat emisi gas rumah kaca sebagai penyebab terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim.

#### DAFTAR PUSTAKA

- IPCC. 2001.a. Climate Change 2000 : Special Report on Methodological and Technological Issues in Technology Transfer. Metz B, Davidson OR, Martens JM, van Rooijen S and Wie McGrovy (Eds). New York : Cambridge University Press.
- IPCC. 2001.b. Climate Change 2001 : Impact, Adaptation and Vulnerability. Report of Working Group II to the Intergovernmental Panel on Climate Change Third Assessment Report. McCarthy JJ, Canziani OF, Leary NA, Dokkren DJ and White KS (eds). New York : Cambridge University Press.
- Keman S. 2004. Pengaruh Lingkungan Terhadap Kesehatan. Jurnal Kesehatan Lingkungan, Vol.1 No.1 : 30-43.
- Komisi WHO Mengenai Kesehatan dan Lingkungan. 2001. Planet Kita Kesehatan Kita. Kusnanto H (Ed). Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Krieger J. dan Higgins D.L. 2002. Housing and Health : Time Again for Public Action. Am J Public Health, Vol.92 No.5 : 758-759.
- Landon M. 2006. Environment, Health and Sustainable Development. London : Open University Press.
- Patz J.A. 2006. Climate Change. San Francisco : Jossey-Bass.
- Patz J.A. dan Kovats R.S. 2002. Hot spots in climate change and human health. British Medical Journal, 325 : 1094-1098.
- Singh RBK, Hales S, de Wet N. 2002. The Influence Climate Variation and Change on Diarrhoeal Disease in the Pacific Island. Environmental Health Perspective, Vol.109 No.2 : 155-159.
- US EPA. 2003. Factoids : Drinking Water and Ground Water Statistics for 2002. Washington DC : US Environmental Protection Agency, Office of Ground Water and Drinking Water.
- WHO. 2004. Using Climate to Predict Disease Outbreak : A Review. WHO/SDE/OEH/04.01.2004.