

PEMANFAATAN POTENSI OZON DI INDONESIA

Lilik Slamet.5.

Peneliti Bidang Aplikasi Klimatologi dan Lingkungan, LAPAN

1 PENDAHULUAN

Mendengar kata ozon, maka yang terlintas pada pikiran kita adalah Iubang ozon yang semakin hari semakin menganga lebar di kutub selatan. Lubang ozon seakan menjadi jendela yang luas untuk masuknya sinar ultraviolet dari matahari, konon katanya sangat berbahaya bagi kehidupan di bumi. Lubang ozon sebenarnya adalah suatu Istilah untuk menyatakan semakin menipisnya lapisan ozon (ozonosfer).

Molekul ozon merupakan bagian terkecil dari atmosfer bumi (hanya 0,03 % dari seluruh total volume atmosfer) (Soenarmo, 2004). Pada lapisan stratosfer, ozon berfungsi sebagai penyaring (filter) dan pelindung terhadap masuknya sinar ultraviolet dari matahari. Dengan adanya lapisan ozon, sinar ultraviolet yang masuk ke bumi menjadi berkurang jumlah dan intensitasnya, karena sinar ultraviolet dalam jumlah yang melebihi sangat membahayakan kehidupan makhluk hidup di bumi.

2 SEKILAS TENTANG OZON

Ozon yang daiam simbol kimia dinyatakan dengan O₃ pertama kali ditemukan tahun 1839 oleh seorang ilmuwan berkebangsaan Jerman bernama Christian Freiderich Schoubin. Awalnya molekul ozon hanya terdapat pada lapisan stratosfer. Namun seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, molekul-molekul ozon tidak hanya di lapisan stratosfer, tetapi telah memasuki lapisan troposfer. Pada stratosfer sendiri yang seharusnya terkonsentrasi molekul ozon, malah terjadi penipisan, molekul ozon pada stratosfer semakin berkurang.

Masuknya molekul ozon ke dalam lapisan troposfer dikarenakan adanya zat polutan (zat pencemar) yang berinteraksi dengan molekul ozon sehingga molekul ozon yang terbawa oleh dinamika atmosfer memasuki lapisan troposfer. Zat polutan udara tersebut berasal dari hasil aktivitas di bumi baik secara alami maupun dilakukan sengaja oleh manusia.

Molekul ozon terdistribusi tidak merata di atmosfer. Sampai saat ini 90 % dari seluruh total konsentrasi ozon berada di stratosfer, sedangkan 10 % sisanya di troposfer. Ozon pada lapisan stratosfer berfungsi sebagai filter dan pelindung bumi dari sinar ultraviolet matahari, sedangkan ozon di lapisan troposfer bersifat racun (toksin), polutan bagi makhluk hidup di bumi, dan merupakan salah satu gas rumah kaca yang dapat menaikkan suhu permukaan bumi.

3 MOLEKUL OZON DI TROPOSFER

Pada lapisan troposfer, kondisi ozon lebih banyak mengalami perubahan jika dibandingkan dengan di lapisan stratosfer. Hal ini dimungkinkan karena beberapa faktor yaitu pengaruh aktivitas manusia, seperti industri, transportasi, dan pertanian yang merupakan sumber polusi udara. Lapisan troposfer lebih dekat dan langsung bersentuhan dengan aktivitas di bumi. Faktor kedua adalah karena proses pembentukan serta perusakan ozon di troposfer berlangsung secara terus-menerus dan berulang.

Jumlah konsentrasi ozon total di atas wilayah Indonesia berubah-ubah menurut tempat dan waktu, yaitu berkisar antara 240 sampai dengan 290 Dobson Unit (1 Dobson

Unit = $2,69 \times 10^{16}$ molekul ozon/env*). Nilai *mixing ratio ozon* dalam udara di permukaan berkisar antara 20 sampai 41 ppb (*pari per toffion*=bagian per milyar) dari volume udara. Di pedesaan ozon troposfer lebih sedikit dari pada perkotaan. Hal ini karena di pedesaan terdapat sedikit pencemaran udara.

Hidayati *et al* (2000) menyatakan bahwa gejala alam seperti kejadian El Nino dapat meningkatkan konsentrasi ozon di troposfer. Jumlah konsentrasi molekul ozon terbesar berada pada ketinggian 26 sampai dengan 27 km yang disebut sebagai lapisan ozonosfer atau *Good Ozone*. Untuk mengetahui konsentrasi ozon digunakan peralatan *ozon-sonde*.

Molekul ozon bertambah karena terjadinya proses pembentukan dan berkurang konsentrasinya akibat dari perusakan dan gangguan. Secara alami, proses produksi dan perusakan molekul ozon dikendalikan oleh radiasi ultraviolet yang sering disebut dengan *Chapman reactions*.

Pembentukan dan perusakan molekul ozon sebagian besar disebabkan oleh adanya katalis-katalis seperti NO_x (nitrogen oksida), ClO_x (gugus klorin), dan HO_x (gugus hidroksil). Katalis-katalis tersebut berasal dari aktivitas yang dilakukan manusia, seperti transportasi, industri, rumah tangga, dan pertanian lahan sawah. Sedangkan aktivitas alam seperti letusan gunung api dan gempa tektonik akan banyak melepaskan aerosol yang diyakini berpengaruh pada koasentrasi molekul ozon.

Asiati *et. al* (2002) menyatakan bahwa secara umum konsentrasi molekul ozon saat ini secara umum dipengaruhi oleh aktivitas matahari, dinamika atmosfer, intrusi ozon dari stratosfer, dan adanya zat katalis berupa polutan udara. Cahyono *et al* (1998) menyatakan bahwa pada fase aktivitas matahari naik (siklus ke-22, matahari pada orbitnya memiliki siklus dengan periode tetap), maka konsentrasi molekul ozon total juga cenderung naik. Produksi molekul ozon

terbesar terjadi pada daerah khatulistiwa seperti Indonesia. Hal ini dikarenakan wilayah beriklim tropis sepanjang tahun in mendapatkan radiasi surya dengan lama penyinaran yang tetap, yaitu selama 12 jam setiap hari. Namun di negara-negara di daerah beriklim subtropis (daerah yang terletak pada garis lintang tengah dan tinggi) dan kutub hanya mendapatkan radiasi surya secara periodik. Untuk iklim subtropis dan kutub di belahan bumi utara mendapatkan cahaya matahari pada bulan April sampai dengan Agustus, sedangkan untuk wilayah iklim yang sama di belahan bumi selatan mendapatkan cahaya surya antara bulan Oktober sampai dengan Februari dengan lama penyinaran tidak sama untuk setiap bulan.

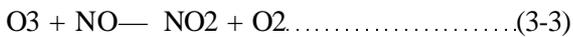
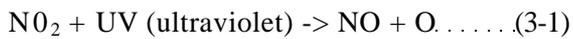
Konsentrasi molekul ozon juga menurun pada suatu tempat karena proses transport dinamika atmosfer ke tempat lain. Inilah yang menyebabkan kondisi lapisan ozon terbesar justru terdapat pada daerah beriklim subtropis, sementara itu pembentukan molekul ozon terbesar di daerah beriklim tropis. Dinamika atmosfer ini yang memin-dahkan molekul ozon dari tempat pembentukan di daerah khatulistiwa (terletak pada garis lintang rendah) ke daerah beriklim subtropis (garis lintang tinggi).

Di daerah khatulistiwa konsentrasi ozon total juga dipengaruhi oleh osilasi semi annual (SAO = *Semi Annual Oscifation*) yaitu sirkulasi udara yang berperiode musiman dua kali dalam setahun dan QBO (*Quasi Biennial Oseilation*) yang berperiode satu tahun. Dinamika atmosfer juga telah membawa dan memindahkan molekul ozon dari stratosfer menuju troposfer, prosesnya disebut intrusi stratosfer.

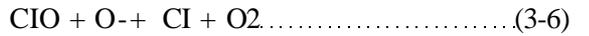
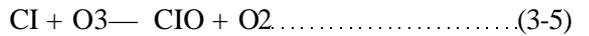
Adanya katalis zat kimia yang berasal dari zat-zat polutan udara seperti gugus OH (hidroksil), gugus nitrogen oksida (NO_x), gugus klorin (ClO_x) mempengaruhi konsentrasi ozon. Reaksi polutan udara dengan molekul ozon menghasilkan gas oksigen (O₂). Reaksi kimia antara ozon

dengan gas polutan udara, selain menghasilkan oksigen juga banyak membawa molekul ozon masuk ke dalam troposfer. Setelah terbentuk oksigen, maka secara berkesinambungan akan terbentuk molekul ozon kembali.

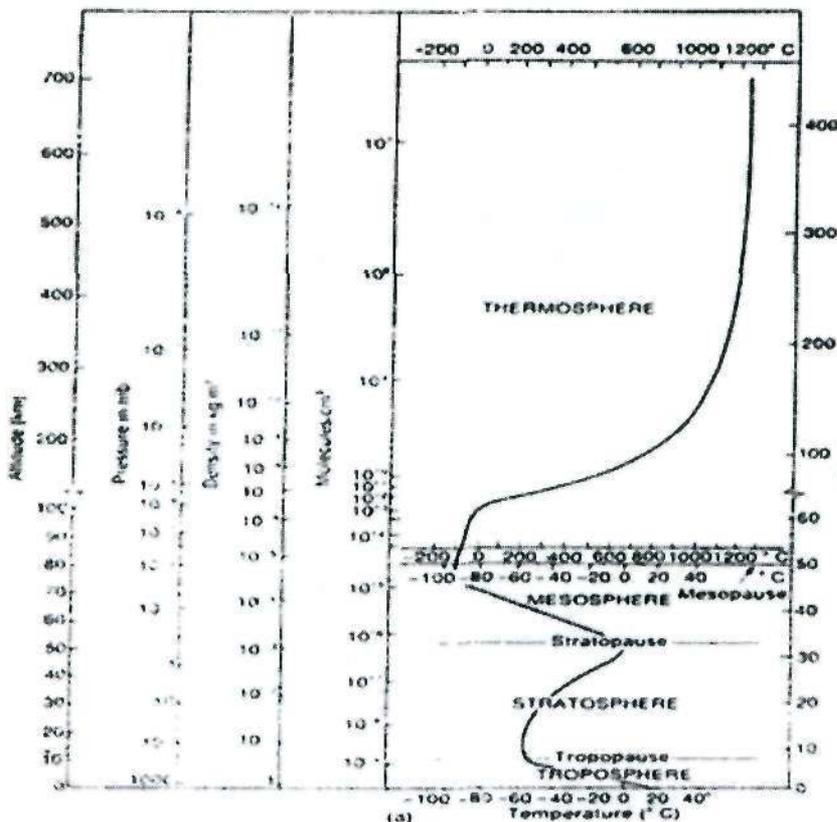
Tingkat perusakan zat polutan udara terhadap ozon sangat tergantung pada ketinggian. Ketinggian lapisan mesopause (perbatasan lapisan termosfer dengan lapisan mesosfer) sekitar 80 sampai 85 km di atas permukaan bumi, molekul ozon dirusak dan mendapatkan gangguan dari gugus hydrogen (Budiyono *et. al.* 2000). Sedangkan pada ketinggian antara 20 sampai dengan 40 km di atas permukaan bumi (pada lapisan stratosfer) molekul ozon dirusak oleh oksida nitrogen (NOx). Reaksi perusakan ozon oleh NOx, adalah



Pada ketinggian 8 sampai dengan 20 km di atas permukaan bumi (lapisan stratosfer bawah atau *tropopause*; batas antara lapisan troposfer dengan stratosfer) molekul ozon dirusak oleh gugus klorin seperti CFC (kloro fluoro karbon) yang berasal dari hasil limbah aktivitas industri dan rumah tangga. Reaksi perusakan ozon oleh CFC seperti tersaji pada persamaan berikut.

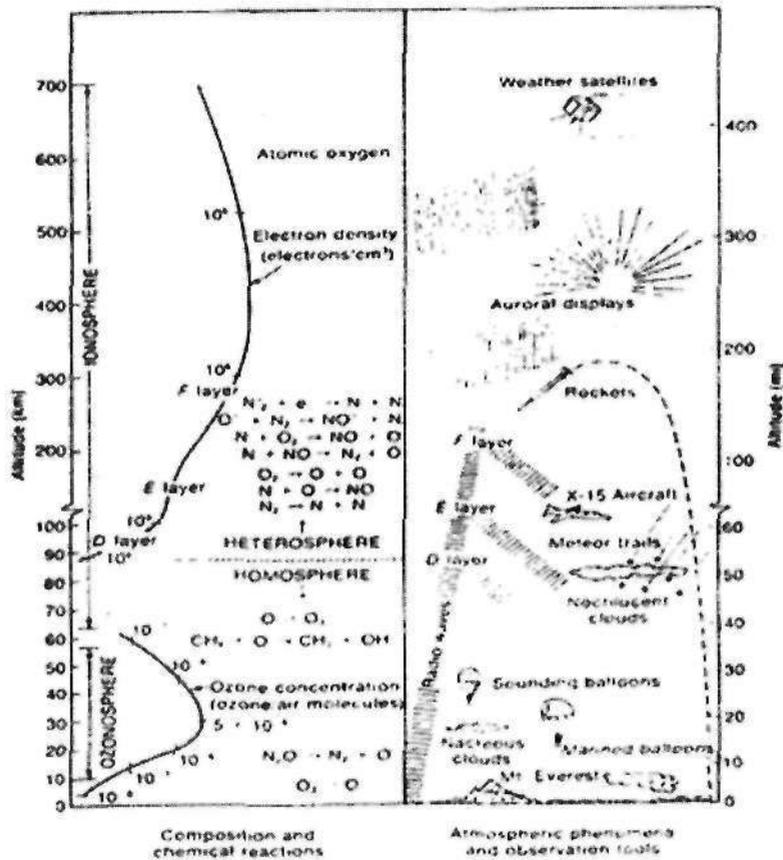


Peningkatan konsentrasi ozon pada lapisan troposfer bawah (daerah yang dekat dengan permukaan bumi) mengakibatkan pengaruh yang merugikan pada kesehatan makhluk hidup. Molekul ozon yang sampai di permukaan bumi memiliki sifat korosif (karat) pada material bahan bangunan (khususnya yang terbuat dari logam), bersifat racun pada tanaman dan hewan.



Sumber: Barbatoet. al. (1981)

Gambar 3-1: Ketinggian lapisan atmosfer



Sumber : Barbato et. al. (1981)

Gambar 3-2: Ketinggian lapisan ozonosfer

4 PEMANFAATAN POTENSI OZON DI TROPOSFER

Dengan melihat dan mengetahui besar konsentrasi ozon di Indonesia, maka perlu dilakukan penelitian dan pengembangan untuk memanfaatkan ozon bagi kesejahteraan manusia. Dengan demikian keberadaan ozon di troposfer atau pengurangan ozon di stratosfer bukan momok yang menakutkan.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah dapat memanfaatkan keberadaan molekul ozon secara tidak langsung (melalui proses kimia terlebih dahulu dalam laboratorium), yaitu digunakan untuk proses sterilisasi air minum kemasan. Molekul ozon juga sebagai pembersih atmosfer yang efisien dari polutan-polutan udara yang mengapung di atmosfer dan tidak diinginkan makhluk hidup. Reaksi polutan-polutan udara dengan molekul ozon akan mengikat polutan udara dan membawanya kembali ke bumi larut dalam air hujan.

Secara tidak langsung juga, molekul ozon yang bereaksi dengan zat polutan udara akan menghasilkan gas oksigen (reaksi 3-1 sampai 3-3). Melalui proses kimia dalam laboratorium, gas oksigen yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk campuran air minum, pernafasan buatan dalam bentuk tabung-tabung besar gas oksigen di rumah-rumah sakit, dan dibutuhkan untuk penguraian bahan organik terutama pada badan-badan air (waduk dan sungai) secara aerob (memerlukan gas oksigen). Reaksi kimia dari O₂ menghasilkan O₃ atau sebaliknya, tersaji di bawah ini:



Bahan organik yang terurai secara anaerob (tidak ada gas oksigen) akan menghasilkan gas metan yang menambah problema

baru lagi. Gas metan adalah salah satu gas rumah kaca dan polutan terbesar kedua setelah karbondioksida. Efektivitas metan dalam menangkap panas lebih besar dari pada karbondioksida pada konsentrasi ke dua zat yang sama (Etheridge *et al*, 1992). Pada konsentrasi tertentu gas metan memancarkan bau kurang sedap.

Kondisi udara saat ini terutama di kota-kota besar yang sudah terpolusi berat, makhluk hidup khususnya manusia perkotaan membutuhkan asupan gas oksigen ke dalam tubuh dengan jumlah yang relatif banyak. Oleh karena itu saat ini banyak diproduksi air minum dalam kemasan dengan campuran gas oksigen terlarut dalam air kemasan dalam jumlah dan konsentrasi yang ekstra.

Gas ozon untuk tahun-tahun yang akan datang sangat diperlukan sekali, mengingat kualitas air baku untuk air minum atau untuk kegiatan MCK (mandi, cuci, dan kegiatan rumah tangga lainnya) semakin turun (di bawah baku inutu). Begitu pula dengan gas oksigen yang semakin hari semakin banyak diperlukan untuk air minum dan badan-badan air. Dengan adanya oksigen terlarut dalam air minum akan menjaga jumlah mikroba dalam tubuh dan memberikan kondisi baik pada mikroba untuk menguraikan bahan organik dalam tubuh. Pada saat ini banyak dijual air minum kemasan dengan kandungan oksigen terlarut yang relatif tinggi hingga mencapai kadar oksigen terlarut 80 %. Sedangkan gas oksigen yang terlarut dalam air sungai atau waduk diperlukan untuk menguraikan bahan organik agar tidak dihasilkan metan dan bau kurang sedap.

5 PENUTUP

Mengingat efek gas rumah kaca dan sifat toksin dari ozon di troposfer, maka sudah saatnya untuk memanfaatkan ozon di troposfer bagi kesejahteraan manusia (sterilisasi air minum). Pemakaian ozon ini

tidak saja akan mengurangi kadar ozon di troposfer juga akan memberikan pengaruh kesehatan pada tubuh karena dapat diubah menjadi oksigen terlarut dalam air minum.

DAFTAR RUJUKAN

- Asian, S, Rukmi H, Toni, S, 2002. *Analisis Faktor Yang Berpengaruh Pada Ozon Permukaan*, Warta Lapan, No. 2, Vol. 4, Juni, LAPAN, Jakarta.
- Barbato J. P., Elisabeth A. A., 1981. *Atmospheres*, Pergamon Press, USA.
- Budiyono, A, Nurlaini, Nurzaman A, 2000. *Hubungan Ozon Permukaan Dan Prekursornya (Studi Kasus: Jakarta)*, Majalah LAPAN, No. 3, Vol. 2, Juli, LAPAN, Jakarta.
- Cahyono, W, E, Wilson S, Laode M.M.K, 1998. *Variasi Ozon Total Di Atas Equator Selama Menaiknja Aktivitas Matahari Siklus Ke- 22*, Majalah LAPAN, No. 87, Tahun XXII, LAPAN, Jakarta.
- Etheridge, D. M, G. I. Pearman, P. J. Fraser, 1992. *Changes in Tropospheric Methane between 1841 and 1978 From A High Accumulation Rate Antarctic Ice Core*, Tellus44B (282-294).
- Hidayati, R, Muzirwan, 2000. *Dampak El Nino 1997-1998 Pada Ozon Troposfer Tropis Indonesia*, Warta LAPAN, Vol. 2, No. 3, Juli, LAPAN, Jakarta.
- Manik, T, Rosida, Sri Wahyu P, Syafei S, Rosalina N, Toni S, Sumardi, Sunardi, 1999. *Perilaku Ozon Di Pulau Jawa*, Majalah LAPAN, No. 2, Vol. 1, LAPAN, Jakarta.
- Soenarmo, S. H, 2004. *Aplikasi Klimatologi Dan Lingkungan*, Diktat Dikl.it Aplikasi Klimatologi, September 2004, LAPAN, Bandung.