

VARIABILITAS OZON TOTAL DAN INDEKS UV DI PULAU JAWA

Ninong Komala

Bidang Komposisi Atmosfer, Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer LAPAN

Jl.Dr.Djundjuran 133, Bandung, 40173

Telp. (022)6037445, 6012602; Fax. (022) 6037443

Email: ninong@bdg.lapan.go.id; ninongk@yahoo.com

ABSTRACT

Observation of total ozone and UV Index variability over the Java Island based on AURA-OMI satellite data in the period of 2005 to 2011 has been conducted. The analysis was obtained based on comparison and correlation of total ozone and UVI seasonal data characteristic. The results showed the temporal variation of total ozone and UVI over Java Island ranged between 240 DU to 270 DU with the annual pattern in 2005 and 2007 were lower than other years. The annual average of total ozone reached a maximum in September and minimum in January. The value of total ozone over the Java Island was still in the normal range for equatorial region. UV index over Java Island ranged between 8 and 14, with the annual pattern in 2010 had the lowest value. The annual pattern of UVI reached a maximum in September and minimum in June. UVI values over Java Island could be considered extreme. Correlation of total ozone with UVI over the Java Island in each season showed the correlation value of 0.90 and 0.61 for DJF and MAM, respectively. Correlation values in JJA of 0.16 and 0.54 in SON. The correlation was most significant in DJF with a correlation coefficient of 0.9.

Keywords: Total ozone, UV Index, AURA-OMI

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian serta keterkaitan kondisi ozon total dan indeks UV di Pulau Jawa. Penelitian dilakukan dengan menginventarisasi data ozon total dan UVI di wilayah Pulau Jawa dari data satelit AURA yang membawa Ozone Monitoring Instrument (OMI) tahun 2005 sampai dengan 2011. Karakteristik ozon total dan UVI di Pulau Jawa serta keterkaitan keduanya dilakukan dengan membandingkan, dan mengkorelasikan variasi

musiman ozon total dan UVI. Hasil analisis variasi temporal ozon total dan UVI di Pulau Jawa bervariasi antara 240 DU – 270 DU dengan pola pada tahun 2005 dan 2007 lebih rendah daripada tahun lainnya. Pola tahunan ozon total mencapai maksimum pada bulan September dan minimum pada Januari. Nilai ozon total di Pulau Jawa masih dalam kisaran normal untuk wilayah ekuator. Indeks UV di Pulau Jawa berkisar antara 8 sampai dengan 14, dengan pola tahunan 2010 mempunyai nilai paling rendah dari pada tahun lainnya. Pola tahunan UVI menunjukkan maksimum pada bulan September, dan minimum pada Juni. Nilai UVI di Pulau Jawa sudah tergolong ekstrem. Korelasi ozon total dengan UVI di Pulau Jawa pada setiap musim menunjukkan nilai korelasi 0,90 pada DJF, 0,61 pada MAM sedangkan pada JJA dan SON nilai korelasi adalah 0,16 dan 0,54. Nilai korelasi ozon total dengan UVI yang paling signifikan adalah pada musim DJF dengan nilai korelasi 0,9.

Kata kunci: Ozon total, Indeks UV, AURA-OMI.

1 PENDAHULUAN

Pulau Jawa merupakan bagian dari Indonesia yang terletak di daerah ekuator dan merupakan Negara benua-maritim dengan karakteristik atmosfer yang unik. Dibandingkan dengan daerah yang terletak di lintang yang lebih tinggi, di daerah ekuator penelitian gas telusur di atmosfer secara terus menerus masih sedikit.

Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian kimia atmosfer Indonesia diantaranya adalah karena keterbatasan cakupan dari hasil pengukuran insitu sehingga data satelit memegang peranan penting untuk menunjang kelengkapan data. Lengkapnya data ozon total, GRK dan parameter atmosfer di wilayah Pulau Jawa dan Indonesia akan sangat berguna selain bagi basis data, juga untuk studi karakteristik atmosfer Indonesia yang unik. Hal lain adalah adanya kebutuhan data dengan cakupan yang luas diperlukan untuk mencapai kompetensi penelitian dan pengembangan ozon total dan radiasi UV matahari serta penyediaan layanan informasi dan data di bidang kimia atmosfer.

The US Climate Change Science Program (2003)

menekankan perlunya peningkatkan pemahaman tentang interaksi kompleks antara lapisan ozon total dan sistem iklim yang membutuhkan investigasi lebih jauh mengenai proses interkoneksi antara ozon total, uap air, unsur-unsur reaktif (Cl, Br dan nitrogen oksida) aerosol dan temperatur. Kajian-kajian dan penelitian mengenai ozon total dan radiasi UV diperlukan untuk menjawab pertanyaan riset “*Bagaimanakah kondisi ozon total, radiasi UV matahari (UV indeks) di Pulau Jawa?*”, dan *apakah konsentrasi ozon total di Pulau Jawa berpengaruh terhadap nilai indeks UV ?*”.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kondisi serta karakteristik ozon total, dan radiasi UV matahari di Pulau Jawa serta keterkaitan kondisi ozon total dan UVI di Pulau Jawa dengan memanfaatkan data satelit dalam menunjang penelitian “Space Based Observation”.

2 TINJAUAN PUSTAKA

Penyebab utama penipisan ozon total stratosfer yang terdeteksi dalam dua dekade terakhir adalah meningkatnya konsentrasi BPO (CFS's) produksi manusia. Signifikansi penipisan bervariasi mulai dari beberapa persen per dekade (di lintang tengah) sampai penipisan musiman yang lebih besar dari 50 % di lintang tinggi. Berkurangnya level ozon total di atmosfer meningkatkan terpapar oleh radiasi UV di permukaan yang dapat membahayakan tanaman, kehidupan binatang dan kesehatan manusia. Lubang ozon total berperan dalam menyebabkan pemanasan global yang kemudian mengakibatkan perubahan iklim (UNEP, 2010).

Sampai saat ini penelitian secara insitu untuk komposisi dan parameter atmosfer di Indonesia khususnya di Pulau Jawa umumnya di Indonesia masih sangat terbatas. Karena adanya keterbatasan cakupan dari hasil pengukuran insitu maka data satelit memegang peranan penting untuk menunjang kelengkapan data (Jacob, 2007). Data pengukuran insitu parameter atmosfer untuk wilayah Pulau Jawa akan sangat berguna selain bagi basis data juga untuk studi karakteristik atmosfer Pulau Jawa dan Indonesia sehingga bisa digunakan sebagai validator untuk data hasil pengukuran dari satelit.

Penelitian mengenai ozon total dan UVI di New Zealand (Selandia Baru) yang dilakukan oleh Richard L. McKenzie (2007), mendapatkan bahwa ada korelasi signifikan antara *time series* ozon total dan UVI, yaitu penurunan ozon total mengakibatkan peningkatan UVI di New Zealand. Menurut UNEP (2010) intensitas radiasi UV-B yang sampai ke permukaan bumi bervariasi dengan waktu, lokasi geografis dan musim. Radiasi UV tertinggi diterima di daerah tropis, karena posisi matahari lebih tinggi, dan menurun ke arah kutub di mana posisi matahari lebih rendah. Ketinggian sudut elevasi matahari memiliki pengaruh terhadap radiasi UV, karena sudut yang curam berarti lebih banyak kesempatan untuk menyerap radiasi. Radiasi UV paling kuat adalah sekitar tengah hari dan paling lemah pada saat matahari terbit dan terbenam. Radiasi UV juga lebih kuat pada musim panas dan lemah pada musim dingin. Awan, partikulat, aerosol dan pencemar udara dapat menyerap dan menyebarkan sebagian radiasi UV dan dengan demikian dapat mengurangi jumlah radiasi UV yang mencapai permukaan bumi.

Menurut US-EPA (<http://www.epa.gov/>) skala UV indeks biasanya ditampilkan dalam skala warna dengan nilai dari 1 sampai dengan 11.



UV indeks di bawah 2 dikategorikan sebagai indeks UV yang rendah dan tidak ada resiko dari pengaruh sinar matahari bagi semua orang. UV indeks 3 sampai dengan 5 dikategorikan UV indeks moderat (sedang), dianjurkan untuk menggunakan pelindung (topi lebar) bila beraktivitas di luar. UV indeks 6 sampai 7 dikategorikan sebagai UV indeks tinggi. Beresiko dari pengaruh sinar matahari bila tidak menggunakan pelindung pada saat beraktivitas di luar. Dianjurkan untuk menggunakan krim pelindung dari sinar matahari (*sun screen*), topi dan kaca mata (*sunglasses*). UV Indeks 8 sampai 10 dikategorikan sebagai UV indeks sangat tinggi. Sangat beresiko tinggi bila tidak menggunakan pelindung terhadap sinar matahari pada saat beraktivitas di luar. Dianjurkan menggunakan krim pelindung

matahari minimum yang mengandung SPF 15. Menghindari beraktivitas di luar pada jam 10:00 pagi sampai dengan jam 4 sore. UV indeks di atas 11 dikatakan sebagai UV indeks ekstrem. Pada kondisi ini sangat dianjurkan untuk melindungi dari dampak buruk sinar matahari dengan menggunakan kaca mata, topi lebar, celana dan baju lengan panjang, menggunakan krim pelindung minimal SPF 15 yang diulang pemakaiannya setiap dua jam dan menghindari beraktivitas di luar pada jam 10 pagi hari sampai dengan jam 4 sore.

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa variasi spasial ozon total dan parameter atmosfer di Indonesia tahun 2004 sampai dengan 2010 menunjukkan konsentrasi dan karakter yang berbeda untuk pulau Jawa, Sumatera, Kalimantan dan Papua (Komala dkk., 2010).

3 DATA DAN METODE

3.1 DATA

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data dari satelit AURA-OMI berupa data harian ozon total dan data UV Indeks di wilayah Pulau Jawa pada periode 2005 sampai dengan 2011 (OMI home page: <http://toms.gsfc.nasa.gov/omi>).

3.2 METODE

Data yang diperoleh dari AURA-OMI adalah data dalam skala global. Data ozon total dan data Indeks UV dengan grid sel $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ ini cakupannya dari bujur -180.0° sampai $+180.0^{\circ}$ dan dari lintang -90.0° sampai $+90.0^{\circ}$, kemudian dilakukan ekstrak data untuk wilayah Pulau Jawa (5.5 LS - 8.75 LS, 105 BT - 114.6 BT), dengan periode data yang dianalisis adalah data dari tahun 2005 sampai dengan 2011.

Dari data set ozon total dan UV Indeks Pulau Jawa kemudian dilakukan analisis secara temporal dengan menganalisis pola tahunan dan pola musimannya.

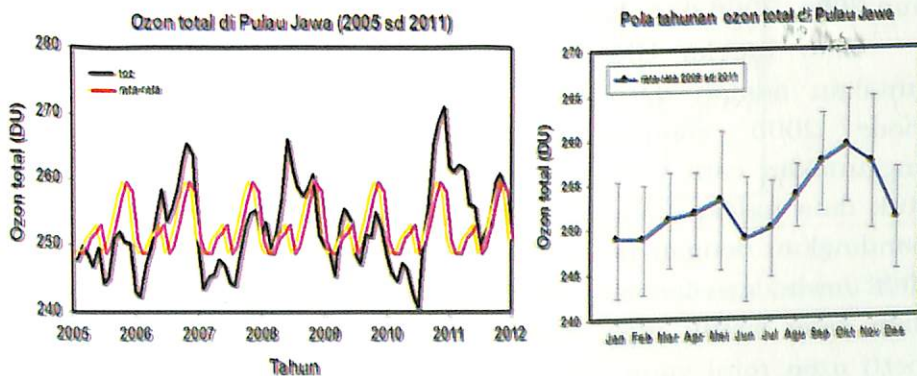
Dilakukan pula Analisis statistik keterkaitan kondisi ozon total dan UVI di Pulau Jawa secara musiman (Musim DJF, MAM, JJA dan SON).

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

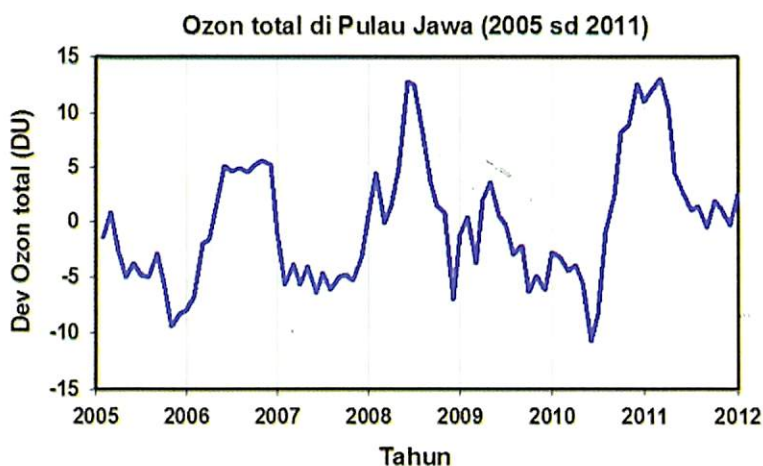
4.1 HASIL

4.1.1 Variasi Tahunan Ozon total dan UVI

Data ozon total total pulau Jawa yang digunakan adalah data AURA-OMI dari periode Januari 2005 sampai dengan Desember 2011. Dari data ini di buat pola tahunannya kemudian dibandingkan dengan pola tahunan rata-rata 2005-2011. *Time series* ozon total Pulau Jawa dari Januari 2005 sampai dengan Desember 2011 memperlihatkan adanya pola tahunan ozon total seperti terlihat pada **Gambar 4.1** (garis hitam). Pada periode 2005 sampai dengan 2011, ozon total di Pulau Jawa menunjukkan kisaran antara 240 DU – 270 DU. Pola tahunan ozon total di Pulau Jawa mencapai maksimum pada bulan Oktober dan minimum pada bulan Februari. Dari hasil perbandingan pola tahunan ozon total Pulau Jawa setiap tahun terhadap rata-rata pola tahunan ozon total Pulau Jawa 2005 sampai dengan 2011, diperoleh bahwa pola tahunan ozon total Pulau Jawa tahun 2005 dan tahun 2007 lebih rendah dari tahun lainnya sedangkan pola tahunan tahun 2006 dan 2008 lebih tinggi dari pola tahunan rata-rata 2005-2011. Pola tahunan ozon total Pulau Jawa tahun 2010 menunjukkan puncak yang paling tinggi.



Gambar 4.1 Pola tahunan ozon total tahun 2005 sampai dengan Desember 2011 (kiri) dan pola tahunan rata-rata 2005 sampai dengan Desember 2011 beserta standar deviasinya (kanan)

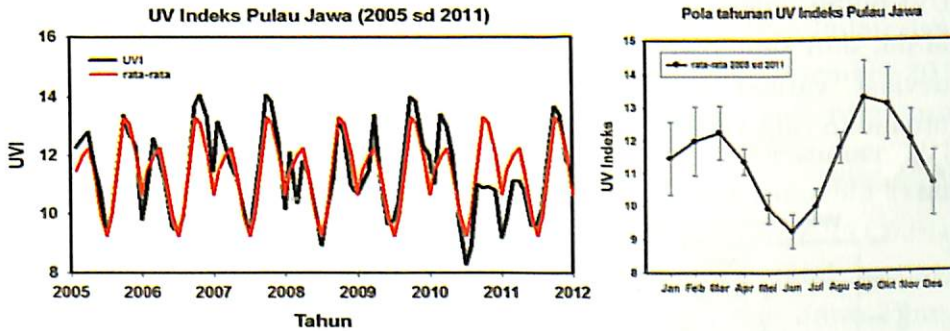


Gambar 4.2 Deviasi pola tahunan ozon total terhadap pola tahunan rata-rata 2005 sampai dengan 2011

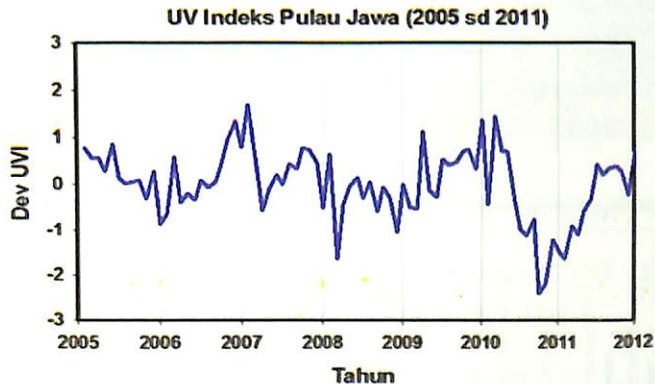
Deviasi ozon total Pulau Jawa dalam deret waktu dari Januari 2005 sampai dengan Desember 2011 juga memperlihatkan adanya pola tahunan deviasi ozon total seperti terlihat pada **Gambar 4.2**. Pada periode 2005 sampai dengan 2011, deviasi ozon total di Pulau Jawa bervariasi antara -10 DU dan 13 DU. Deviasi negatif ozon total di Pulau Jawa terjadi pada tahun 2005 dan 2010, sedangkan deviasi positif terjadi pada tahun 2006, 2008 dan 2011.

Data Indeks Ultra Violet (UVI) di Pulau Jawa yang digunakan adalah data OMI AURA berupa data harian dari periode 2005 sampai dengan Desember 2011. Dengan menggunakan cara yang sama dengan analisis data ozon total, untuk data indeks UVI juga dibuat pola tahunannya kemudian dibandingkan dengan pola tahunan rata-rata 2005-2011. UVI di Pulau Jawa dari Januari 2005 sampai dengan Desember 2011 dalam deret waktu juga memperlihatkan adanya pola tahunan seperti ozon total yang terlihat pada **Gambar 4.3** (garis hitam). Pada periode 2005 sampai dengan 2011, UVI di Pulau Jawa bervariasi antara 8 sampai dengan 14. Pola tahunan UVI di Pulau Jawa mencapai maksimum pada bulan September dan minimum pada bulan Juni (**Gambar 4.3**, kanan). Dari hasil perbandingan pola tahunan UVI Pulau Jawa setiap tahun terhadap rata-rata pola tahunan UVI Pulau Jawa 2005 sampai dengan 2011, diperoleh bahwa pola tahunan UVI pulau Jawa tahun 2006 dan

2007 puncaknya lebih tinggi dari pola tahunan rata-rata 2005-2011, tetapi UVI minimumnya juga lebih rendah. Pola tahunan UVI Pulau Jawa tahun 2010 menunjukkan puncak dan minimum paling rendah.



Gambar 4.3 Pola tahunan UVI Pulau Jawa tahun 2005 sampai dengan 2011 (kiri) dan pola tahunan UVI rata-rata 2005 sampai dengan 2011 beserta standar deviasinya (kanan)



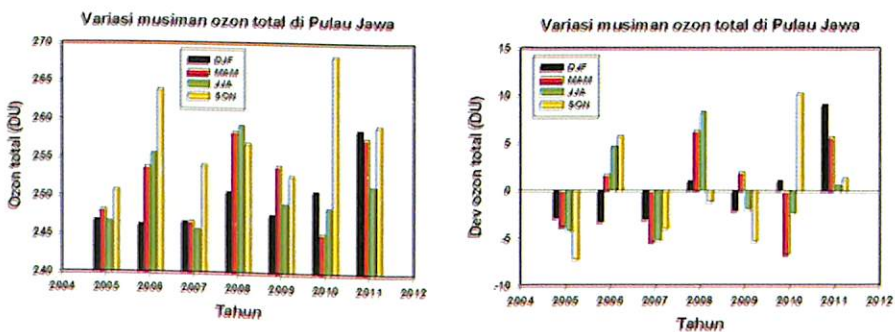
Gambar 4.4 Deviasi pola tahunan UVI pulau Jawa tahun 2005 - 2011 terhadap rata-rata 2005 - 2011

Time series deviasi UVI Pulau Jawa dari Januari 2005 sampai dengan Desember 2011 juga memperlihatkan adanya pola tahunan deviasi UVI seperti terlihat pada **Gambar 4.4**. Pada periode 2005 sampai dengan 2011, deviasi UVI di Pulau Jawa bervariasi antara - 2.5 sampai dengan 2. Deviasi negatif tertinggi untuk UVI di Pulau Jawa terjadi pada tahun 2006, 2008 dan

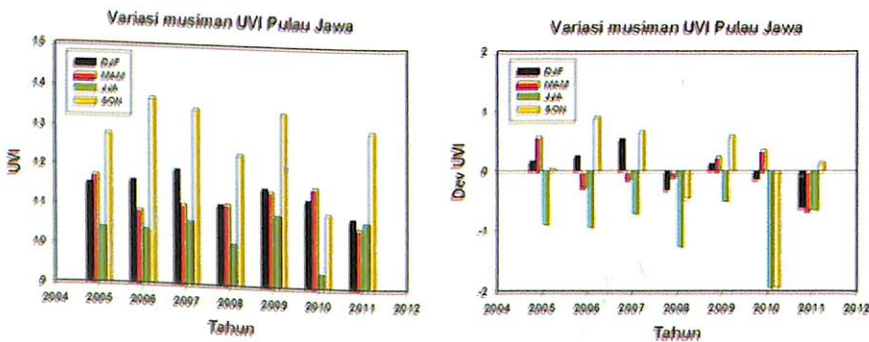
2010, sedangkan deviasi positif tertinggi terjadi pada tahun 2005 dan 2007.

4.1.2 Variasi Musiman ozon total dan UVI di Pulau Jawa

Untuk memperoleh karakteristik musiman ozon total dan UVI pulau Jawa maka dibuat *time series* variasi musiman (DJF, MAM, JJA dan SON) dari tahun 2005 sampai tahun 2011 dan deviasi variasi musiman setiap tahunnya terhadap variasi musiman rata-rata 2005 sampai dengan 2011.



Gambar 4.5 Variasi musiman ozon total Pulau Jawa 2005 – 2011 (kiri) dan deviasi variasi musiman ozontotal terhadap rata-rata variasi musiman 2005 - 2011



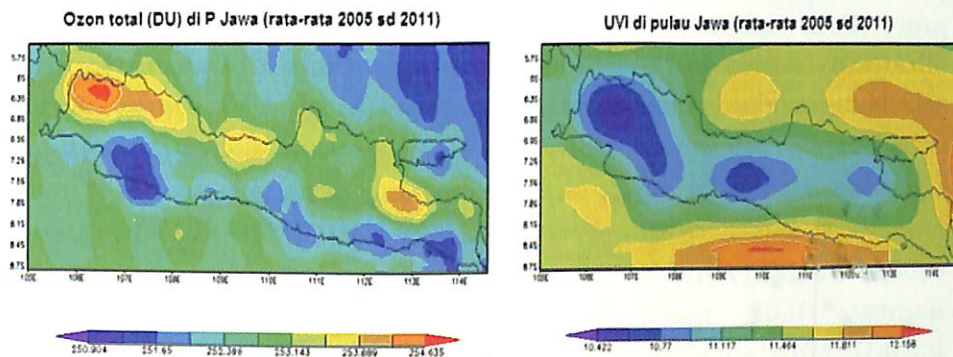
Gambar 4.6 Variasi musiman UVI Pulau Jawa 2005 sampai 2011 (kiri) dan deviasi variasi musiman UVI terhadap rata-rata musiman 2005 sampai dengan 2011 (kanan)

Pada **Gambar 4.5** dan **4.6** dapat dilihat pola musiman ozon total dan perbandingan pola musimannya dengan pola

musiman rata-rata 2005-2011. Pola musiman ozon total dan UVI Pulau Jawa dalam deret waktu dari Januari 2005 sampai dengan Desember 2011 memperlihatkan terjadinya variasi pada pola musiman juga pada deviasinya.

4.1.3 Variasi Spasial Ozon total dan UVI di Pulau Jawa

Variasi spasial rata-rata ozon total dan UVI di Pulau Jawa dari data OMI-AURA periode 2005 sampai dengan Desember 2011 dapat dilihat pada **Gambar 4.7**. Analisis spasial rata-rata ozon total Pulau Jawa tahun 2005 sampai dengan Desember 2011 menunjukkan bahwa ozon total di Pulau Jawa rata-rata tahun 2005 sampai dengan Desember 2011 ada pada range 251,62 DU sampai dengan 253,42 DU. Rata-rata ozon total tertinggi terdeteksi di wilayah Jawa Barat bagian utara dan Jawa Timur, sedangkan ozon total terendah terdeteksi di wilayah Jawa Barat bagian Selatan.



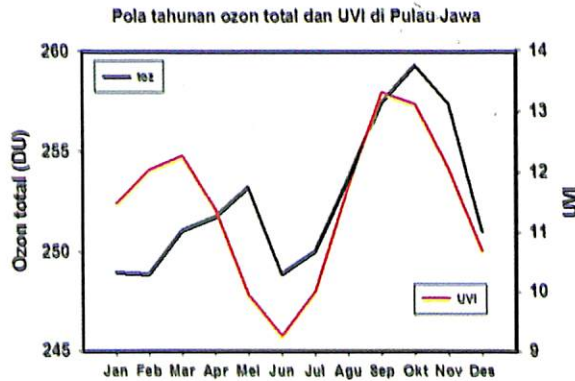
Gambar 4.7 Rata-rata spasial ozon total dan UVI di Pulau Jawa tahun 2005 - Desember 2011

Analisis spasial rata-rata UVI Pulau Jawa tahun 2005 sampai dengan Desember 2011 menunjukkan bahwa UVI Pulau Jawa tahun 2005 sampai dengan Desember 2011 ada pada kisaran 10 sampai dengan 12. Rata-rata UVI terendah terdeteksi di wilayah Jawa Barat bagian utara dan Jawa Timur.

4.1.4 Analisis statistik keterkaitan ozon total dengan UVI

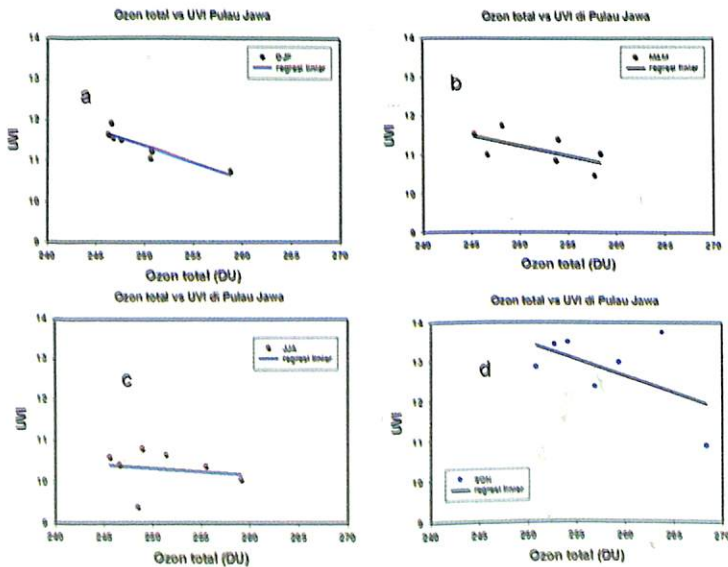
Pola tahunan rata-rata 2005 sampai 2011 ozon total Pulau Jawa mencapai maksimum pada bulan Oktober dan minimum

pada bulan Februari, sedangkan pola tahunan UVI menunjukkan maksimum pada bulan September dan minimum pada bulan Juni.



Gambar 4.8 Pola tahunan ozon total dan UVI di Pulau Jawa

Pola rata-rata tahunan ozon total dan UVI Pulau Jawa mempunyai pola yang berbeda. Untuk analisis lebih lanjut, dibuat analisis korelasi musiman ozon total dan UVI pada periode tersebut.



Gambar 4.9 Korelasi ozon total dengan UVI di Pulau Jawa pada musim DJF (a), MAM (b), JJA (c) dan SON (d)

Pada **Gambar 4.9** dapat dilihat diagram scatter antara pola musiman rata-rata ozon total dengan UVI. Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya korelasi ozon total dengan UVI Pulau Jawa pada setiap musim dengan nilai korelasi yang berbeda. Koefisien korelasi pada musim DJF adalah 0,90 dan pada musim MAM 0,61. Sedangkan koefisien korelasi pada musim JJA adalah 0,16 dan pada musim SON 0,54. Korelasi ozon total dengan UVI menunjukkan koefisien korelasi yang paling signifikan pada musim DJF dengan koefisien korelasi 0,9.

4.2 PEMBAHASAN

Hasil analisis variasi temporal ozon total dan UVI di Pulau Jawa tahun 2005 sampai dengan 2011, menunjukkan bahwa di Pulau Jawa ozon total bervariasi antara 240 DU – 270 DU, pola tahunan 2005 dan 2007 lebih rendah dari tahun lainnya. Kondisi ini terkait dengan kejadian La Niña. Nilai ozon total yang diperoleh untuk Pulau Jawa adalah 240 DU- sampai 270 DU. Nilai ozon total yang diperoleh ini masih sama dengan nilai normal untuk ozon total di wilayah Ekuator.

Hasil analisis UV Indeks di Pulau Jawa bervariasi antara 8 sampai dengan 14. Pola tahunan UVI tahun 2010 terdeteksi paling rendah nilai minimum dan puncaknya dibandingkan dengan tahun lainnya. Pada awal tahun 2010 sampai pertengahan tahun terindikasi adanya peristiwa La Niña. Hal ini mengakibatkan kondisi ozon total pada periode tersebut rendah sedangkan UVI tinggi. Dari analisis *time series*, nilai UVI yang diperoleh dari pengamatan 2005 sampai dengan 2011 adalah antara 8 sampai dengan 14. Nilai UVI di Pulau Jawa ini sudah tergolong ekstrem (sesuai dengan standar UVI yang dikeluarkan oleh EPA).

Hasil korelasi antara ozon total dengan UVI Pulau Jawa pada setiap musim mempunyai nilai korelasi yang berbeda. Sesuai dengan yang dinyatakan UNEP (2010) hal ini mengindikasikan bahwa faktor musim /posisi matahari di atas suatu wilayah berpengaruh terhadap nilai ozon total dan UVI. Faktor liputan awan, partikulat, aerosol dan pencemar udara juga dapat menyerap dan menyebarkan sebagian radiasi UV dan

dengan demikian dapat mengurangi jumlah radiasi UV yang dapat mencapai permukaan bumi. Hal ini dipengaruhi juga oleh faktor lokasi dan musim. Oleh karena itu pola variasi tahunan ozon total dan UVI Pulau Jawa yang diperoleh mempunyai pola yang berbeda dengan yang diperoleh McKenzie (2007).

5 KESIMPULAN

Telah diperoleh hasil inventori dan analisis data ozon total dan radiasi UV matahari dari OMI AURA (periode 2005 sampai dengan Desember 2011). Hasil analisis variasi temporal ozon total dan UVI, Pulau Jawa, menunjukkan bahwa di Pulau Jawa ozon total bervariasi antara 240 DU – 270 DU, pola tahunan 2005 dan 2007 lebih rendah dari tahun lainnya. Pola tahunan ozon total rata-rata mencapai maksimum pada bulan September dan minimum pada Januari. UV Indeks mempunyai range antara 8 sampai dengan 14, dengan pola tahunan 2010 mempunyai nilai minimum paling lebih rendah dari tahun lainnya. Pola tahunan UVI maksimum pada bulan September, dan minimum pada Juni.

Analisis Spasial ozon total rata-rata 2004-2011 di Pulau Jawa memperlihatkan kisaran antara 251,62 DU dan 253,42 DU, sedangkan UVI antara 10 dan 12.

Korelasi ozon total dengan UVI Pulau Jawa pada setiap musim menunjukkan nilai korelasi yang berbeda. Koefisien korelasi pada musim DJF adalah 0,90 dan pada musim MAM 0,61. Koefisien korelasi pada musim JJA adalah 0,16 dan pada musim SON 0,54. Koefisien korelasi ozon total dengan UVI menunjukkan korelasi yang paling signifikan pada musim DJF dengan koefisien korelasi 0,9.

DAFTAR PUSTAKA

- OMI home page, (2011): <http://toms.gsfc.nasa.gov/omi>
Jacob, Daniel J., (2007): Observation of atmospheric composition from space, Harvard University.
US-EPA, (2012): UV Index Scale (<http://www.epa.gov/>)
Komala, N., A. Budiyo, N. Ambarsari, Thohirin, H. Suherman dan E. Adetya, (2009): *Karakteristik ozon total dan parameter atmosfer Indonesia dari Satelit AURA*, Program Penelitian Pusfatsatklm.

- Komala, N., A. Budiyono, N. Ambarsari, D. Y. Risdianto, H. Suherman dan E. Adetya, (2010): *Kondisi ozon total dan parameter atmosfer Indonesia keterkaitannya dengan iklim*, Program Penelitian Pusfatsatklm.
- Richard L. McKenzie, (2007): *UV Radiation Climatology and Trends*, National Institute of Water & Atmospheric Research (NIWA), Lauder, Central Otago, New Zealand, Presented at PMOD/WRC Meeting, Davos, 18-20 September 2007.
- The US Climate Change Science Program, (2003): Chapter 3, Atmospheric composition, pp: 29-37.
- UNEP, (2010): Laporan Tahunan.