

# PERUBAHAN IKLIM, DAMPAK TERHADAP KESEHATAN MASYARAKAT DAN METODE PENGUKURANNYA

Iwan M. Ramdan

*Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mulawarman*

**Abstrak.** Indonesia adalah negara yang rawan bencana termasuk bencana akibat perubahan iklim. Sepuluh kejadian terbesar di Indonesia yang terjadi selama periode tahun 1907 hingga 2007 sebagian besar merupakan bencana yang terkait dengan iklim (*hydrometeoro-logical related disasters*). Begitu luasnya dampak perubahan iklim terhadap berbagai aspek kehidupan manusia termasuk dampaknya terhadap kesehatan masyarakat sehingga diperlukan langkah-langkah pengukuran, pengendalian, penanggulangan dan adaptasi yang komprehensif sehingga dampak yang lebih buruk bisa dihindari. Tulisan ini bermaksud memberikan gambaran tentang dampak perubahan iklim terhadap kesehatan masyarakat serta berbagai metode pengukurannya.

**Abstract.** Indonesia is a country with vulnerable disasters include disaster caused by climate change. Ten of the largest events that occurred in Indonesia during the period 1907 to 2007 is largely a climate related disaster (*hydrometeorological related disasters*). Once the extent of the impact of climate change on various aspects of human life including their impact on public health, so measures are needed so that the measurement, control, mitigation and adaptation are comprehensive so that more severe impact could have been avoided. This paper intends to give an overview of climate change impacts on public health as well as various methods of measurement.

**Keywords:** Climate change and public health

## Pendahuluan

Perubahan iklim (*climate change*) merupakan salah satu isu global yang sangat penting sejak diadakannya Konferensi Tingkat Tinggi Bumi di Rio de Janeiro tahun 1992. Konvensi Perubahan Iklim atau UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) merupakan salah satu agenda dalam dokumen Agenda 21. Maksud

dan tujuan utama dari konvensi tersebut adalah untuk menjaga ke-stabilan konsentrasi gas rumah kaca (*green house gases*) di atmosfer, sehingga terjamin ketersediaan pangan dan pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*).

Sebagai Negara kepulauan dengan jumlah pulau sekitar 17.500 dan memiliki garis pantai sepanjang 81.000 km serta banyaknya penduduk yang tinggal di daerah pesisir pantai, Indonesia adalah negara yang sangat rawan terhadap perubahan iklim. Sebagai gambaran untuk periode 2003-2005 saja, telah terjadi 1.429 kejadian bencana dan sekitar 53,3% adalah bencana terkait dengan hidrometeorologi. Banjir adalah bencana yang paling sering terjadi (34%), diikuti oleh longsor (16%). Begitu pula data kejadian bencana yang dicatat dalam OFDA/CRED *International Disaster Database* tahun 2007, menunjukkan sepuluh kejadian terbesar di Indonesia yang terjadi selama periode tahun 1907 hingga 2007 sebagian besar merupakan bencana yang terkait dengan iklim (*hydrometeorological related disasters*), antara lain banjir, kekeringan, kebakaran hutan, dan ledakan hama/ penyakit. Hal ini menunjukkan bahwa kejadian bencana terkait dengan aspek iklim mengalami peningkatan frekuensi dan intensitasnya.

Dalam laporan Bank Dunia (2010) yang berjudul "*Natural Hazards, Unnatural Disasters*" disebutkan bahwa bencana alam akibat iklim ini terjadi di hampir semua belahan dunia, bahkan cukup mengejutkan di Asia hampir 80% kejadian bencana alam dipengaruhi oleh iklim<sup>3</sup>. Pemanasan global yang menjadi isu internasional ternyata membawa konsekuensi yang sangat serius antara lain munculnya kejadian hujan ekstrim, variabilitas curah hujan (dan perubahan iklim yang sedang berlangsung saat ini. Akibat perubahan iklim inilah timbul berbagai gejala seperti ketidakpastian musim hujan dan kemarau, meningkatnya frekuensi hujan dan intensitasnya, meningkatnya frekuensi dan meluasnya kejadian bencana alam terutama yang berkaitan dengan aspek hidrometeorologis.

Begitu luasnya dampak perubahan iklim terhadap berbagai aspek kehidupan manusia termasuk dampaknya terhadap kesehatan masyarakat sehingga diperlukan langkah-langkah pengendalian, penanggulangan dan adaptasi yang komprehensif sehingga dampak yang lebih buruk bisa dihindari. Tulisan ini sedikit memberikan gambaran tentang perubahan iklim dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat serta beberapa metode pengukurannya.

## **Pengertian Perubahan Iklim**

Dalam tatanan teoritis, perubahan iklim mengacu pada setiap perubahan yang signifikan dalam pengukuran iklim seperti suhu curah hujan atau angin yang berlangsung untuk jangka waktu yang panjang (satu dekade atau lebih). Perubahan iklim dapat disebabkan oleh faktor alami (seperti perubahan intensitas matahari atau terjadi perlambatan orbit bumi dalam mengelilingi matahari), proses alami dalam sistem iklim (misalnya perubahan dalam sirkulasi air laut), kegiatan manusia yang mengubah komposisi atmosfer (misalnya melalui pembakaran bahan bakar fosil) dan perubahan permukaan tanah (misalnya pengundulan hutan, reboisasi, urbanisasi, penggurunan dan lain-lain).

Sementara itu dalam kerangka praktis perubahan iklim secara khusus ditekankan pada adanya perubahan pada iklim yang disebabkan secara langsung maupun tidak langsung oleh kegiatan manusia yang mengubah komposisi atmosfer global dan juga terhadap variabilitas iklim alami yang diamati selama periode waktu tertentu.

## **Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan Masyarakat**

Dampak perubahan iklim terhadap kesehatan masyarakat kejadiannya sangat bervariasi dan berbeda di setiap daerah. Namun secara umum berbagai gangguan atau penyakit yang dapat muncul adalah sebagai berikut.

### **Infeksi saluran pernafasan dan alergi saluran pernafasan**

Alergi pada saluran pernafasan dan penyakit infeksi saluran pernafasan kemungkinan akan meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah dan waktu paparan penduduk terhadap debu (dari kekeringan), polusi udara, racun aerosol dari laut dan peningkatan jumlah serbuk sari dari tanaman akibat perubahan pola pertumbuhan.

### **Kanker**

Potensi bahaya lainnya yang bersifat langsung dari perubahan iklim adalah peningkatan jumlah kejadian kanker, hal berhubungan dengan peningkatan paparan bahan kimia beracun penyebab kanker yang berasal dari penguapan berbagai bahan kimia tersebut. Dalam kasus peningkatan curah hujan atau banjir, kemungkinan terjadi peningkatan bahan kimia dalam proses mencuci dan kontaminasi air oleh logam berat. Efek langsung lainnya kejadian kanker disebabkan karena penipisan stratosfer ozon

yang akan mengakibatkan pe-ningkatan durasi dan intensitas radiasi ultraviolet (UV), dan hal ini mening-katkan risiko kanker kulit dan katarak.

### **Penyakit Kardiovaskular dan Stroke**

Perubahan iklim dapat memper-buruk penyakit jantung yang sudah ada, hal ini disebabkan meningkatnya tekanan panas, meningkatnya beban tubuh akibat peningkatan partikulat udara dan perubahan distribusi vektor penyakit menular yang berhubungan dengan penyakit kardiovaskuler. Berbagai penelitian telah membuktikan adanya hubungan antara paparan gelombang panas, cuaca yang ekstrim dan perubahan kualitas udara dengan pening-katan penyakit kardiovaskuler. Paparan suhu panas sering memper-berat penyakit stroke sedangkan paparan suhu dingin dapat menye-babkan disritmia. Penurunan kualitas udara akibat perubahan konsentrasi ozon dapat memperberat beban kerja jantung dan mengganggu perkukaran gas dalam proses pernafasan, sedang-kan peningkatan jumlah partikulat diudara sering dihubungkan dengan gangguan koagulasi, thrombosis dan infark miokardium.

### ***Foodborne Disease* dan ketersediaan bahan pangan**

Perubahan iklim dapat mempe-ngaruhi ketersediaan bahan pangan pokok, kekurangan gizi, dan kontamisai makanan oleh zat-zat berbahaya (seperti kontaminan kimia, mikroba pathogen, biotoksin dan pestisida). Perubahan iklim dapat mempercepat kerusakan bahan makanan dan mem-perberat serangan hama tanaman (seperti kutu daun dan belalang).

### **Kematian dan Penyakit yang disebab-kan paparan panas**

Perubahan iklim dapat mening-katkan mortalitas dan morbiditas pe-nyakit yang disebabkan paparan panas. Faktor *host* seperti usia dan penyakit lain yang diderita seperti penyakit jantung dan diabetes mellitus dapat memperberat dampak dari tekanan pa-nas. Dalam kondisi natural, sama seperti binatang, manusia bisa bertahan pada suhu 10-35°C, tanpa kesulitan berarti. Tetapi pada suhu diatas 40°C, maka sebagian manusia, khususnya anak-anak dan orang berusia lanjut, mulai mengalami kesulitan. Suhu tinggi yang disertai kelembaban rendah me-nyebabkan mudahnya terjadi keku-rangan air dalam tubuh (dehidrasi). Dehidrasi dapat menimbulkan berbagai gangguan fungsi

temporer sampai permanen, tergantung lamanya dehidrasi terjadi, dampak paling buruk dari paparan panas adalah kematian karena suhu terlalu panas (*heat stroke*).

### **Gangguan tumbuh kembang anak**

Dua konsekuensi penting dari perubahan iklim yang akan mempengaruhi tumbuh kembang anak adalah : gizi buruk khususnya selama periode prenatal dan anak usia dini sebagai akibat dari penurunan pasokan makanan, dan peningkatan paparan kontaminan beracun dan biotoksin akibat dari peristiwa cuaca ekstrem dan peningkatan pestisida yang digunakan untuk produksi pangan.

### **Gangguan mental**

Perpindahan penduduk akibat bencana, kerusakan atau kehilangan properti, kehilangan orang yang dicintai, dan stres kronis, adalah sebagian dari dampak negatif perubahan iklim yang mempengaruhi kesehatan mental. Deteksi dini, identifikasi populasi yang rentan dan pengembangan jaringan monitoring migrasi penduduk dapat membantu dalam menyediakan dukungan perawatan kesehatan yang tepat.

### **Penyakit Syaraf**

Perubahan iklim telah menyebabkan peningkatan pertumbuhan alga berbahaya (*Harmful algal blooms /HABs*), HABs dan mikroorganisme laut lainnya menghasilkan biotoksin yang bersifat neurotoksin pada manusia. Dalam kondisi normal, biotoksin yang dihasilkan HABs dan mikroorganisme laut lainnya akan disiring dan terakumulasi dalam tiram, kerang dan remis. Namun demikian seiring dengan meningkatnya jumlah biotoksin maka jumlah yang tersaring dan terakumulasi menjadi terbatas. Hal yang terpenting adalah identifikasi dan pemeriksaan makanan laut sebelum sampai ke konsumen.

### **Vectorborne and zoonotic diseases (VBZD)**

VBZD adalah penyakit infeksi yang ditularkan melalui hewan atau vektor penyakit. Kecepatan pertumbuhan dan penyebaran VBZD sangat dipengaruhi iklim. Perubahan iklim dapat mengakibatkan perluasan wilayah penyebaran sumber /vektor penyakit,

pemendekan masa inkubasi pathogen (seperti malaria, demam berdarah, dan ensefalitis) dan meningkatkan potensi penularan pada manusia.

### **Penyakit yang ditularkan melalui air**

Peningkatan suhu air, frekuensi curah hujan dan tingkat penguapan serta perubahan dalam ekosistem pesisir dapat meningkatkan kejadian kontaminasi air dengan zat patogen berbahaya dan bahan kimia berbahaya lain, sehingga paparan pada manusia meningkat. Peningkatan curah hujan di suatu wilayah dapat mempercepat penyebaran penyakit dan dapat mengganggu penyediaan air bersih.

### **Populasi yang Berisiko**

Dampak perubahan iklim tidak dirasakan merata oleh semua populasi, hal ini dikarenakan kondisi perubahan iklim berbeda antara daerah satu dengan daerah lainnya. Sebagai contoh peristiwa tekanan panas akan lebih terasa berat jika dialami oleh daerah yang sudah terbiasa dengan curah hujan tinggi, begitu sebaliknya. Begitu pula kerentanan untuk mengalami gangguan kesehatan akibat perubahan iklim antar individu berbeda-beda. Pemahaman akan hal ini sangat berguna dalam menyusun skenario pencegahan dampak perubahan iklim terhadap kesehatan masyarakat terutama dalam membuat urutan prioritas penanganan masalah. Sebagai contoh, populasi penduduk dengan tingkat penghasilan yang rendah dan tingkat pendidikan rendah akan lebih rentan untuk mengalami dampak yang lebih berat jika dibandingkan dengan penduduk dengan penghasilan menengah ke atas.

### **Metode Estimasi Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan Masyarakat**

Pengukuran dampak perubahan iklim terhadap kesehatan masyarakat tidaklah mudah mengingat ada dampak yang bersifat langsung seperti banjir dan kekeringan, dan dampak tidak langsung yang bisa terjadi karena perubahan pola penyakit yang dampaknya baru bisa dilihat dalam beberapa tahun kedepan.

Terdapat beberapa metode untuk memperkirakan dampak perubahan iklim terhadap kesehatan masyarakat di masa yang akan datang, yaitu : 1) menggunakan studi analog spasial yang mempelajari aspek perubahan iklim (proyeksi) dimasa yang akan datang 2) menggunakan bukti-bukti terbaru dari perubahan status kesehatan masyarakat yang

diduga terjadi akibat perubahan iklim terutama penyakit-penyakit yang sensitif terhadap perubahan iklim, penanggulangan dini dan fenomena kesehatan, 3) menggunakan pengetahuan empirik dan berbagai teori untuk mengembangkan model prediksi (atau model pengkajian yang terintegrasi) dari status kesehatan di masa yang akan datang.

Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam memilih metode pendekatan adalah perbandingan skala unit paparan dan dampaknya serta variabilitas kejadian-kejadian yang ekstrim. Salah satu masalah yang sering dihadapi oleh peneliti adalah kekeliruan dalam menghubungkan skala spasial dengan skala temporal dari faktor lingkungan yang mempengaruhi kesehatan masyarakat (misalnya konsentrasi polusi udara lokal dan distribusi vektor penyakit), sehingga berdampak keliru dalam merumuskan skenarioantisipasi dampak perubahan iklim di masa yang akan datang. Peneliti juga perlu membedakan dampak perubahan jangka pendek dan jangka panjang, misalnya dalam hitungan hari, bulan dan tahun.

Tabel : Metode pengukuran untuk mengestimasi dampak perubahan iklim terhadap kesehatan masyarakat

Metode	Pengukuran	Fungsi
Studi analog	Kualitatif atau kuantitatif	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjelaskan dasar hubungan antara perubahan iklim dengan kesehatan, contoh perubahan pola kejadian penyakit malaria karena perubahan suhu dan kelembaban udara</li> <li>• Analogi trend perubahan suhu, misalnya perbedaan kejadian penyakit malaria di daerah dataran tinggi dengan dataran rendah</li> <li>• Dampak peristiwa ekstrem, misalnya peningkatan angka kematian akibat kejadian banjir atau longsor</li> <li>• Analogi Geografis, misalnya perbandingan kondisi iklim di suatu wilayah dan konsekuensinya terhadap kondisi kesehatan masyarakat. Kemudian pada lokasi lain dengan karakteristik lingkungan yang hampir sama dapat diramalkan akan mengalami konsekuensi yang hampir sama.</li> </ul>
Model efek	Empirik	Analisis hubungan antara tren/kecenderungan perubahan iklim

dini		dengan indikator-indikator perubahan risiko kesehatan, seperti peningkatan angka kematian akibat peningkatan suhu
Model prediksi	Model statistik-empirik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekstrapolasi iklim dan penyakit yang dihubungkan dengan waktu (misalnya perubahan suhu per bulan dan kasus keracunan makanan dalam sebuah populasi tertentu) untuk memperkirakan perubahan suhu terkait perubahan iklim di masa yang akan datang</li> <li>• Ekstrapolasi dari pemetaan iklim/penyakit (atau vektor penyakit) dalam hubungannya dengan waktu dan tempat kejadian untuk mengestimasi perubahan distribusi penyakit (atau vektor penyakit) akibat perubahan iklim di masa yang akan datang</li> </ul>
	Pengukuran berbasis model / model biologis	Pemodelan yang berdasarkan teori yang sudah berlaku umum, misalnya model estimasi kejadian suatu penyakit di masyarakat berdasarkan kapasitas vektorial.
	Model pengkajian terintegrasi	Model keterkaitan komprehensif : hubungan vertical untuk menjelaskan rantai sebab-akibat dan hubungan horizontal untuk menjelaskan umpan balik dan adaptasi, serta pengaruh faktor lainnya seperti pertumbuhan penduduk, urbanisasi dan perdagangan . contoh dari model ini misalnya model hubungan perubahan iklim terhadap hasil pertanian, penurunan pasokan bahan pangan dan risiko kekurangan gizi.

---



## **Studi analog**

Pengetahuan tentang hubungan antara perubahan iklim dengan status kesehatan masyarakat merupakan prasyarat untuk setiap upaya formal dalam memprediksi bagaimana perubahan iklim di masa depan dan kemungkinan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat. Peneliti dapat mengasumsikan bahwa beberapa aspek dari dampak perubahan iklim terhadap kesehatan di masa depan akan sama atau relevan (analog) dengan kondisi saat ini. Namun demikian dampak dari perubahan iklim yang tiba-tiba tidak dapat diprediksi, seperti perubahan pola penyakit yang cepat akibat perubahan iklim yang terlalu cepat.

Terdapat tiga tipe dasar dalam studi analog yaitu : 1) tren historis (contohnya tren pemanasan lokal, peningkatan atau penurunan curah hujan), 2) even/kejadian historis (contohnya perubahan cuaca ekstrem yang berdampak banjir atau kekeringan) dan 3) studi potong lintang (*cross sectional*) analog spasial (misalnya kondisi iklim di suatu lokasi X saat ini dianggap analog dengan kondisi iklim di suatu lokasi X di masa depan) .

## **Pemodelan Prediktif Dampak Perubahan Iklim Global Terhadap Kesehatan Masyarakat**

Berbeda dengan pemodelan dalam penelitian-penelitian epidemiologi bidang kesehatan lainnya, pemodelan dalam memprediksi dampak perubahan iklim terhadap kesehatan masyarakat di masa yang akan datang sering dihadapkan pada beberapa kesulitan, hal ini disebabkan karena kompleksitas masalah yang dihadapi dan adanya kesulitan dalam validasi eksternal terhadap data-data historis yang relevan. Beberapa keterbatasan model penelitian ini meliputi : tingginya tingkat agregasi baik secara spasial maupun temporal, keterbatasan dalam validasi data, terbatasnya teori-teori yang mendukung dan perlunya beberapa penyederhanaan dalam spesifikasi model.

Dalam pemodelan prediktif dampak perubahan iklim terhadap kesehatan masyarakat sendiri terdapat tiga jenis pendekatan utama yaitu pemodelan statistik-empirik, pemodelan berbasis proses atau biologis dan pemodelan terintegrasi. Pemilihan model yang akan diaplikasikan tergantung pada beberapa hal seperti tujuan penelitian dan data yang tersedia, pemodelan berbasis proses/ biologis dianggap paling ideal namun model tersebut sulit untuk dikembangkan. Pendekatan statistik-empirik dianggap terbaik kedua setelah pemodelan proses/ biologis namun pelaksanaannya

sangat tergantung dengan data-data yang tersedia dan relevan, sedangkan pemodelan yang terintegrasi adalah menggabungkan dua model terdahulu untuk memperkirakan potensi dampak perubahan iklim global dan perubahan lingkungan utama (misalnya pertumbuhan penduduk, urbanisasi) dan respon kebijakan pada kesehatan masyarakat.

## **Simpulan**

Dampak perubahan iklim terhadap kesehatan masyarakat adalah peningkatan kejadian infeksi dan alergi saluran pernafasan, kanker, penyakit kardiovaskular dan stroke, *foodborne disease* dan gangguan ketersediaan bahan pangan, kematian akibat paparan panas, gangguan tumbuh kembang anak, gangguan mental, penyakit syaraf, *vectorborne and zoonotic diseases (VBZD)* dan penyakit yang ditularkan melalui air. Kelompok yang berisiko tinggi adalah masyarakat dengan penghasilan dan tingkat pendidikan rendah. Metode pengukuran untuk mengestimasi dampak perubahan iklim tersebut terhadap kesehatan masyarakat dapat dilakukan dengan studi analog, model efek dini dan model prediksi.

## **Daftar Pustaka**

- Bernardi, M. *Global Climate Change. A Feasibility Health at a Local Scale*. *Geospatial Health* 2 (2) : 137-150
- Ebi, K.L., Kovats, R.S., Bettina. *An Approach for Assessing Human Health Vulnerability Interventions to Adapt to Climate Change*. *Environmental Health Perspective* 114 : 1930-1934.
- <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> diunduh tanggal 28 November 2011. *UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE 1992..*
- <http://www.epa.gov/climatechange/glossary.html> diunduh tanggal 28 November 2011 *US Environmental Protection Agency (2011) Glossary of Climate Change Terms.*
- <http://publications.worldbank.org>. *Natural Hazards, UnNatural Disasters: The Economics of Effective Prevention*. World Bank, United Nations (2010)
- ILG. 2009. *Understanding the Basics of Climate Change and Public Health: A Guide for Local Officials*. Institute for Local Government, California Climate Action Network.

- Kementrian Lingkungan Hidup. *Ren-cana Aksi Nasional Dalam Menghadapi Perubahan Iklim 2007*. (Cited 28 November 2011) diunduh dari : [www.menlh.go.id/](http://www.menlh.go.id/)
- Longstreth, J. 1991. *Anticipated Public Health Consequences of Global Climate Change*. Environmental Health Perspectives Vol. 96, pp. 139-144, 1991
- McMichael AJ, Martens WJM, Kovats RS, Lele S. *Climate change and human health: mapping and modelling future impacts*. In: Elliot P, et al, editors. *Disease exposure and mapping*. Oxford: Oxford University Press, 2000; in press.
- Parry ML, Carter T. *Climate impact and adaptation assessment*. London: EarthScan, 1998.
- Sudibyakto. *Pengembangan Analisis Risiko Multibencana Dalam Mengantisipasi Perubahan Iklim Indonesia*. Naskah Pidato Peng-ukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta: UGM; 2011.
- The Interagency Working Group on Climate Change and Health (IWGCCH). 2009. *A Human Health Perspective on Climate Change*. Environmental Health Perspective and The National Institute for Environmental Health Science, USA.