

PROFIL VERTIKAL SERTA KORELASI *RADICAL HYDROXYL* DAN OZON DI INDONESIA BERBASIS OBSERVASI SENSOR *MLS* SATELIT AURA

Soni Aulia Rahayu dan Novita Ambarsari
Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
Jl. Dr. Djundjuran No.133 Bandung
email : soni.aulia@yahoo.com; novitaambar@yahoo.com

Abstract

Hydroxyl radical (OH) is one of the important compounds in the decomposition of greenhouse gases in the atmosphere. However, OH radicals in the stratosphere can interfere with the process of formation of ozone as well as ClO and Br. This research aims to study the association increased OH radical and ozone reduction that occurs in the stratosphere. The data used are from satellite instrument AURA with Microwave Limb Sounder (MLS), the data in the form of OH volume mixing ratio by taking the area of Indonesia on the coordinates 6° LS- 11° LU, 95° BT- 145° BT. The results of the analysis of monthly variation of the vertical profile of OH radical to the territory of Indonesia in January 2005 - December 2009 there was an increase in pressure above 10 hPa, with a maximum value occurs at a pressure of 0.006 hPa with a maximum ratio between the OH mixing 0.008 ppmv. As for the monthly variations of ozone vertical profiles in the same year obtained a maximum value at a pressure of 10 hPa with a maximum ratio mixing between 8-11 ppmv. Correlation value of OH radicals with ozone very well occur at a pressure of 0.0046 hPa with values of $r = 0.8$ has a negative relationship, which if the concentration of OH radicals increases it will cause a decrease in ozone concentration

Keywords: OH Radicals, Ozone, MLS, AURA

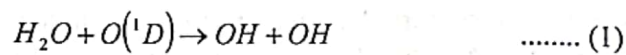
Abstrak

Radikal hydroxyl (OH) merupakan salah satu senyawa penting dalam penguraian gas-gas rumah kaca yang terdapat di atmosfer. Akan tetapi radikal OH pada lapisan stratosfer dapat mengganggu proses terbentuknya ozon seperti halnya ClO dan Br. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keterkaitan peningkatan radikal OH dan penurunan ozon yang terjadi pada lapisan stratosfer. Data yang digunakan berasal dari satelit AURA dengan instrumen *Microwave Limb Sounder (MLS)*, berupa data *volume mixing ratio* OH dengan mengambil wilayah Indonesia pada koordinat 6° LS- 11° LU, 95° BT- 145° BT. Hasil analisis variasi bulanan profil vertikal radikal OH untuk wilayah Indonesia pada Januari 2005 - Desember 2009 terjadi peningkatan pada tekanan di atas 10 hPa, dengan nilai maksimum terjadi pada tekanan 0,006 hPa dengan OH miksing rasio maksimum antara 0,008 ppmv. Sedangkan untuk variasi bulanan profil vertikal ozon pada tahun yang sama diperoleh nilai maksimum pada tekanan 10 hPa dengan miksing rasio maksimum antara 8-11 ppmv. Nilai korelasi radikal OH dengan ozon sangat baik terjadi pada tekanan 0,0046 hPa dengan nilai $r = 0,8$ mempunyai hubungan negatif, dimana apabila miksing rasio radikal OH meningkat maka akan menyebabkan menurunnya miksing rasio ozon.

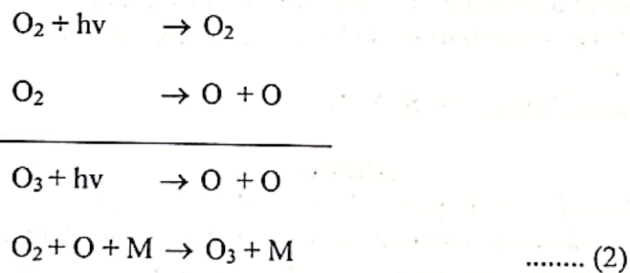
Kata kunci : Radikal OH, Ozon, MLS, AURA

1. PENDAHULUAN

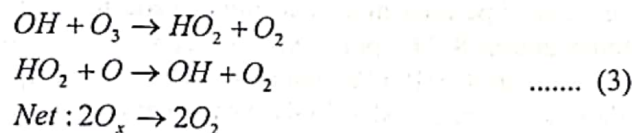
Hidrogen ($HO_x = H + OH + HO_2$), khususnya radikal hidroksil (OH) mempunyai peran yang sangat penting dalam keseimbangan ozon terutama di atmosfer tengah [Damiani, A., et al. 2010]. Sumber utama radikal OH pada lapisan stratosfer berasal dari penghancuran fotokimia uap air (H_2O) dengan atom oksigen dari fotolisis ozon $O(^1D)$ [Robert., et all. 2000].



Ozon memiliki peranan penting di atmosfer karena ozon merupakan perisai bumi dari paparan sinar matahari. Ozon berfungsi menyerap dan mengabsorpsi radiasi sinar ultraviolet yang masuk ke atmosfer bumi, ozon ini terdapat pada lapisan stratosfer. Proses pembentukan ozon di stratosfer dapat terjadi melalui reaksi kimia dimana terjadi penggabungan atom oksigen dengan molekul oksigen [Hidayati. 2002].



Siklus katalitik melibatkan OH mendominasi hilangnya zat kimia dari ozon di stratosfer bawah dan stratosfer atas [Minschwaner, K., et al. 2011]. Hal ini disebabkan radikal OH terlibat dalam siklus katalitik penguraian ozon di stratosfer seperti halnya radikal ClO dan Br.

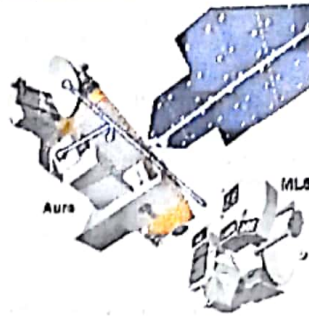


Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari profil vertikal dari radikal OH dan Ozon untuk wilayah Indonesia dan keterkaitan peningkatan radikal OH dan penurunan ozon yang terjadi pada lapisan stratosfer.

2. DATA DAN METODE

Data profil radikal OH dan ozon diperoleh dari sensor yang diunduh dari website resmi MIRADOR <http://mirador.gsfc.nasa.gov/index.shtml>. Data-data ini merupakan hasil observasi sensor Microwave Limb Sounder (MLS) yang terdapat pada satelit AURA milik NASA Amerika. MLS merupakan bagian dari Earth Observing System (EOS) dan merupakan salah satu dari empat instrumen yang terdapat pada satelit AURA. Data profil yang di gunakan adalah data radikal OH dan ozon pada Januari 2005 sampai Desember 2009 untuk wilayah Indonesia dengan koordinat 6° LS- 11° LU, 95° BT- 145° BT.

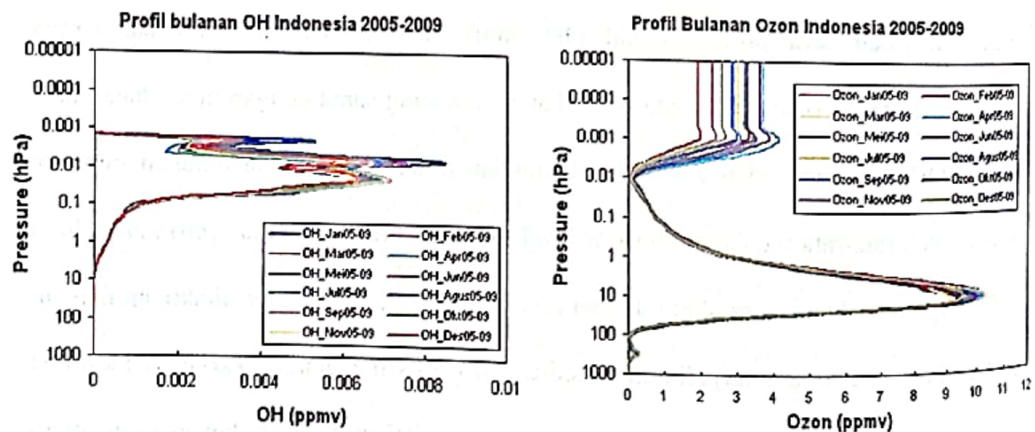
Data yang diperoleh berupa data harian berbentuk file Hdf dan dilakukan pengolahan sehingga diperoleh data harian dan data rata-rata harian. Dengan meratakan nilai miksing rasio radikal OH untuk semua lintang dan bujur wilayah Indonesia maka diperoleh satu profil radikal OH untuk seluruh wilayah Indonesia. Untuk memperoleh profil ozon dilakukan pengolahan data yang sama dengan pengolahan data radikal OH. Dari data rata-rata harian kemudian dijadikan rata-rata bulanan rata-rata tahunan dan rata-rata musiman untuk wilayah Indonesia dengan satuan *part per million volume* (ppmv). Analisis radikal OH dan ozon pada lapisan stratosfer dilakukan dengan melihat keterkaitan yang terjadi antara keduanya. Untuk mengetahui variasi radikal OH dan ozon terhadap ketinggian dibuat grafik antara nilai rata-rata bulan miksing rasio radikal OH dan ozon tahun 2005 sampai 2009 dengan ketinggian.



Gambar 1: Instrumen MLS pada satelit AURA (Sumber : <http://mls.jpl.nasa.gov/index-cos-mls.php>)

Satelit ini diluncurkan pada 15 Juli 2004. MLS melakukan beberapa pengukuran diantaranya komposisi atmosfer, temperatur, kelembapan dan awan es yang dibutuhkan untuk mengetahui kestabilan lapisan ozon, memprediksi perubahan iklim dan variabilitasnya, serta mengembangkan pemahaman mengenai kualitas udara. MLS mengobservasi radiasi termal pada gelombang mikro yang diemisikan bumi, merekam data dari permukaan hingga 90 km setiap 25 detik. Pengukuran oleh MLS dilakukan secara global pada siang dan malam hari [Manins, Peter. 2001].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



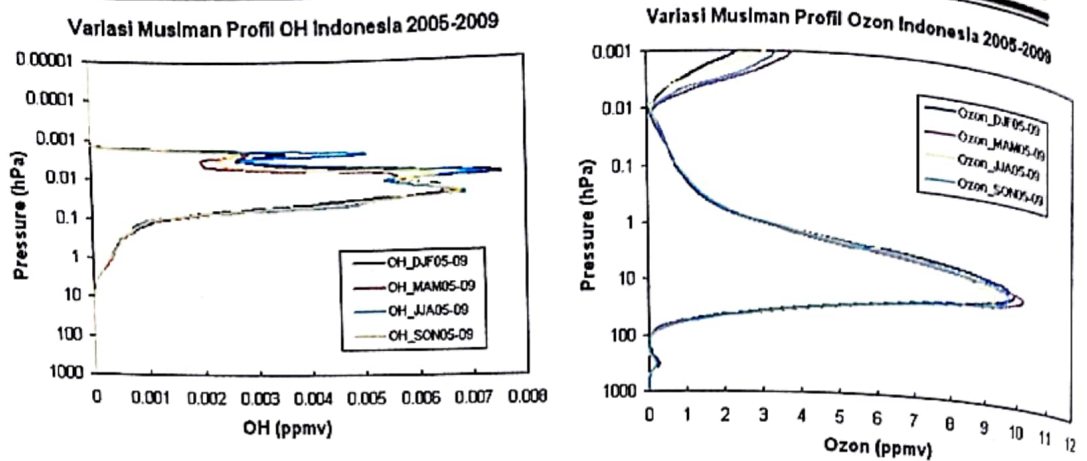
Gambar 2: Profil bulanan OH (kiri) dan profil bulanan Ozon (kanan)

Gambar 2 (kiri) menggambarkan profil bulanan radikal OH dari tahun 2005 sampai tahun 2009. Dari gambar terlihat nilai profil radikal OH maksimum terjadi pada lapisan stratosfer atas yaitu bulan Januari dengan nilai sekitar 0,0085 ppmv pada

tekanan 0,006 hPa. Bulan Januari merupakan bulan basah dimana pada bulan-bulan basah kandungan uap air akan meningkat. Uap air merupakan salah satu faktor terbentuknya radikal OH di atmosfer [Forster, Piers., et al. 2007]. Dengan banyaknya kandungan uap air akan menyebabkan nilai radikal OH akan menurun pada bulan kering. Dari gambar 3.1 (kiri) nilai radikal OH minimum terjadi pada bulan peralihan di bulan April pada tekanan 0,004 hPa dengan nilai miksing rasio 00,1 ppmv. Dimana pada bulan tersebut paparan sinar matahari mulai meningkat.

Profil bulanan ozon untuk wilayah Indonesia pada Januari 2005-Desember 2009 dapat dilihat pada Gambar 2 (kanan). Nilai miksing rasio ozon meningkat mulai dari stratosfer bawah pada tekanan 100 hPa sampai tekanan 10 hPa dengan nilai miksing rasio maksimum mencapai 10,3 ppmv. Nilai miksing rasio ozon maksimum ini terjadi pada lapisan stratosfer tengah. Kemudian terjadi lagi penurunan miksing rasio pada stratosfer atas. Nilai miksing rasio ozon pada lapisan stratosfer dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah uap air dan gas-gas radikal bebas yang dapat menguraikan ozon. Pada lapisan stratosfer bawah penguraian ozon terjadi karena reaksi fotolisis ozon oleh sinar UV, Sedangkan pada lapisan stratosfer atas terjadi akibat reaksi ozon dengan bahan perusak ozon (senyawa halogen) diantaranya ClO, Br dan OH [Ambarsari, N dan Ninong K. 2011].

Untuk nilai variasi musiman radikal OH terlihat pada Gambar 3 (kiri) dimana terlihat musim berpengaruh terhadap nilai miksing rasio dari radikal OH. Nilai miksing rasio maksimum terjadi pada bulan basah yaitu Desember-Januari-Februari (DJF). Dimana pada bulan tersebut terdapat banyak kandungan uap air, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, uap air merupakan salah satu pemicu terbentuknya radikal OH di atmosfer.



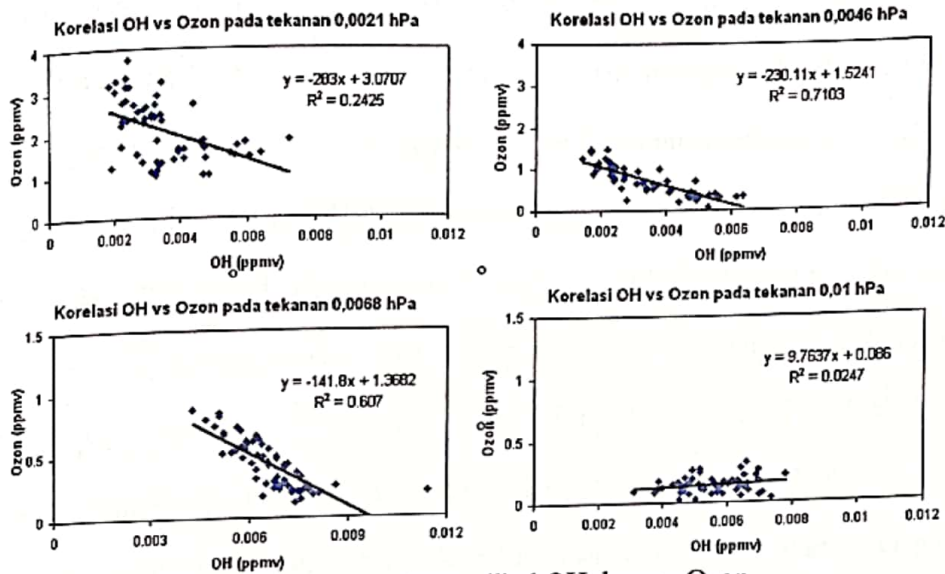
Gambar 3: Variasi musiman profil OH (kiri) dan Variasi musiman profil Ozon (kanan)

Variasi musiman profil ozon untuk wilayah Indonesia tahun 2005-2009 pada Gambar 3 (kanan) terlihat nilai nilai minimum terjadi pada bulan Juni-Juli-Agustus (JJA) atau pada musim kemarau di wilayah Indonesia. Nilai maksimum terjadi pada bulan peralihan dari musim hujan ke musim kemarau, yaitu pada bulan Maret-April-Mei (MAM). Disini terlihat bahwa tidak hanya uap air yang berpengaruh terhadap minimumnya nilai profil ozon pada bulan peralihan. Salah satunya yang berpengaruh adalah airmass. Airmass merupakan salah satu istilah dalam bidang astronomi, airmass dinyatakan sebagai airmass relative yaitu perbandingan panjang lintasan terhadap zenith [Sumaryati, 2008].

Untuk mengetahui sejauh mana keterkaitan antara radikal OH dengan ozon pada lapisan stratosfer berdasarkan perbedaan tekanan dapat dilihat pada Gambar 4. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa radikal OH terdapat pada lapisan stratosfer, dan ozon yang berfungsi untuk melindungi permukaan atmosfer berada pada lapisan stratosfer. Maka diamatilah korelasi radikal OH dengan ozon dengan tekanan yang berbeda pada lapisan stratosfer, yaitu tekanan 0.0021 hPa, 0.0046 hPa, 0.0068 hPa dan 0.01 hPa.

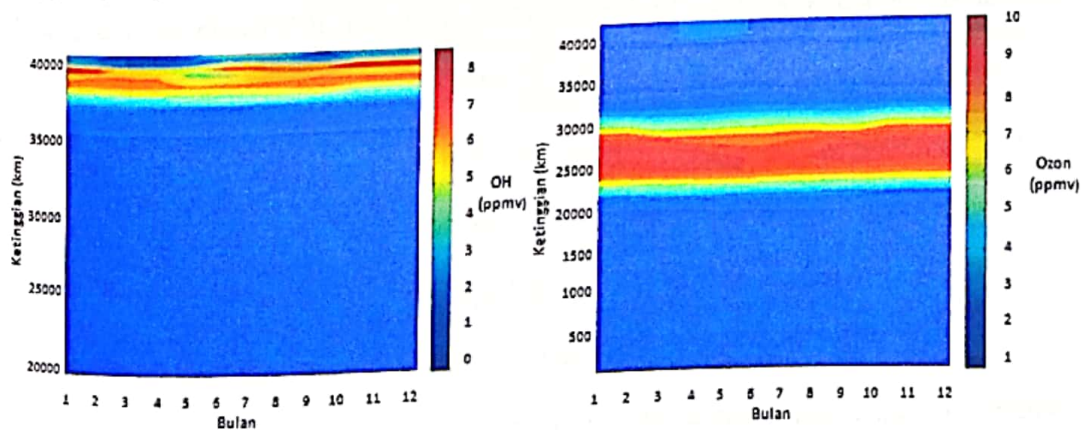
Dari hasil yang diperoleh nilai korelasi terbaik sebesar -0,8 terjadi pada pada tekanan 0,004 hPa, hubungan negatif ini mengindikasikan apabila nilai miksing rasio

radikal OH meningkat maka miksing rasio ozon akan turun. Pada tekanan 0,004 hPa nilai miksing rasio radikal OH mendekati maksimum, sebagai mana telah dijelaskan sebelumnya bahwa radikal OH merupakan salah satu faktor yang terkait dalam proses penguraian ozon.



Gambar 4: Korelasi radikal OH dengan Ozon

Pada Gambar 5 terlihat perbedaan ketinggian dari nilai miksing rasio maksimum radikal OH dan ozon. Miksing rasio radikal OH dengan nilai tinggi terjadi pada bulan Januari sampai Maret kemudian menurun pada bulan April–September dan meningkat kembali pada bulan Oktober–Desember. Sedangkan untuk ozon nilai miksing rasio tinggi terjadi pada Januari–Mei dan naik lagi pada Agustus–Desember.



Gambar 5: Time series ketinggian dengan OH (kiri) dan Ozon (kanan)

4. KESIMPULAN

Profil radikal OH pada tahun 2005-2009 mempunyai nilai maksimum pada lapisan stratosfer atas yaitu pada tekanan 0,006 hPa dengan nilai miksing rasio 0,0085 ppmv dan nilai maksimum miksing rasio Ozon terjadi pada lapisan stratosfer tengah pada tekanan 10 hPa dengan miksing rasion maksimum antara 8–11 ppmv. Keberadaan radikal OH di atmosfer mempunyai pengaruh terhadap tebal tipisnya lapisan ozon. Hal ini dapat terlihat pada gambar time series radikal OH dan ozon dengan ketinggian. Dimana miksing rasio radikal OH maksimum berada pada ketinggian antara 36 – 40 km, sedangkan miksing rasio ozon maksimum berada pada ketinggian 23 – 33 km.

Nilai keterkaitan radikal OH dengan ozon mempunyai korelasi sangat baik pada tekanan 0,0046 hPa dengan nilai $r = 0,8$ mempunyai hubungan negatif, dimana apabila miksing rasio radikal OH meningkat maka akan menyebabkan menurunnya miksing rasio ozon. Penurunan miksing rasio ozon pada lapisan stratosfer bawah dan stratosfer atas terjadi karena penguraian ozon oleh radikal bebas salah satunya adalah radikal OH dan juga sinar UV.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarsari, N dan Ninong K., Variabilitas Ozon Stratosfer di Wilayah Indonesia Hasil Observasi instrumen MLS Satelit AURA, Prosiding Simposium Nasional Inovasi pembelajaran dan Sains 2011, Dalam proses publikasi, 2011.
- Damiani, A., P. Diego., M. Storini., C. Rafenelli., Variability of the Nighttime OH Layer and Mesospheric Ozone at High Latitudes During Northern winter : Influence of Meteorology, Atmos. Chem. Phys., 10, 10291-10303, 2010.
- Forster, Piers., et al., Changes in atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. Climate Change 2007: The Physical Science Basis, 2007.

Hidayati, Rukmi. Perubahan Ozon Total di Indonesia, Prosiding Seminar Nasional Kimia XXII., ISSN : 1410-8313, 2002.

Minschwaner, K., G.L.Manney., S.H.Wang., R.S.Harwood., Hydroxyl in the Stratosphere and Mesosphere – Part 1 : Diurnal Variability, Atmos. Chem. Phys., 11, 955-962, 2011.

Manins, Peter., Paul Holper., Ramasamy Suppiah., et al, "Atmosphere", Australia State of the Environment, ISBN 0 643 06746 9, 2001.

Robert., et al., Satellite Observations of Upper Stratospheric and Mesospheric OH: The HO_x Dilemma, Geophysical Research Letters., Vol. 27, No 17, 2000.

Sumaryati., Pengaruh Airmass Terhadap Indeks Ultraviolet pada Kondisi Cerah. Prosiding Workshop Aplikasi Sains Atmosfer. Lapan. ISBN : 978-979-1458-25-2, 2008.