

PENGARUH PENIPISAN OZON TERHADAP KESEHATAN MANUSIA

W. Eko Cahyono

Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)

Jl. Dr. Junjunan 133 Bandung 40173

Abstrak

Suatu konsekuensi penting dari penipisan ozon di stratosfer adalah peningkatan transmisi radiasi ultraviolet (UV) matahari pada permukaan dan atmosfer bumi lebih rendah. Perhatian spesifik meliputi peningkatan dalam timbulnya kanker kulit, kerusakan berkenaan dengan penglihatan, dan mempengaruhi kesehatan lainnya pada manusia dan binatang. Resiko kesehatan berhubungan dengan penipisan ozon terutama yang dalam kaitannya dengan radiasi UV-B di lingkungan, yaitu, peningkatan kerusakan pada mata, sistem kekebalan dan kulit. Kerusakan berkenaan dengan penglihatan dari paparan UV yang meliputi efek pada kornea mata, lensa, selaput pelangi dan berhubungan dengan epithelial dan jaringan penghubung. Efek akut berkenaan dengan penglihatan yang umum dari radiasi UV lingkungan adalah photokeratitis. Perkiraan efek penipisan ozon pada katarak telah dibuat, tetapi masih kurang ketidakpastiannya. Seperti dinyatakan pada tahun 1989 [d van Leun, et al., 1989] memperkirakan sekitar kira-kira 0.5% peningkatan katarak untuk 1% yang didukung dengan penurunan ozon.

Kata kunci : UV-B, penipisan ozon, kesehatan manusia

Abstract

An important consequence of stratospheric ozone depletion is the increased transmission of solar ultraviolet (UV) radiation to the Earth's lower atmosphere and surface.. Specific concerns include increases in the incidence of skin cancer, ocular damage, and other health effects in humans and animals. The health risks associated with ozone depletion will principally be those due to increased ultraviolet B radiation (UV-B) in environment, i.e., increased damage to the eyes, the immune system and the skin. Ocular damage from UV exposures includes effects on the cornea, lens, iris and associated epithelial and conjunctival tissues. The most common acute ocular effect of environmental ultraviolet radiation is photokeratitis.

Estimates of the effect of ozone depletion on cataract have been made, but are still highly uncertain. (As stated in the 1989 report, [van der Leun, et al., 1989] these estimates predict an approximately 0.5 % increase in cataract for 1% sustained decrease in ozone)

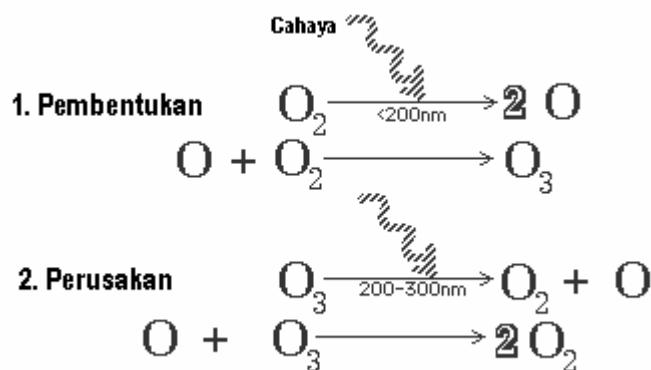
Keywords : UV-B, ozone depletion, human health

1. Pendahuluan

Ozon pertama kali ditemukan oleh C F Schonbein pada tahun 1840. Penamaan ozon diambil dari bahasa yunani OZEIN yang berarti smell atau bau. Ozon dikenal sebagai gas yang tidak memiliki warna. Soret pada tahun 1867 mengumumkan bahwa ozon adalah sebuah molekul gas yang terdiri tiga buah atom oksigen. (Sugiarto, AT., 2003)

Secara alamiah ozon dapat terbentuk melalui radiasi sinar ultraviolet pancaran sinar Matahari. Chapman menjelaskan pembentukan ozon secara alamiah pada tahun 1930. Di mana ia menjelaskan bahwa sinar ultraviolet dari pancaran sinar Matahari mampu menguraikan gas oksigen di udara bebas.

Molekul oksigen tadi terurai menjadi dua buah atom oksigen, proses ini kemudian dikenal dengan nama photolysis. Lalu atom oksigen tadi secara alamiah bertumbukan dengan molekul gas oksigen yang ada disekitarnya, lalu terbentuklah ozon. Ozon yang terdapat pada lapisan stratosfer yang kita kenal dengan nama lapisan ozon adalah ozon yang terjadi dari hasil proses alamiah photolysis, seperti dalam reaksi berikut (Graedel et.al.,1993) :



Proses pembentukan ozon terjadi pula pada smog (kabut) yang banyak kita dapati di kota-kota besar seperti Jakarta, yang sarat dengan polusi udara. Gas NOx dan hydrocarbon dari asap buangan kendaraan bermotor dan berbagai kegiatan industri, merupakan sumber pembawa terbentuknya ozon. (Sugiarto, AT., 2003)

Selain proses alamiah, ozon juga dapat dibuat dengan mempergunakan peralatan antara lain dengan metode electrical discharge dan sinar radioaktif. Pembuatan ozon dengan electrical discharge pertama kali dilakukan oleh Siemens pada tahun 1857 dengan mempergunakan metode dielectric barrier discharge.

Pembentukan ozon dengan electrical discharge ini secara prinsip sangat mudah. Prinsip ini dijelaskan oleh Devins pada tahun 1956. Ia menjelaskan bahwa tumbukan dari electron yang dihasilkan oleh electrical discharge dengan molekul oksigen menghasilkan dua buah atom oksigen.

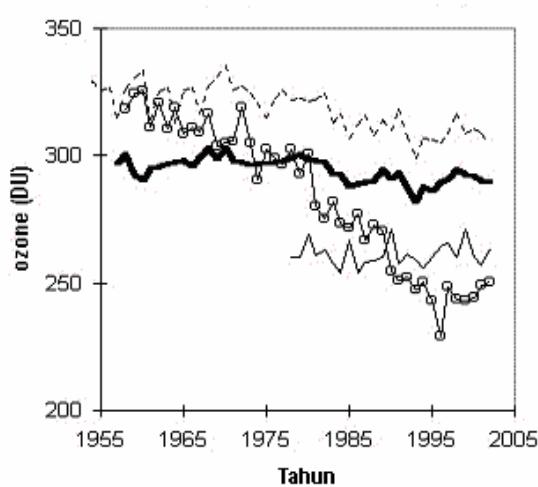
Selanjutnya atom oksigen ini secara alamiah bertumbukan kembali dengan molekul oksigen di sekitarnya, lalu terbentuklah ozon. Dewasa ini, metode electrical discharge merupakan metode yang paling banyak dipergunakan dalam pembuatan ozon diberbagai kegiatan industri. (Sugiarto, AT., 2003)

Di lapisan stratosfer pada ketinggian 12-45 km dari bumi terdapat lapisan ozon. Lapisan ozon tersebut berbentuk seperti mantel yang menyelimuti bumi. Pada lapisan tersebut terdapat konsentrasi ozon tertinggi di atmosfer, tetapi dibandingkan dengan gas-gas lain (N₂, O₂ dll.), konsentrasi ozon tersebut masih sangat rendah. Ozon di stratosfer (lapisan ozon) melindungi semua makhluk hidup dari pancaran sinar ultraviolet yang berasal dari matahari. Karena itu, ozon di stratosfer bermanfaat bagi manusia, kebalikan dari ozon di troposfer (Suprayitno,1999).

Penelitian lapisan ozon di atas wilayah Indonesia dilakukan untuk memahami karakteristik ozon stratosfer dan troposfer dalam kaitannya dengan penipisan ozon dan pemanasan global. Ozon secara alamiah terbentuk melalui proses fotokimia, konsentrasi ozon terbesar sekitar 90 % berada di stratosfer, yang berfungsi sebagai penyerap radiasi ultraviolet, sementara 10 % berada di troposfer. Ozon permukaan adalah ozon troposfer pada ketinggian paling bawah. Di troposfer ozon bersifat sebagai gas rumah kaca sehingga dapat menyokong perubahan iklim. Pada konsentrasi tertentu ozon di permukaan dapat merupakan polutan yang bersifat racun pada makhluk hidup.

2. Penipisan Lubang Ozon

Ozon di lapisan atas (lapisan stratosfer), terbentuk secara alami, dan melindungi bumi. Namun zat kimia buatan manusia telah merusak lapisan tersebut, sehingga menimbulkan penipisan lapisan ozon. Zat kimia itu dikenal dengan ODS (*ozone-depleting substances*), diantaranya chlorofluorocarbons (CFCs), hydrochlorofluorocarbons (HCFCs), halons, methyl bromide, carbon tetrachloride, dan methyl chloroform. Zat perusak ozon tersebut sebagian masih digunakan sebagai bahan pendingin (coolants), foaming agents, pemadam kebakaran (fire extinguishers), pelarut (solvents), pestisida (pesticides), dan aerosol propellants.

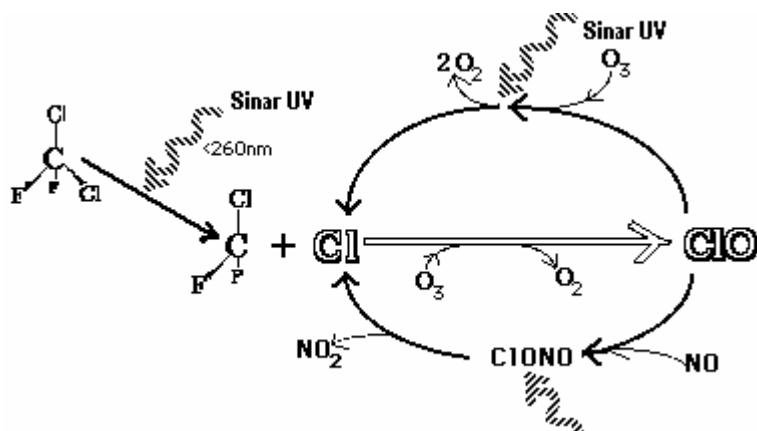


Gambar 2.1. Rata-rata Konsentrasi Ozon Global (Johnston, W.R., 2002)

Kloroflorokarbon atau Chlorofluorocarbon (CFC) mengandung klorin (chlorine), florin (fluorine) dan karbon (carbon). CFC ini merupakan aktor utama penipisan lapisan ozon. CFCs sangat stabil di troposfer. CFCs yang paling umum adalah CFC-11, CFC-12, CFC-113, CFC-114, dan CFC-115. Potensi merusak ozon dari CFC tersebut secara berurutan adalah 1, 1, 0.8, 1, dan 0.6. Dampak dari CFC terhadap lapisan ozon terlihat pada gambar 2.1., pada gambar tersebut menunjukkan penurunan lapisan ozon global (garis tebal), bumi belahan utara (garis

putus-putus), wilayah Antartika (garis bertanda bulatan), dan daerah ekuator (garis tipis/paling bawah).

Di udara, zat ODS tersebut terdegradasi dengan sangat lambat. Bentuk utuh mereka dapat bertahan sampai bertahun-tahun dan mereka bergerak melampaui troposfer dan mencapai stratosfer. Di stratosfer, akibat intensitas sinar ultraviolet matahari, mereka pecah, dan melepaskan molekul chlorine dan bromine, yang dapat merusak lapisan ozon. Proses penipisan ozon seperti pada gambar 2.1. Ozon menipis (rusak) karena akibat dari hasil samping aktivitas manusia yang berlebihan telah mengganggu keseimbangan alami yang telah berjalan. Salah satu perusaknya adalah CFC (Chloro Fluoro Carbon). Beberapa zat kimia dapat bereaksi dengan ozon di stratosfer, sehingga proses perusakan ozon berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan proses pembentukannya kembali. Setelah CFC sampai di atmosfer melepaskan klorin (Cl), lalu bereaksi dengan ozon. Dengan cara ini satu molekul klorin dapat memisahkan ribuan molekul ozon, sehingga lapisan ozon mengalami penipisan. Para peneliti memperkirakan satu atom chlorine dapat merusak 100.000 molekul ozon.



Gambar 2.2 : Proses perusakan ozon oleh CFC (Graedel et.al.,1993)

Walaupun saat ini zat kimia perusak lapisan ozon telah dikurangi atau dihilangkan penggunaannya, namun penggunaannya di waktu yang lampau masih dapat berdampak pada perusakan lapisan ozon. Penipisan lapisan ozon dapat diteliti dengan menggunakan satelit pengukuran, terutama di atas kutub bumi.

Penipisan lapisan ozon pelindung akan meningkatkan jumlah radiasi matahari ke bumi yang dapat menyebabkan banyak kasus kanker kulit, katarak, dan pelemahan sistem daya tahan tubuh. Terkena UV berlebihan juga dapat menyebabkan peningkatan penyakit melanoma, kanker kulit yang fatal. Menurut US EPA, sejak 1990, resiko terkena melanoma telah berlipat dua kali.

Ultraviolet dapat juga merusak tanaman sensitif, seperti kacang kedelai, dan mengurangi hasil panen. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa fitoplankton di laut, yang merupakan basis

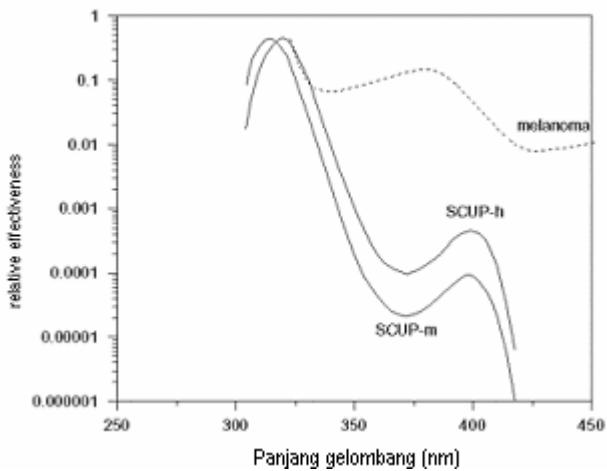
rantai makanan di laut, telah mengalami tekanan akibat ultraviolet. Tekanan ini dapat berdampak pada manusia berupa terpengaruhinya pasokan makanan dari laut. Isu penipisan lubang ozon telah dijadikan isu internasional oleh Badan PBB untuk Lingkungan Hidup, United Nations Environment Programme (UNEP), sejak tahun 1987. Sebuah protokol konvensi, dikenal dengan Montreal Protocol, mengajak negara yang telah menandatangani konvensi tersebut untuk menghapus produksi CFC secara bertahap pada 1 Januari 1996. Jika upaya ini berhasil maka lapisan ozon akan kembali normal pada tahun 2050.

3. Dampak Penipisan Ozon

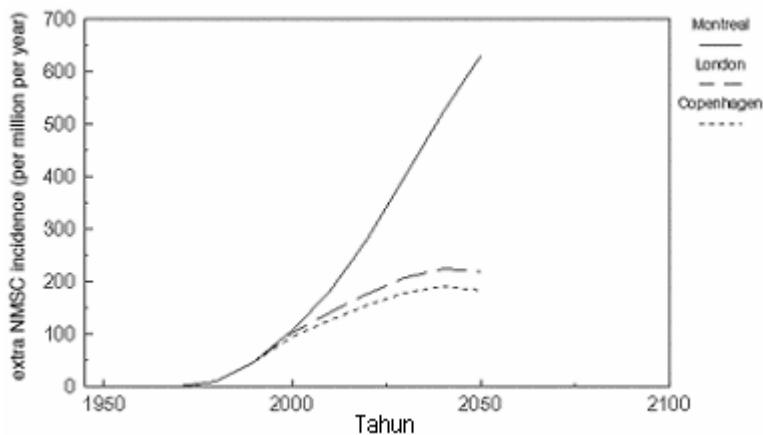
United Nations Environment Programme (UNEP, Program Lingkungan PBB) memperkirakan jika lapisan ozon berkurang 10 persen, angka kejadian penyakit kanker kulit di seluruh dunia akan meningkat 26 persen (*Times*, Juni 1992). Untuk di Amerika Serikat saja, diperkirakan selama 50 tahun mendatang ada tambahan korban penyakit kanker kulit sebanyak 200.000, demikian prediksi para ahli epidemiologi pada *Environmental Protection Agency* (EPA, Biro Perlindungan Lingkungan Hidup) Amerika Serikat. Selain itu juga akan meningkatkan jumlah penderita katarak, menurunkan tingkat kekebalan dan membuka peluang terjadinya perubahan genetik (William K Reily, *Statement on Ozone Depletion*, 1991).

Selain di bidang kesehatan, paparan radiasi ultraviolet yang berlebihan juga akan mempengaruhi bidang pertanian. Walaupun belum diketahui dengan tepat tambahan radiasi ultraviolet yang mencapai permukaan tanah selama fase-fase rawan dari pertumbuhan tanaman (karena hanya sedikit stasiun pemantau yang mengukur radiasi ultraviolet pada permukaan tanah), namun hasil penelitian dari Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization di Australia serta hasil penelitian International Rice Research Institute di Filipina menunjukkan radiasi ultraviolet dapat mengganggu pertumbuhan gandum, padi dan makanan pokok lain (*Increased Ultraviolet Radiation Stunts Rice Plant Growth, International Rice Research Institute*, 1991).

Ironinya, walaupun konsentrasi CFC-11 dalam atmosfer hanya 0,3 ppm dan CFC-12 sekitar 0,5 ppm dan walaupun produksi CFC itu segera dihentikan (padahal saat ini laju pertambahannya masih sekitar 4 persen per tahun), namun hilangnya ozon di stratosfer akan berlanjut selama beberapa tahun kemudian. Hal ini karena CFC mempunyai sifat yang amat stabil, sehingga ia mempunyai umur yang panjang. CFC-11 dapat tetap berada dalam atmosfer selama 65 tahun dan CFC-12 sekitar 130 tahun. Itulah sebabnya penggunaan CFC harus segera di-*phase out*. (Adiningsih, NU., 2002)



Gambar 3.1. Spektra kanker pada model binatang: Melanoma pada ikan [Setlow *et al.*, 1993], kanker kulit non-melanoma pada tikus -SCUP-m [DeGruijl *et al.*, 1993], dan pada manusia - SCUP-h [DeGruijl and van der Leun, 1994]



Gambar 3.2. Estimasi kenaikan pada NMSC (kanker kulit non-melanoma dengan skenario kenaikan 3 CFC [Slaper *et al.*, 1993]

Sinar ultraviolet dalam jumlah kecil diperlukan oleh tubuh manusia, yaitu membantu pembentukan vitamin D oleh tubuh. Tetapi sinar ultraviolet dalam jumlah banyak juga dapat menyebabkan kanker kulit, kerusakan mata dan menurunkan kekebalan tubuh. Sinar UV-B dalam jumlah yang besar dapat merusak sel-sel hidup, khususnya sel kulit sehingga sel ini menjadi sel kanker. Berat ringannya penyakit yang ditimbulkan tergantung dari panjang gelombang dari paparan radiasi UV seperti model pada gambar 3.1. dan gambar 3.2. merupakan skenario kerusakan yang ditimbulkan bila terjadi kenaikan 3 CFC. Katarak mata adalah Penyakit yang timbul akibat sinar UV-B yang dapat menimbulkan kebutaan. Sebuah penelitian di Amerika menunjukkan bahwa semakin dekat khatulistiwa semakin banyak orang yang terserang katarak. Kekebalan tubuh (imunitas): Sinar UV-B juga dapat mengakibatkan menurunnya kekebalan tubuh, sehingga orang akan lebih mudah terserang penyakit.

4. Kesimpulan

Penipisan lapisan ozon di stratosfer akan meningkatkan jumlah sinar UV-B yang sampai ke bumi sehingga akan berakibat negatif terhadap kehidupan di permukaan bumi seperti yang dialami oleh manusia, misalnya dampak negatif yang terjadi pada manusia adalah menyebabkan kanker kulit, kerusakan mata dan menurunkan kekebalan tubuh bila terjadi penipisan / pengurangan ozon di lapisan stratosfer. Diperkirakan bahwa dengan penipisan ozon sekitar 0.5% akan menyebabkan peningkatan katarak untuk kurang lebih 1%.

Daftar Pustaka

1. Adiningsih, NU., 2002, Mengkhawatirkan, Kondisi Lapisan Ozon Bumi, Suara Pembaruan Daily, Jakarta
2. Anonim, 2003, Pencemaran Udara, Pencemaran Lingkungan Online, <http://www.tlitb.org/plo/index.html>
3. de Gruijl, F.R., and J. C. van der Leun (1994) Estimate of the wavelength dependency of ultraviolet carcinogenesis in humans and its relevance to the risk assessment of a stratospheric ozone depletion, *Health Physics* 67:317-323. de Gruijl, F. R., H. J. C. M. Sterenborg, P. D. Forbes, R. E. Davies, C. Cole, G. Kelfkens, H. Van Weelden, H. Slaper, and J. C. van der Leun (1993) Wavelength dependence of skin cancer induction by ultraviolet irradiation of albino hairless mice, *Cancer Res.* 53:53-60.
4. Graedel, TE and Crutzen, PJ., 1993, Atmospheric Change: an Earth System Perspective_2nd ed.,Freeman, New York.
5. Johnston, W.R., 2002, Environmental Topics, <http://www.johnstonsarchive.net>.
6. Sugiarto, AT., 2003, 18 Maret 2003, Ozon, Kawan atau Lawan, Kompas, Jakarta.
7. Suprayitno; Messmer, M.,dipl. Natw. ETH, 1999, Perusakan Lapisan Ozon, PPPGT / VEDC Malang.
8. Slaper, H., M. G. J. Den Elzen, H. J. van der Woerd, and J. De Greef (1992) Ozone depletion and skin cancer incidence: an integrated modeling approach. Report 749202001, National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM), Bilthoven, the Netherlands.