

ANALISIS STATISTIK DATA OZON DAN PARAMETER ATMOSFER PULAU SUMATERA

**Ninong Komala¹, Asep Sofyan², Novita Ambarsari¹ dan Dhlán Yudha
Risdlanto¹**

¹Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer, Lapan

² Fakultas Teknik Lingkungan ITB

e-mail : ninong@bdg.lapan.go.id; ninongk@yahoo.com

ABSTRACT

We have performed a statistical analysis of ozone and atmospheric parameters in Sumatra region from satellite data to determine how far the relationship of ozone is affected by the parameters of the atmosphere such as the UV index, CO, water vapor, surface temperature and humidity. The statistical analysis such as descriptive statistical testing, test data normality, bivariate linear regression analysis and multivariate linear regression analysis has been applied. The results obtained showed that the dependent variable of total ozone is influenced by several other variables (the independent variable) is the variable UV index with a coefficient of -2.3, with a coefficient of 0.049 of CO variables, moisture variables with a coefficient of -1.09, temperature variable with coefficient of -3.12, and RH variable with coefficient of -2.69. The value of the dependent variable can be predicted based on the total ozone values of the independent variables, by including the value of variables and its coefficients. R^2 (coefficient of determination) is 0.371 acquired that approximately 40.5 % of total ozone variable can be explained by the independent variables in the equation as the UV index variable, CO, water vapor, temperature, and RH. The remaining approximately 59.5 % can not be explained by the variables in the equation, because it depends on other variables.

Key words: ozone, atmospheric parameters, statistic, Sumatera

ABSTRAK

Telah dilakukan analisis statistik terhadap data ozon dan parameter atmosfer wilayah Pulau Sumatera dari data satelit untuk mengetahui seberapa jauh keterkaitan ozon dipengaruhi oleh parameter atmosfer yang lain yaitu indeks UV, CO uap air, suhu permukaan dan kelembapan. Analisis statistik yang dilakukan adalah pengujian statistik deskriptif, uji normalitas data, analisis regresi linier bivariat dan analisis regresi linier multivariat. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa variabel terikat (dependen) ozon total dipengaruhi oleh beberapa variabel lain (variabel bebas) yaitu variabel indeks UV dengan koefisien -

2,3, variabel CO dengan koefisien 0,049, variabel uap air dengan koefisien -1,09, variabel suhu dengan koefisien -3,12, dan variabel RH dengan koefisien -2,69. Sehingga nilai variabel terikat ozon total dapat diprediksi berdasarkan nilai-nilai variabel bebas tersebut, dengan memasukkan nilai variabel dan koefisiennya. R^2 (koefisien determinasi yang diperoleh adalah 0,405 artinya sekitar 40,5 % variabel ozon total dapat dijelaskan oleh variabel-variabel bebas dalam persamaan yaitu variabel indeks UV, CO, uap air, suhu, dan RH. Sisanya, sekitar 59,5 % tidak bisa dijelaskan oleh variabel-variabel dalam persamaan tersebut, karena tergantung kepada variabel yang lainnya.

Kata kunci: ozon, parameter atmosfer, statistik, Sumatera

1. PENDAHULUAN

Karena adanya keterbatasan cakupan dari hasil pengukuran insitu maka data satelit komposisi atmosfer memegang peranan penting untuk menunjang kelengkapan data yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian (Jacob, 2007). Lengkapnya data ozon, radiasi UV matahari dan parameter atmosfer wilayah Sumatera (Indonesia) akan sangat berguna selain bagi basis data juga untuk menunjang studi karakteristik atmosfer Indonesia yang unik (Komala dkk, 2009; Komala dkk, 2010).

Kebutuhan data dengan cakupan yang luas diperlukan untuk mencapai kompetensi penelitian dan pengembangan penelitian tentang ozon dan radiasi UV matahari serta penyediaan, pemasyarakatan dan layanan informasi dan data di bidang komposisi kimia atmosfer. Untuk bisa memenuhi dan menyelesaikan masalah tersebut di atas, maka dibutuhkan penelitian kondisi ozon, radiasi UV matahari dan parameter atmosfer Sumatera dan Indonesia serta keterkaitannya dengan peningkatan temperatur sebagai indikasi terjadinya perubahan iklim.

UNEP pada tahun 2010, membahas hasil dari pengamatan dan pemantauan dalam jangka panjang yang menunjukkan bahwa radiasi ultra violet yang mencapai permukaan bumi mengalami peningkatan sebagai respons terhadap menipisnya lapisan ozon. Selain radiasi ultra violet, parameter atmosfer yang lain juga dapat mempengaruhi keberadaan ozon di atmosfer.

Berbagai model statistika telah digunakan untuk menganalisis hubungan antara data ozon dengan variabel meteorologi. Model tersebut dapat dikelompokkan dalam 3 besar sebagai berikut:

1. Model berbasis regresi (*regression-based modeling*)
2. Pendekatan nilai ekstrim (*extreme value approaches*)
3. *Space-time model* (model waktu ruang)

Metoda pertama digunakan dalam penelitian ini karena analisis data ozon pada umumnya menggunakan metode regresi, dapat dibagi menjadi 3 kelompok: (1) regresi linier (*linier regression*), pohon regresi (*regression tree*), dan regresi tidak linier (*non-linier regression*). Regresi linier multi variabel (*multiple linier regression*) adalah metode yang paling sederhana dan paling banyak digunakan untuk menghubungkan data ozon dengan variabel meteorologi. Regresi linier yang lebih kompleks adalah model seri waktu (*time series modeling*) yang memasukkan hubungan selisih (*lag*) dan *autoregressive* (AR) model untuk residualnya. Metode ini dapat dipergunakan untuk memprediksi walaupun tidak dapat menjawab proses apa yang menyebabkan hubungan itu terjadi (Hair, 2006).

2. DATA DAN METODE

2.1 DATA

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data dari satelit AURA-OMI dan AQUA-AIRS yaitu komposisi atmosfer (ozon, CO, uap air), radiasi UV matahari (data UV indeks) serta data parameter atmosfer (temperatur dan kelembapan) Pulau Sumatera. Periode data yang digunakan untuk data dari AURA-OMI (<http://toms.gsfc.nasa.gov/omi/>) dan dari AIRS (<http://airs.jpl.nasa.gov/>) adalah dari tahun 2004 sampai dengan 2012.

2.2 METODE

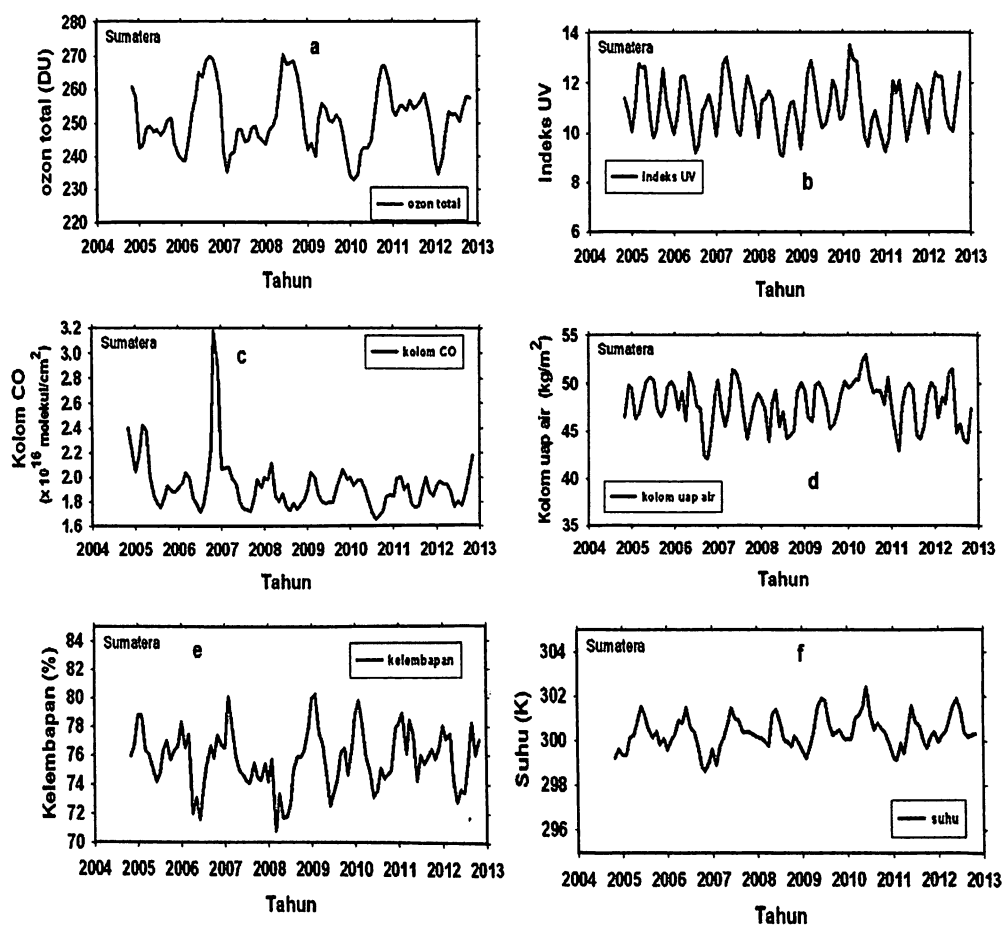
Data yang diperoleh dari AURA-OMI dan AQUA-AIRS adalah data dalam skala global. Data ozon total dan data Indeks UV dari AURA-OMI dan CO, uap air serta suhu permukaan dari AQUA-AIRS. Dengan grid berukuran $1^{\circ} \times 1^{\circ}$, cakupan data adalah dari 180.0° BB sampai 180.0° BT dan dari 90.0° LU sampai 90.0

°LS, kemudian dilakukan ekstrak data untuk wilayah Sumatera (6 °LU - 6 °LS dan 95 °BT-107 °BT).

Dari data set ozon total, indeks UV, CO, uap air dan suhu permukaan Pulau Sumatera dilakukan analisis statistik deskriptif, analisis uji normalitas data, analisis regresi linier bivariat dan analisis regresi linier multivariat.

3. HASIL DAN ANALISIS

Data yang diolah terdiri dari data dengan 6 parameter yaitu total ozon, UV, CO, total uap air, suhu, dan *Relative Humidity* (RH). Periode data yang dianalisis adalah dari 2004 sampai dengan 2012.



Gambar 3.1 Deret waktu data ozon total (a), indeks UV (b), kolom CO (c), kolom uap air (d), kelembapan (e) dan suhu permukaan (f) Pulau Sumatera

Selanjutnya dilakukan pengujian statistik deskriptif seperti skor minimum, skor maksimum, *range*, *mean*, *standar deviasi*, dan variansi (*variance*), hasilnya tampak pada Tabel 3.1.

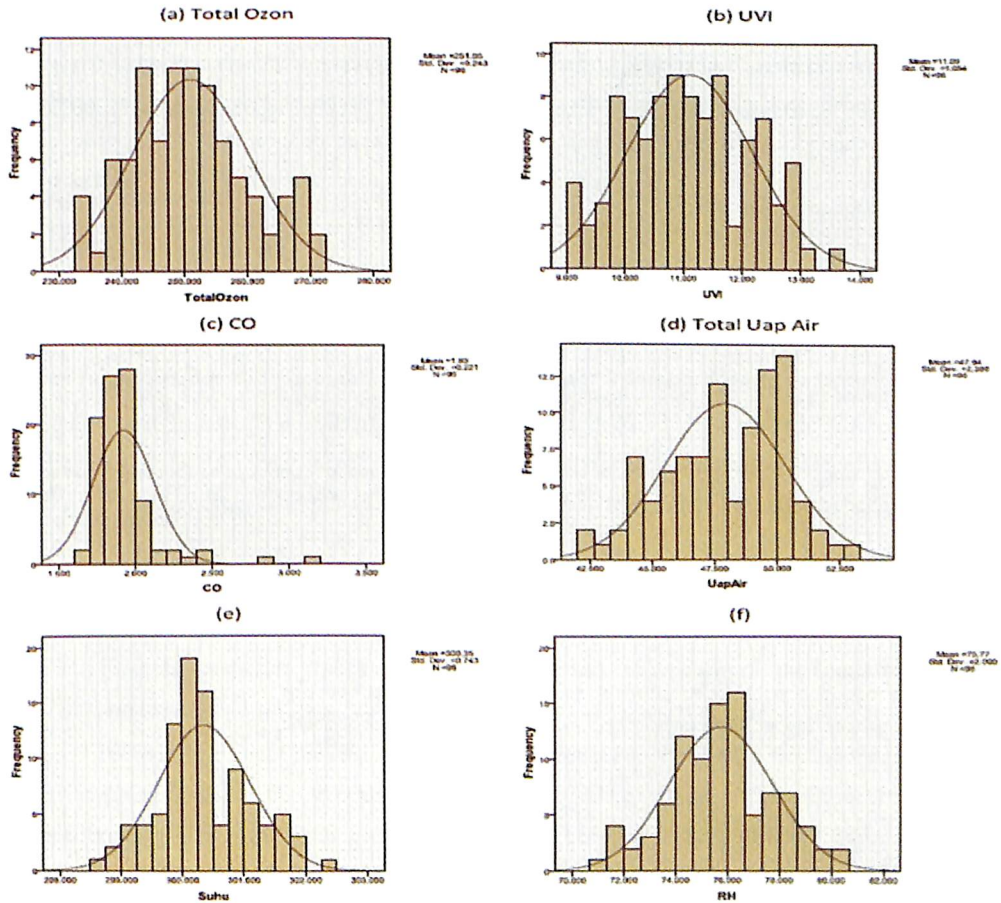
Tabel 3.1 Hasil Pengujian Statistik Deskriptif

	Minimum	Maximum	Range	Sum	Mean		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
TotalOzon	232.816	270.346	37.530	22580.222	250.89136	1.001884	9.504707	90.339
UVI	9.065	13.556	4.492	997.224	11.08027	.111962	1.062162	1.128
CO	1.656	3.184	1.528	174.427	1.93808	.023773	.225533	.051
Uap Air	43.791	55.357	11.566	4542.949	50.47721	.281214	2.667831	7.117
Suhu	298.928	303.086	4.158	27072.286	300.80318	.080269	.761501	.580
RH	70.780	80.282	9.502	6824.103	75.82337	.210516	1.997134	3.989

Langkah selanjutnya adalah pengujian normalitas data digunakan untuk mengetahui bentuk distribusi data yang digunakan dalam penelitian. Untuk pengujian statistika parametrik, data yang digunakan harus dalam bentuk distribusi normal. Cara perhitungan normalitas data dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya dengan perhitungan nilai *skewness* (kemiringan kurva) dan *kurtosis* (kelancipan dan ketinggian kurva). Nilai *skewness* yang baik adalah mendekati angka nol (0) yang menandakan kemiringan cenderung seimbang atau mendekati distribusi normal. Berdasarkan perhitungan *Skewness* dan *Kurtosis*, semua data mendekati nol kecuali CO (dapat dilihat pada Tabel 3.2), sehingga semua parameter terdistribusi normal kecuali CO. Seperti dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Tabel 3.2 Hasil Perhitungan Skewness dan Kurtosis

	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
Total Ozon	.331	.254	-.621	.503
UVI	.124	.254	-.745	.503
CO	2.999	.254	12.806	.503
UapAir	-.507	.254	-.423	.503
Suhu	.239	.254	.307	.503
RH	-.084	.254	-.012	.503

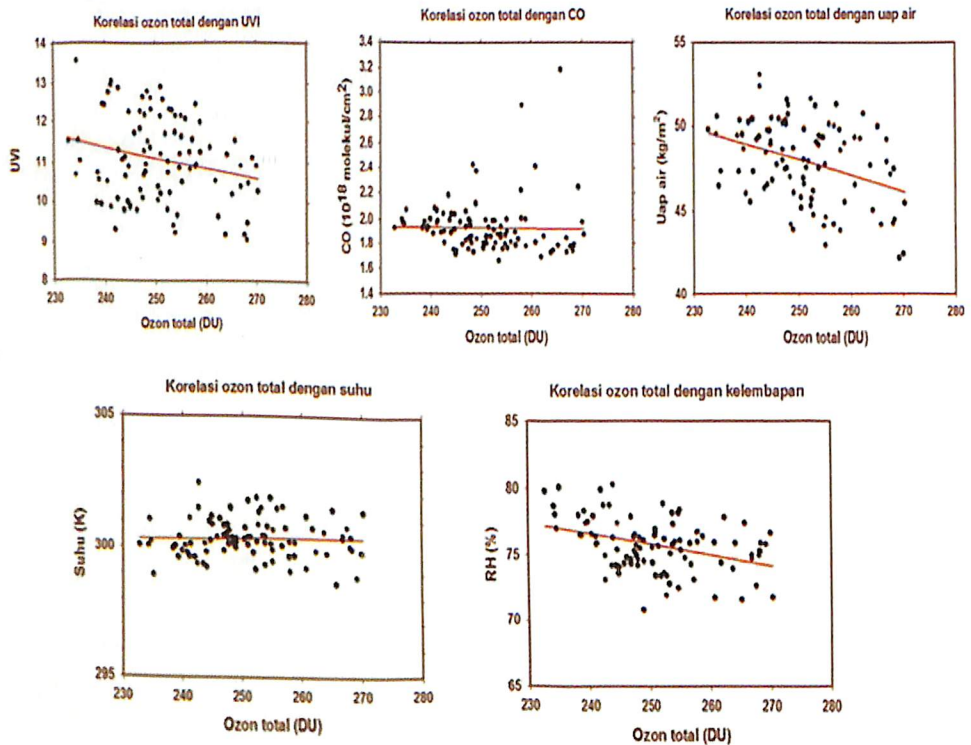


Gambar 3.2 Hasil Distribusi Frekuensi

Untuk mengetahui hubungan antara Total Ozon dengan variabel lainnya digunakan pengujian korelasi bivariat (dua variabel). Hasil perhitungan adalah sebagai berikut:

No	Korelasi	Metode Pengujian	Koefisien korelasi (r)	Nilai Signifikansi	Level Signifikansi (2-tail)	Hubungan
1	Total Ozon dengan UVI	Pearson	-0,257	0,015	0,05	Tinggi
2	Total Ozon dengan CO	Spearman	-0,324	0,002	0,001	Sangat tinggi
3	Total Ozon dengan Total Uap Air	Pearson	-0,371	0,000	0,01	Sangat tinggi
4	Total Ozon dengan Suhu	Pearson	0,011	0,916		Tidak ada hubungan
5	Total Ozon dengan RH	Pearson	-0,402	0,000	0,01	Sangat tinggi

Untuk mengetahui model yang paling sesuai untuk pasangan data antara data Total Ozon dan data lainnya dilakukan analisis regresi linier. Hasil perhitungan adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 Analisis regresi linier ozon total dengan indeks UV, CO, uap air, suhu dan kelembapan

Analisis Regresi Multivariat bertujuan untuk mengetahui bagaimana variabel terikat (*dependen*) dipengaruhi oleh beberapa variabel bebas lain (*independen*) sehingga nilai variabel *dependen* dapat diprediksi berdasarkan nilai variabel *independen* yang diketahui. Metode regresi linier yang digunakan dalam analisis ini adalah Ordinary Least Square (OLS).

Persamaan multivariat adalah sebagai berikut:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \beta_4 X_{4t} + \beta_5 X_{5t} + e_i \dots \quad (1)$$

dengan $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5 > 0$

Dimana:

Y = total ozon (DU); X_1 = UVI;

X_2 = CO (10¹⁸ molecules/cm²);

X_3 = Total Uap Air (kg/m²),

X_4 = Suhu (K); dan

$X_5 = \text{RH} (\%)$.

Hasil analisis regresi linier multivariat adalah sebagai berikut:

$$Y_t = 1475 - 2,3 X_{1t} + 0,049 X_{2t} - 1,09 X_{3t} - 3,12 X_{4t} - 2,69 X_{5t}$$

dengan $R^2 = 0,405$

4. PEMBAHASAN

Dari hasil analisis statistik yang telah dilakukan diperoleh bahwa variabel terikat (dependen) total ozon (DU) dipengaruhi oleh beberapa variabel lain (variabel bebas/independen) yaitu variabel indeks UV dengan koefisien -2,3, variabel CO dengan koefisien 0,049, variabel uap air dengan koefisien -1,09, variabel suhu dengan koefisien -3,12, dan variabel RH dengan koefisien -2,69. Sehingga nilai variabel terikat total ozon dapat diprediksi berdasarkan nilai-nilai variabel bebas tersebut, dengan memasukkan nilai variabel dan koefisiennya.

Berdasarkan perhitungan, nilai koefisien determinasi R^2 adalah sebesar 0,405.

Nilai R^2 diartikan sebagai proporsi variasi variabel terikat dari variasi-variasi variabel bebas yang bisa dijelaskan. R^2 sebesar 0,405 artinya sekitar 40,5 % variabel ozon total dapat dijelaskan oleh variabel-variabel bebas dalam persamaan tersebut yaitu variabel UVI, CO, Total Uap Air, Suhu, dan RH, dan sisanya, sekitar 59,5 % tidak bisa dijelaskan oleh variabel-variabel dalam persamaan tersebut, karena tergantung kepada variabel yang lainnya.

Hasil selengkapnya dapat dilihat dalam tabel-tabel sebagai berikut:

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.636 ^a	.405	.369	7.5491302

a. Predictors: (Constant), RH, Total Uap Air, UVI, CO, Suhu

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3253.104	5	650.621	11.417	.000 ^a
	Residual	4787.107	84	56.989		
	Total	8040.211	89			

a. Predictors: (Constant), RH, Total Uap Air, UVI, CO, Suhu

b. Dependent Variable: Total Ozon

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1475.947	637.895		2.314	.023
	UVI	-2.308	.840	-.258	-2.748	.007
	CO	.049	4.838	.001	.010	.992
	Total Uap Air	-1.090	.355	-.306	-3.068	.003
	Suhu	-3.126	2.029	-.250	-1.541	.127
	RH	-2.694	.607	-.566	-4.435	.000

a. Dependent Variable: Total Ozon

5. KESIMPULAN

Dari analisis statistik keterkaitan ozon total dengan parameter atmosfer di Sumatera dengan menggunakan data satelit r telah diperoleh persamaan multivariat untuk ozon total sebagai fungsi dari UVI, CO, uap air, RH dan suhu permukaan.

Hasil analisis regresi linier multivariat yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$Y_t = 1475 - 2,3 X_{1t} + 0,049 X_{2t} - 1,09 X_{3t} - 3,12 X_{4t} - 2,69 X_{5t}$$

Y = total ozon (DU); X_1 = UVI; X_2 = CO (10^{18} molecules/cm²);

X_3 = total uap air (kg/m²),

X_4 = Suhu (K); dan

X_5 = RH (%).

Koefisien determinasi R² yang diperoleh adalah 0,405 artinya sekitar 40,5 % variabel ozon total dapat dijelaskan oleh variabel-variabel bebas dalam persamaan tersebut yaitu variabel UVI, CO, Total Uap Air, Suhu, dan RH, dan sisanya, sekitar 59,5 % tidak bisa dijelaskan oleh variabel-variabel dalam persamaan tersebut, karena tergantung kepada variabel yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

AIRS homepage at JPL (<http://airs.jpl.nasa.gov/>), 2012.

Hair, Jr, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E., Tatham, R.L. (2006), *Multivariate Data Analysis*, 6th Ed, Pearson Education Inc, Singapore.

Jacob, Daniel J. Observation of atmospheric composition from space, Harvard University, 2007.

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.

Richard L. McKenzie, *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.

NASA, OMI home page: <http://toms.gsfc.nasa.gov/omi>, 2011.

UNEP, Laporan Tahunan, 2010