

## ANALISIS VARIASI TEMPORAL LAPISAN OZON DAN INDEKS ULTRA VIOLET KOTA MEDAN

### TEMPORAL ANALYSIS OF OZONE LAYER AND ULTRA VIOLET INDEX IN MEDAN

---

**Ninong Komala**

Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer LAPAN

Jalan Djundjuran, Bandung

Email: ninongk@yahoo.com

**Abstrak:** Penelitian tentang kondisi serta karakter lapisan ozon dan indeks Ultra Violet (indeks UV) penting untuk dilakukan karena kondisi lapisan ozon akan berpengaruh pada radiasi UV yang sampai ke permukaan bumi. Paparan UV berlebih berdampak negatif bagi umat manusia dan lingkungan. Peningkatan radiasi UV juga akan menyebabkan peningkatan kasus katarak dan kanker kulit. Telah dilakukan penelitian lapisan ozon dan indeks UV di kota Medan dari data satelit AURA yang membawa Ozone Monitoring Instrument (OMI) pada tahun 2005 sampai dengan 2012. Analisis karakteristik lapisan ozon dan indeks UV serta keterkaitannya dilakukan dengan analisis statistik variasi musiman lapisan ozon dan indeks UV. Konsentrasi lapisan ozon di Medan berkisar antara 232 DU–275 DU, nilai ini masih tergolong kriteria normal. Pola tahunannya maksimum pada Agustus dan minimum pada Desember. Pola musiman lapisan ozon mencapai maksimum pada musim kering (JJA) dan minimum pada musim basah (DJF). Indeks UV kota Medan bervariasi antara 8 sampai dengan 13, nilai indeks UV ini sudah tergolong kriteria ekstrem. Pola tahunannya mencapai maksimum pada Maret dan minimum pada Desember. Pola musiman indeks UV maksimum pada MAM dan minimum pada DJF. Korelasi musiman lapisan ozon dengan indeks UV menunjukkan korelasi negatif dengan koefisien korelasi antara 0,66 sampai dengan 0,92. Korelasi yang signifikan terjadi pada musim MAM dengan koefisien korelasi 0,92.

**Kata kunci:** AURA-OMI, lapisan ozon, indeks UV, dan Medan.

**Abstract:** Research about the ozone layer and ultra violet index (UV index) is important to do because the ozone layer condition will affect the UV radiation reaching the earth's surface. The Excessive exposure to UV radiation has a negative impact on humankind and the environment. Increased UV radiation would also cause an increase in cases of skin cancer and cataracts. Research about the ozone layer and UV index in the city of Medan from the data of AURA satellite brings Ozone Monitoring Instrument (OMI) in 2005 to 2012 has been done. Statistical analysis and correlation of the ozone layer and UV index seasonal variation characteristics has been performed. Concentration of ozone layer ranged from 232 DU-275 DU, this value is still in normal criteria. The maximum annual patterns found in August and minimum in December. Seasonal pattern of ozone layer reaches a maximum in the dry season (JJA) and minimum in the wet season (DJF). Medan UV Index varies between 8 to 13, the UV index values are considered extreme criteria. The annual pattern reaches its maximum in March and minimum in December. Seasonal pattern of maximum and minimum of UV index is attained in DJF and MAM respectively. Correlation of seasonal variation of ozone layer with UV index showed a negative correlation. Significant correlations occurred in MAM season with a correlation coefficient of 0.92.

**Keywords:** AURA-OMI, ozone layer, UV index, and Medan.

## PENDAHULUAN

Penelitian lapisan ozon, radiasi UV matahari dan parameter atmosfer pulau Sumatera dan kota Medan merupakan bagian dari rangkaian penelitian yang merupakan salah satu langkah untuk menunjang dan merealisasikan penelitian pengembangan komposisi atmosfer di Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer LAPAN (Komala, N. dkk., 2009, Komala, N., 2010). Data dari satelit mengenai komposisi atmosfer memegang peranan penting untuk menunjang kelengkapan data yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian ini. Lengkapnya data ozon, indeks UV di kota Medan akan sangat berguna bagi

basis data kimia atmosfer atmosfer Indonesia. Pertanyaan penelitian yang dapat dijawab dan diselesaikan dengan melakukan penelitian yang dapat menginformasikan kondisi ozon, radiasi UV matahari dan parameter atmosfer Sumatera dan kota adalah: Bagaimanakah kondisi ozon, radiasi UV matahari (UV indeks) di kota Medan, serta seberapa besar keterkaitan kondisi lapisan ozon dan indeks UV di kota Medan.

UV Index diperkenalkan di Kanada pada tahun 1992 sebagai tanggapankeprihatinan tentang potensi kenaikan ultraviolet (UV) radiasi karena penipisan ozon dan kemudian diadopsi sebagai indikator standar tingkat UV oleh Badan Meteorologi Dunia Organisasi dan Organisasi Kesehatan Dunia pada tahun 1994. Indeks UV dirancang untuk mewakili radiasi UV erythemally tertimbang dalam bentuk yang sederhana. Sehingga dapat diperoleh gambaran dari Indeks UV, faktor yang mempengaruhi dan fitur utama dari distribusi geografis. Gambaran secara singkat meliputi berbagai topik yang berkaitan dengan UV Indeks dan informasi yang lebih mendalam dapat ditemukan (Vitali Fioletov, dkk. 2010).

Hasil dari pengamatan dan pemantauan dalam jangka panjang menunjukkan bahwa radiasi ultra violet yang mencapai permukaan bumi mengalami peningkatan sebagai respons terhadap menipisnya lapisan ozon. Dari pembahasan tentang radiasi UV-B, diperoleh hasil bahwa: Jumlah radiasi UV B yang mencapai permukaan bumi di lokasi tertentu sangat tergantung kepada jumlah /kondisi lapisan ozon di daerah tersebut. Molekul ozon di stratosfer dan di troposfer mengabsorpsi radiasi UV-B, sehingga secara signifikan mengurangi jumlah radiasi yang akan mencapai permukaan bumi. Bila kondisi pengurangan ozon ini terjadi di stratosfer atau di troposfer, maka jumlah total ozonnya berkurang dan jumlah radiasi ultra violet yang mencapai permukaan bumi akan meningkat secara proporsional. Hubungan antara total ozon dan radiasi UV-B telah dibuktikan di banyak lokasi dengan melakukan pengukuran langsung ozon dan radiasi UV-B. Hal lain penyebab terjadinya perubahan radiasi UV-B yang sampai ke permukaan bumi tergantung juga kepada beberapa faktor seperti posisi matahari yang berubah secara siklus harian dan musiman, kondisi awan lokal, ketinggian lokasi, jumlah tutupan es atau salju dan jumlah partikel atmosfer (aerosol) di atmosfer di atas lokasi tersebut. Perubahan kondisi awan dan aerosol ini terkait juga dengan kondisi polusi udara dan emisi GRK dari aktivitas manusia (McKenzie dkk., 2001; BO HU, 2010; UNEP, 2010).

McKenzie., R L (2007), membahas tentang distribusi global radiasi UV dan perubahan musimannya dibandingkan dengan perubahan jangka panjang (trend nya) karena terjadi perubahan komposisi atmosfer. Diperoleh hasil korelasi yang signifikan antara *time series* ozon dan indeks UV yaitu penurunan ozon mengakibatkan peningkatan indeks UV di New Zealand. Indeks UV didefinisikan sebagai unit tanpa satuan yang berhubungan linier terhadap laju dosis erythema, yaitu ukuran kulit manusia yang relevan dg intensitas radiasi UV di permukaan bumi. 1 indeks UV sama dengan 25 mW/m<sup>2</sup>.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi dan karakter lapisan ozon dan indeks UV di kota Medan serta keterkaitannya karena radiasi ultra violet yang sampai ke permukaan bumi terkait dengan kondisi lapisan ozon. Dari hasil penelitian ini dapat diinformasikan kondisi, karakter dan keterkaitan variabilitas lapisan ozon dengan indeks UV di kota Medan, serta kiat-kiat agar dapat meminimalkan dampak buruk terpapar radiasi UV berlebih.

## METODE

Data dari satelit AURA-OMI yang digunakan dalam penelitian adalah data ozon total dan indeks UV 2005 sampai dengan 2012 untuk kota Medan. Data yang digunakan dalam penelitian adalah data dari satelit AURA-OMI berupa data harian ozon total dan data UV Indeks di kota Medan tahun 2005 sampai dengan 2012 (OMI home page: <http://toms.gsfc.nasa.gov/omi>). Data ozon dan indeks UV berupa data harian dengan ukuran grid sel 1 derajat lintang x 1 derajat bujur yang kemudian dirata-rata dijadikan data bulanan dan musiman DJF, MAM, JJA dan SON. Data ozon total (lapisan ozon) dalam satuan Dobson Unit (DU), sedangkan data indeks UV tanpa satuan. Data yang diperoleh dari AURA-OMI adalah data dalam skala global. Data ozon total dan indeks UV dengan 1°x 1° grid sel ini cakupannya dari -180.0° sampai +180.0° bujur dan dari lintang -90.0° sampai +90.0°. Dilakukan ekstrak data ozon total, indeks UV untuk wilayah kota Medan pada posisi 3,58 °LU

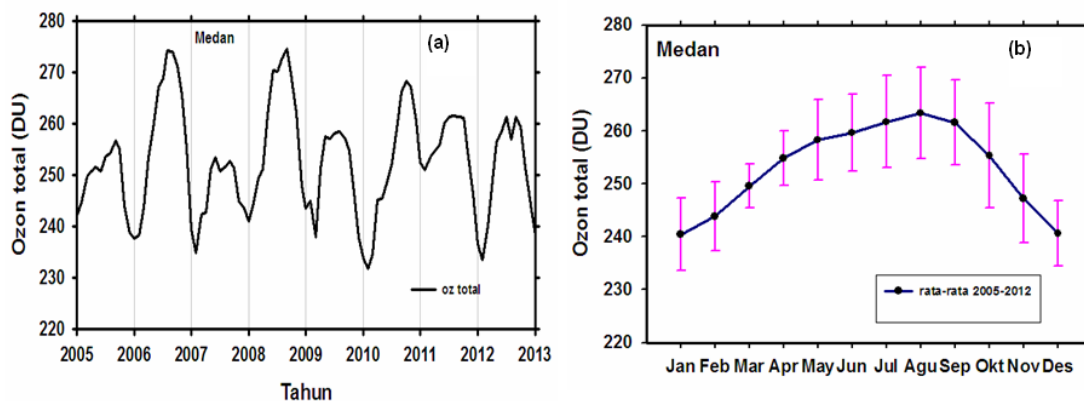
dan 98,65 °BT dengan periode data yang dianalisis adalah data dari tahun 2005 sampai dengan 2012. Dari data set ozon, indeks UV untuk kota Medan kemudian dilakukan analisis pola variasi temporal untuk melihat pola variasi tahunan dan musiman serta dilakukan pula analisis statistik untuk melihat korelasi/keterkaitan variasi lapisan ozon terhadap variasi indeks UV secara musiman (Musim DJF, MAM, JJA dan SON).

## **PEMBAHASAN**

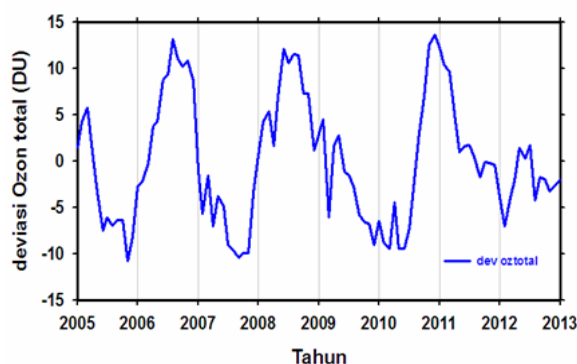
### **Analisis Variasi Temporal Data Lapisan Ozon Kota Medan**

Hasil analisis pola temporal data lapisan ozon kota Medan dari tahun 2005 sampai dengan 2012 dapat dilihat pada gambar 1. Variasi temporal lapisan ozon (ozon total) kota Medan memperlihatkan adanya pola tahunan seperti terlihat pada gambar 1 (a). Pada periode 2005 sampai dengan 2012, lapisan ozon di Pulau kota Medan bervariasi antara 231,6 DU – 274,6 DU. Tahun 2005 lapisan ozon bervariasi antara 237,6 DU – 256,8 DU, tahun 2006 antara 238,4 DU - 253,4 DU, tahun 2007 antara 234,8 DU - 253,4 DU, tahun 2008 antara 243,4 DU – 274,6 DU, tahun 2009 antara 233,9 DU – 258,5 DU, tahun 2010 antara 231,6 DU – 268,3 DU, tahun 2011 antara 236,6 DU- 261,7 DU dan tahun 2012 lapisan ozon di Medan bervariasi antara 233,4 DU - 261,4 DU. Secara umum pola tahunan pada 2005 dan 2007 paling rendah dibandingkan dengan pola tahunan pada tahun yang lainnya, sedangkan pola tahunan pada 2006 dan 2008 paling tinggi. Lapisan ozon di Medan terendah terdeteksi pada bulan Januari tahun 2010 dan lapisan ozon tertinggi terjadi pada bulan Agustus tahun 2008. Hasil penelitian yang diperoleh memiliki perbedaan dengan hasil penelitian di Pulau Jawa (Komala, N., 2012) yang menunjukkan hasil pola tahunan pada 2007 lebih rendah dari tahun lainnya sedangkan pola tahunan 2006 dan 2008 lebih tinggi dari pola tahunan rata-rata, sedangkan pola tahunan ozon total Pulau Jawa tahun 2010 menunjukkan puncak yang paling tinggi. Pola variasi tahunan ozon total dan indeks UV kota Medan yang diperoleh juga mempunyai pola yang berbeda dengan yang diperoleh McKenzie (2007). Medan termasuk wilayah Indonesia yang terletak di daerah tropis, dimana dinamika atmosfer diketahui menjadi faktor utama dalam variabilitas distribusi ozon stratosfer di daerah tropis dari tahun ke tahun. Dinamika di lapisan stratosfer juga saling terkait dengan dinamika di troposfer. Jadi transportasi dan gerakan angin di stratosfer saling berhubungan dengan yang di troposfer dan dengan demikian memainkan peran penting dalam distribusi ozon di atas daerah tropis. Selain dinamika atmosfer, lokasi ketinggian juga memberikan kontribusi yang signifikan terhadap variabilitas distribusi ozon stratosfer di daerah tropis (Akinyemi, 2007).

Pola rata-rata tahunan lapisan ozon di kota Medan diperoleh dengan membuat rata-rata pola tahunan dari tahun 2005 sampai dengan tahun 2012 seperti ditampilkan pada gambar 1(b). Pola rata-rata tahunan lapisan ozon di kota Medan mencapai maksimum pada bulan Agustus dan minimum pada bulan Januari.



**Gambar 1.** (a) Variasi temporal lapisan ozon kota Medan tahun 2005 sampai 2012 dan (b) pola rata-rata tahunan beserta nilai standar deviasinya.

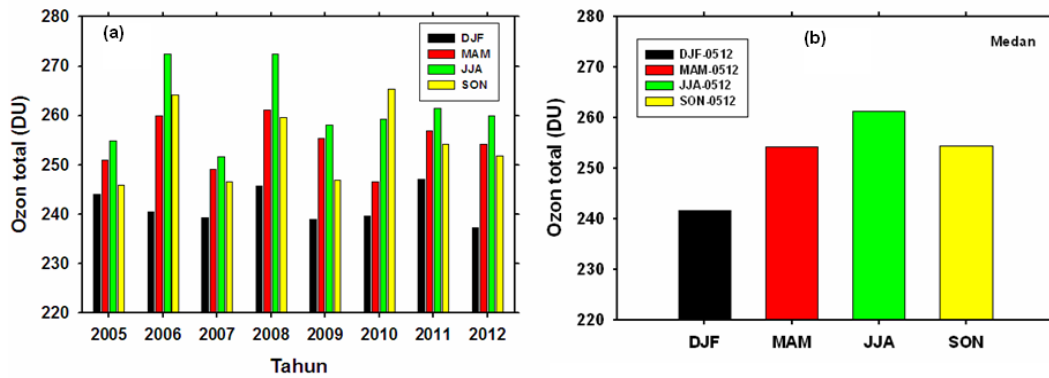


**Gambar 2.** Variasi Deviasi pola tahunan ozon total terhadap pola tahunan rata-rata 2005 sampai dengan 2012.

Pola tahunan ozon total yang diperoleh, dibandingkan dengan pola tahunan rata-rata 2005-2012, kemudian dicari nilai deviasinya. Nilai deviasi lapisan ozon ini diperoleh dari nilai lapisan ozon dikurangi dengan nilai rata-rata 2005 sampai dengan 2012. Deviasi lapisan ozon kota Medan dalam deret waktu dari tahun 2005 sampai dengan 2012 juga memperlihatkan adanya pola tahunan seperti terlihat pada gambar 2. Pada periode 2005 sampai dengan 2012, deviasi lapisan ozon kota Medan bervariasi antara - 10 DU dan 13 DU. Deviasi negatif ozon total di kota Medan terjadi pada tahun 2005, 2007 dan 2010, yang berarti nilai ozon total atau kondisi lapisan ozon pada tahun 2005, 2007 dan 2010 lebih rendah dibandingkan dengan nilai rata-rata 2005 sampai dengan 2012, sedangkan deviasi positif terjadi pada tahun 2006, 2008 dan 2011 awal, yang mengindikasikan bahwa kondisi lapisan ozon di Medan pada tahun 2006, 2008 dan 2011 lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi lapisan ozon rata-rata 2005 sampai 2012.

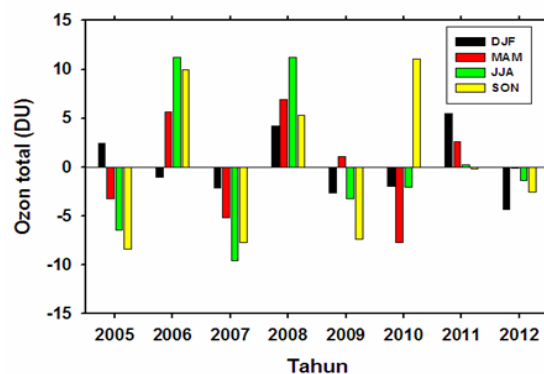
### Pola Variasi Musiman Lapisan Ozon Kota Medan

Pola variasi musiman dibuat untuk bulan-bulan Desember, Januari, Februari (DJF), Maret, April, Mei (MAM), Juni, Juli, Agustus (JJA) dan September, Oktober, November (SON). Kondisi variasi musiman lapisan ozon di kota Medan pada tahun 2002-2012, dapat dilihat pada gambar 3(a). Pola variasi musiman lapisan ozon kota Medan secara umum menunjukkan nilai lapisan ozon yang bervariasi. Variasi musiman lapisan ozon kota Medan mencapai maksimum pada musim JJA dan minimumnya terdeteksi pada musim DJF.



**Gambar 3.** (a) Variasi temporal pola musiman lapisan ozon kota Medan dan (b) rata-rata pola musiman 2005 sampai dengan 2012.

Dari analisis variasi musiman lapisan ozon kota Medan pada gambar 3(a), pola variasi musiman lapisan ozon mengindikasikan bahwa variasi musiman tahun 2005 dan 2007 lebih kecil dari tahun yang lainnya, sedangkan tahun 2006 dan 2008 paling tinggi khususnya untuk musim JJA. Variasi musiman lapisan ozon kota Medan untuk musim DJF antara 237,3 DU - 247 DU, dengan lapisan ozon terendah terjadi pada DJF tahun 2012 yaitu 237,2 DU dan tertinggi pada tahun 2011 yaitu 247 DU. Musim MAM range lapisan ozon antara 246,5 DU- 261,2 DU, lapisan ozon tertendah terjadi pada MAM tahun 2010 yaitu 246,5 DU dan tertinggi pada tahun 2008 yaitu 261,2 DU. Untuk musim JJA range lapisan ozon antara 251,7 DU – 272,5 DU. Lapisan ozon tertendah terjadi pada JJA tahun 2007 yaitu 251,7 DU dan tertinggi pada tahun 2008 yaitu 272,5 DU. Sedangkan lapisan ozon pada musim SON mempunyai range 246 DU- 265,4 DU, dengan lapisan ozon terendah terjadi pada tahun 2005 yaitu 246 DU dan tertinggi terjadi pada SON tahun 2010 yaitu 265,4 DU.



**Gambar 4.** .Deviasi variasi musiman lapisan ozon kota Medan dalam deret waktu dari 2005 sampai dengan 2012.

Deviasi variasi musiman lapisan ozon kota Medan dalam deret waktu dari Januari 2005 sampai dengan Desember 2012 juga memperlihatkan adanya pola musiman seperti terlihat pada gambar 4. Pada periode 2005 sampai dengan 2012, deviasi lapisan ozon di kota Medan bervariasi antara -10 DU dan 10 DU. Deviasi negatif lapisan ozon di kota Medan terjadi pada tahun 2005, 2007 dan 2010, sedangkan deviasi positif terjadi pada tahun 2006, 2008, 2010 SON dan 2011.

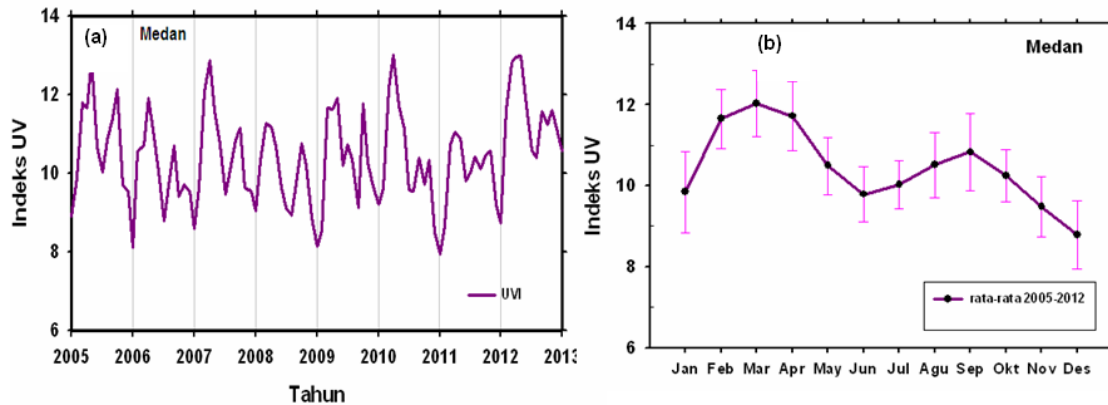
#### Analisis variasi temporal data indeks UV kota Medan

Data variasi temporal indeks UV kota Medan tahun 2005 sampai 2012 di buat pola tahunannya kemudian dibandingkan dengan pola tahunan rata-rata 2005-2012. Variasi temporal indeks UV kota Medan 2005 sampai dengan 2012 juga memperlihatkan terjadinya pola tahunan seperti pada gambar 5 (a). Hasil perbandingan pola tahunan indeks UV kota Medan setiap tahun terhadap rata-rata pola tahunan indeks UV tahun 2005 sampai dengan 2012, diperoleh bahwa pola tahunan indeks UV tahun 2007, tahun 2010 dan 2012 lebih tinggi dari tahun lainnya sedangkan pola tahunan tahun 2006 dan 2008 lebih rendah dari pola tahunan rata-rata 2005-2012. Pola tahunan indeks

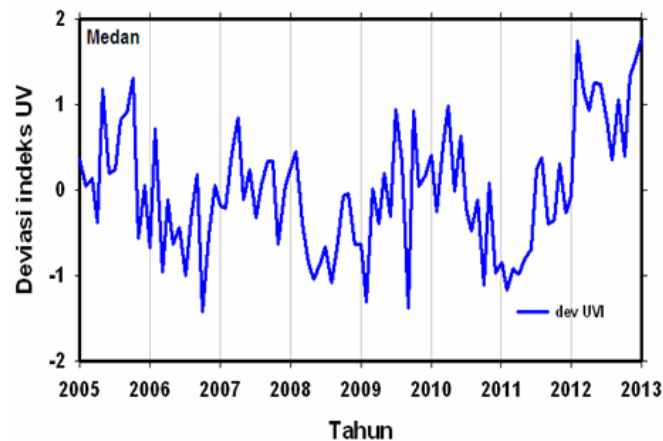
UV tahun 2010 dan 2012 menunjukkan puncak yang paling tinggi sedangkan pola tahunan tahun 2011 menunjukkan puncak dan minimum paling rendah.

Pada periode 2005 sampai dengan 2012, indeks UV di kota Medan bervariasi antara 7,9–13,0. Tahun 2005 indeks UV bervariasi antara 8,1–12,9, tahun 2006 antara 8,6–11,9, tahun 2007 antara 9,0–12,9, tahun 2008 antara 8,2–11,3, tahun 2009 antara 8,5–11,9, tahun 2010 antara 7,9–13,0, tahun 2011 antara 8,7–11,0 dan tahun 2012 indeks UV di Medan bervariasi antara 10,4–13,0. Indeks UV terendah terjadi pada bulan Desember 2010 yaitu 7,9 dan tertinggi terjadi pada bulan Maret 2010 dan 2012 dengan indeks UV 13.

Pada periode 2005 sampai dengan 2012, pola rata-rata tahunan indeks UV kota Medan mencapai maksimum pada bulan Maret dan minimum pada bulan Desember seperti ditampilkan pada gambar 5(b).



**Gambar 5.** (a) Pola variasi temporal indeks UV kota Medan tahun 2005 sampai dengan Desember 2012. dan (b) pola tahunan rata-rata 2002 sampai dengan 2012 beserta standard deviasinya.

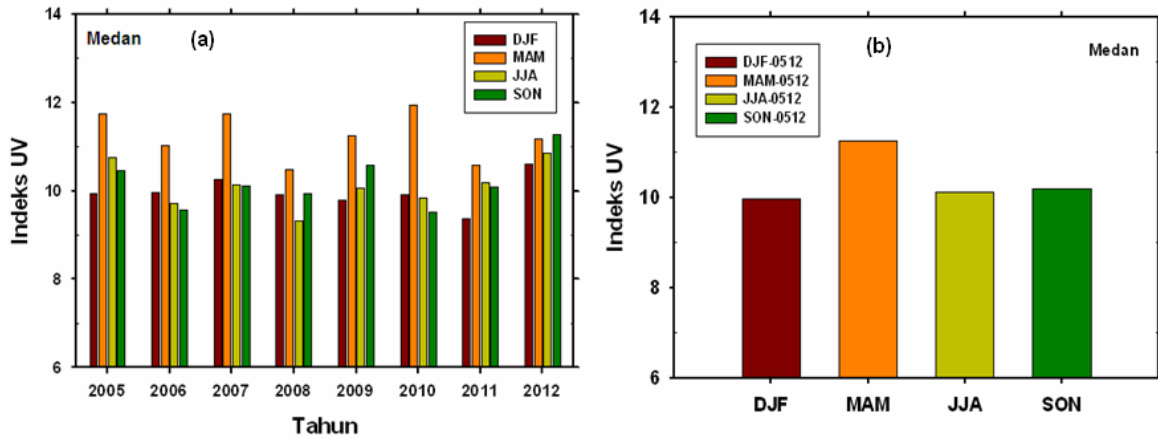


**Gambar 6.** Variasi Deviasi pola tahunan indeks UV terhadap pola tahunan rata-rata 2005 sampai dengan 2012 di kota Medan.

Deviasi indeks UV kota Medan 2005 sampai dengan Desember 2012 mengindikasikan terjadinya pola tahunan seperti terlihat pada gambar 6. Pada periode 2005 sampai dengan 2012, deviasi indeks UV di Medan bervariasi antara – 1,5 sampai dengan 2. Deviasi negatif tertinggi untuk indeks UV di Medan terjadi pada tahun 2006, 2009 dan 2011, dapat diartikan bahwa pada tahun 2006, 2009 dan 2009 indeks UV di Medan lebih rendah dari rata-rata 2005-2012. Deviasi positif tertinggi terjadi pada tahun 2005 dan 2012 yang berarti indeks UV di kota Medan pada tahun 2005 dan 2012 lebih tinggi dari indeks UV rata-rata 2005-2012.

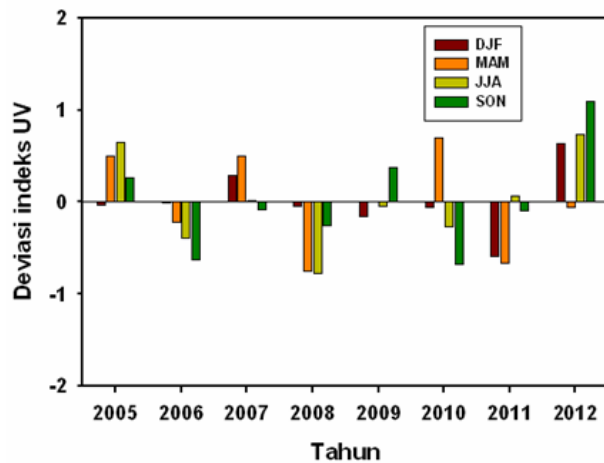
**Pola variasi musiman indeks UV kota Medan**

Pola variasi musiman indeks UV untuk bulan-bulan Desember, Januari, Februari (DJF), Maret, April, Mei (MAM), Juni, Juli, Agustus (JJA) dan September, Oktober, November (SON) ditampilkan pada gambar 7(a). Pola musiman indeks UV kota Medan dalam deret waktu dari 2005 sampai dengan Desember 2012 mempunyai pola musiman. Pola variasi musiman indeks UV kota Medan secara umum menunjukkan musim SON mempunyai nilai indeks UV tertinggi dalam setiap tahunnya. Variasi musiman rata-rata dari 2005-2012 menunjukkan indeks UV kota Medan mencapai maksimum pada musim MAM dan minimum pada musim DJF seperti tampak pada gambar 7(b).



**Gambar 7.** (a) Pola variasi musiman (DJF, MAM, JJA dan SON) untuk indeks UV di kota Medan pada tahun 2005-2012. Pola variasi musiman secara umum menunjukkan nilai yang variatif dan (b) rata-rata pola musiman indeks UV tahun 2005 sampai dengan 2012.

Dari analisis variasi musiman indeks UV kota Medan pada gambar 7 (a), pola variasi musiman indeks UV pada tahun 2005, 2007 dan 2010 lebih tinggi dari tahun yang lainnya, sedangkan tahun 2006 dan 2008 lebih rendah khususnya untuk musim JJA. Variasi musiman indeks UV kota Medan untuk DJF antara 9,4-10,6. Indeks UV terendah terjadi pada DJF tahun 2011 yaitu 9,4 dan tertinggi pada tahun 2012 yaitu 10,6. Musim MAM indeks UV antara 10,5-11,9. Indeks UV tertendah terjadi pada MAM tahun 2008 yaitu 10,5 dan tertinggi pada tahun 2010 yaitu 11,9. Pada musim JJA range indeks UV antara 9,3-10,8. Indeks UV tertendah terjadi pada JJA tahun 2008 yaitu 9,3 dan tertinggi pada tahun 2012 yaitu 10,8. Sedangkan indeks UV pada musim SON mempunyai range 9,5-11,3, dengan indeks UV terendah terjadi pada tahun 2010 yaitu 9,5 dan tertinggi terjadi pada SON tahun 2012 yaitu 11,3.

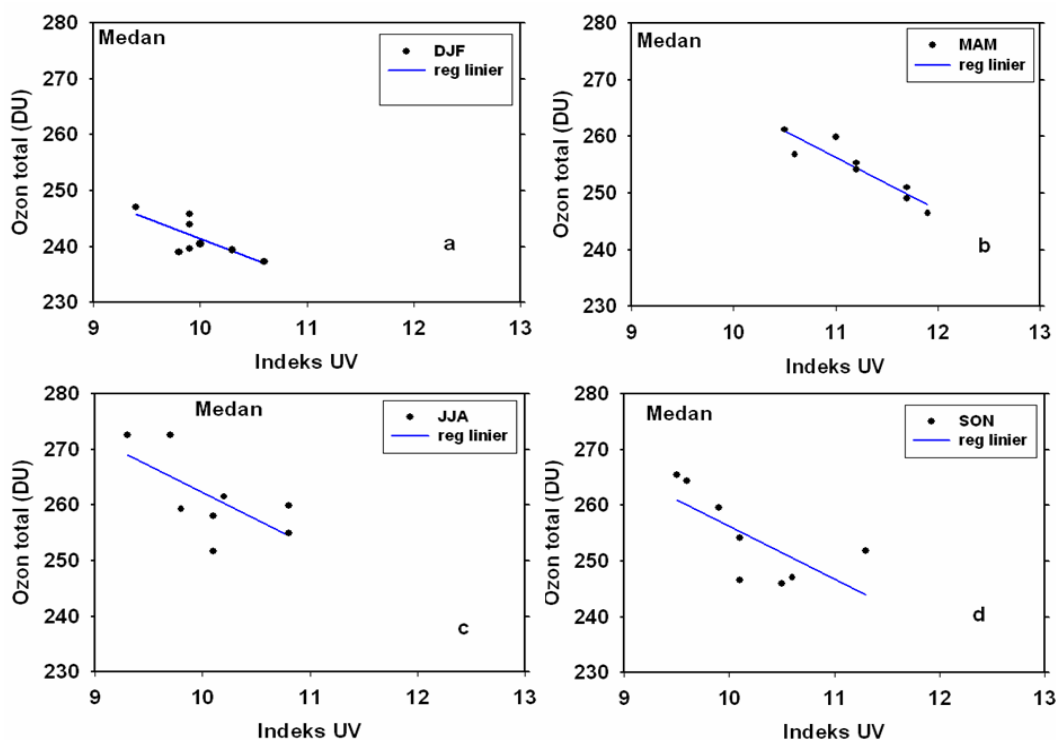


**Gambar 9.** Deviasi variasi musiman indeks UV kota Medan dari 2005 sampai dengan 2012.



Pada gambar 9 dapat dilihat deviasi variasi musiman indeks UV kota Medan dalam deret waktu dari Januari 2005 sampai dengan Desember 2012. Nilai deviasi indeks Uv diperoleh dari indeks UV dalam masing-masing musim dikurangi rata-rata musiman tahun 2005 sampai dengan 2012. Pada periode 2005 sampai dengan 2012, deviasi musiman indeks UV di kota Medan bervariasi antara -1 dan 1. Deviasi negatif indeks UV di kota Medan terjadi pada tahun 2006, 2008, 2010 dan 2011, sedangkan deviasi positif terjadi pada tahun 2005, 2007, 2010 MAM dan 2012.

**Korelasi variasi musiman lapisan ozon dengan indeks UV**



**Gambar 10.** Scatter plot variasi musiman lapisan ozon dengan indeks UV kota Medan, a untuk musim DJF, b untuk musim MAM, c untuk musim JJA dan d untuk musim SON.

Keterkaitan variasi musiman lapisan ozon dengan indeks UV di kota Medan berdasarkan scatter plot pada gambar 10, menghasilkan persamaan regresi linier. Persamaan yang dihasilkan dari plot konsentrasi lapisan ozon dan indeks UV dapat dilihat pada tabel 1.

Persamaan yang diperoleh untuk musim DJF adalah  $y = - 7,3121 x + 314,43$ , y adalah ozon total (lapisan ozon) dan x adalah indeks UV. Koefisien determinasi yang diperoleh adalah 0,5246 dan koefisien korelasi antara lapisan ozon dengan indeks UV adalah 0,72. Dari persamaan yang diperoleh diartikan bahwa 52,46 % variabel lapisan ozon (ozon total) dapat dijelaskan oleh variabel indeks UV pada persamaan tersebut, sedangkan sisanya tidak bisa dijelaskan oleh indeks UV karena tergantung pada variabel yang lainnya. Untuk musim yang lainnya yaitu MAM, JJA dan SON variabel ozon total yang dapat dijelaskan oleh variabel indeks UV adalah 83,84%, 43,88%, dan 47,80%. Koefisien korelasi yang diperoleh untuk musim DJF, MAM, JJA dan SON adalah 0,72, 0,92, 0,66 dan 0,69. Dari hasil analisis statistik keterkaitan variasi musiman lapisan ozon dengan indeks UV di kota Medan diperoleh hasil korelasi negatif, yaitu peningkatan lapisan ozon akan menurunkan indeks UV, atau sebaliknya semakin tipis lapisan ozon, semakin tinggi indeks UV. Koefisien korelasi yang diperoleh antara 0,66 sampai dengan 0,92. Korelasi tertinggi terjadi pada musim MAM dengan koefisien korelasi 0,92.



**Tabel 1.** Korelasi musiman lapisan ozon dan indeks UV kota Medan.

Musim	Persamaan regresi	Koef determinasi	Koef korelasi
DJF	$y = -7,3121 x + 314,43$	0,5246	0,72
MAM	$y = -8,7247 x + 352,32$	0,8384	0,92
JJA	$y = -9,8935 x + 361,31$	0,4388	0,66
SON	$y = -9,4842 x + 351,00$	0,4780	0,69

Nilai korelasi antara lapisan ozon dengan indeks UV kota Medan pada setiap musim mempunyai nilai yang berbeda. Sesuai dengan yang dinyatakan UNEP (2010) hal ini mengindikasikan bahwa faktor musim/posisi matahari di atas suatu wilayah berpengaruh terhadap nilai lapisan ozon dan indeks UV. 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. Pola variasi tahunan ozon total dan indeks UV kota Medan yang diperoleh mempunyai pola yang berbeda dengan yang diperoleh McKenzie (2007) dan Komala (2012).

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, nilai indeks UV kota Medan dari pengamatan 2005 sampai dengan 2012 adalah antara 8 sampai dengan 13. Nilai indeks UV di kota Medan ini sudah tergolong ekstrem (sesuai dengan standar indeks UV yang dikeluarkan oleh EPA). Menurut US EPA dan WHO (2002), semakin tinggi Indeks UV, semakin besar laju dosis kulit dan mata dirusak oleh radiasi UV. Akibatnya, semakin tinggi Indeks UV, semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk kulit atau mata terjadi kerusakan. Indeks UV di bawah 2 dikategorikan sebagai indeks UV yang rendah dan tidak ada resiko dari pengaruh sinar matahari bagi semua orang. Indeks UV 3 sampai dengan 5 dikategorikan sebagai indeks UV moderat (sedang), dianjurkan bagi kita untuk menggunakan pelindung (topi lebar) bila beraktivitas di luar. Indeks UV 6 sampai 7 dikategorikan sebagai indeks UV tinggi akan sangat 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 (*sun glasses*). Indeks UV 8 sampai 10 dikategorikan sebagai indeks UV sangat tinggi, sangat beresiko tinggi bila kita tidak menggunakan pelindung terhadap sinar matahari pada saat beraktivitas di luar. Dianjurkan menggunakan krim pelindung matahari minimum yang mengandung SPF (Sun Protection Factor) 15. Menghindari beraktivitas di luar pada jam 10:00 pagi sampai dengan jam 4 sore. Indeks UV di atas 11 dikatakan sebagai indeks UV ekstrem. Pada kondisi indeks UV ekstrem sangat dianjurkan bagi kita untuk melindungi dari dampak buruk sinar matahari dengan menggunakan kaca mata pelindung matahari, topi lebar, pakaian (celana dan baju) lengan panjang, menggunakan krim pelindung matahari minimal dengan SPF 15 yang diulang pemakaiannya setiap dua jam dan menghindari beraktivitas di luar rumah pada jam 10 pagi hari sampai dengan jam 4 sore.

Dari hasil penelitian yang diperoleh bisa menginformasikan kondisi ozon dan UV di sebagian wilayah Indonesia seperti dinyatakan oleh Serm Janjai (2010) yang menyatakan data yang akurat tentang radiasi UV matahari diperlukan untuk studi tren UV. Data ini juga diperlukan untuk studi reaksi fotokimia atmosfer dan perlindungan kesehatan manusia terhadap efek UV. Untuk mendapatkan data tersebut, jaringan pemantauan UV perlu didirikan di banyak negara.

## KESIMPULAN

Analisis karakteristik lapisan ozon dan indeks UV serta keterkaitannya dilakukan dengan analisis statistik variasi musiman lapisan ozon dan indeks UV. Konsentrasi lapisan ozon di Medan berkisar antara 232 DU–275 DU, nilai ini masih tergolong kriteria normal. Pola tahunannya maksimum pada Agustus dan minimum pada Desember. Pola musiman lapisan ozon mencapai maksimum pada musim kering (JJA) dan minimum pada musim basah (DJF). Indeks UV kota Medan

bervariasi antara 8 sampai dengan 13, nilai *indeks* UV ini sudah tergolong kriteria ekstrem. Pola tahunannya mencapai maksimum pada Maret dan minimum pada Desember. Pola musiman indeks UV maksimum pada MAM dan minimum pada DJF. Korelasi musiman lapisan ozon dengan indeks UV menunjukkan korelasi negatif dengan koefisien korelasi antara 0,66 sampai dengan 0,92. Korelasi yang signifikan terjadi pada musim MAM dengan koefisien korelasi 0,92.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akinyemi, M. L. "The Influence Of Some Atmospheric Phenomena On Total Ozone Concentration Over The Tropics." *Aust. J. Basic & Appl. Sci.* 1(4) (2007): 497-505.
- BO HU, YUESI WANG and GUANGREN LIU. "Variation Characteristics Of Ultraviolet Radiation Derived From Measurement And Reconstruction In Beijing, China." *Tellus* 62B (2010):100–108.
- Komala, N., A. Budiyono, N. Ambarsari, Thohirin, H. Suherman dan E. Adetya. "Karakteristik Ozon Total Dan Parameter Atmosfer Indonesia Dari Satelit AURA." Program Penelitian Pusfatsatklm, (2009)
- Komala, N., A. Budiyono, N. Ambarsari, D. Y. Risdianto, H. Suherman dan E. Adetya. "Kondisi Ozon Total Dan Parameter Atmosfer Indonesia Keterkaitannya Dengan Iklim." Program Penelitian Pusfatsatklm, (2010)
- Komala, N. *Variabilitas Ozon dan UV Indeks di Pulau Jawa*, dalam Buku Fisika, Dinamika dan Kimia Atmosfer Berbasis Data Satelit dan Insitu, Bandung: Penerbit CV Andira, ISBN:978-979-1458-58-0 (2012): 124-137.
- McKenzie, Richard L. "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.
- McKenzie, R. L., Johnston, P.V., Smale, D., Barry,B.A. and Madronich, S. "Altitude Effects On UV Spectral Irradiance Deduced From Measurements At Lauder, New Zealand, And At Mauna Loa Observatory, Hawaii." *J. Geophys. Res.* 106 22845–22860 (2001).
- Serm Janjai, Sumaman Buntung, Rungrat Wattan, dan Itsara Masiri. "Mapping Solar Ultraviolet Radiation From Satellite Data In A Tropical Ennvirment." *Remote Sensing of Environment* 114 (2010): 682–691.
- OMI home page: <http://toms.gsfc.nasa.gov/omi>.
- UNEP, *Laporan Tahunan*, 2010.
- US EPA (Environmental Protection Agency), at <http://http.epa.gov/sunwise/>
- World Health Organization (WHO). *Global Solar UV Index*, A Practical Guide, 2002.
- Vitali Fioletov, James B. Kerr, Angus Fergusson. "The UV Index: Definition, Distribution and Factors Affecting It." *Can J Public Health* 101 (4): I5-I9, 2010.