

RASIO KOMPONEN UV, PAR DAN NIR TERHADAP RADIASI MATAHARI GLOBAL DI BUKIT KOTOTABANG TAHUN 2012

Yosfi Andri

ABSTRACT

This study discussed about the relationship between three components of solar irradiance (Ultra Violet (UV), Near Infra-red (NIR) and Photosynthetically Active Radiation (PAR)) and global irradiance measured at Bukit Kototabang in 2012. The relationship was carried out by calculating the ratio between global irradiance and each of the solar irradiance components, as well as by determining the correlation coefficient values. The results indicated that the approximation of global solar irradiance components is 5% UV, 55% NIR and 45% PAR. Also, the ratio between UV and global solar irradiance suggested that the water vapour content in Bukit Kototabang is relatively high.

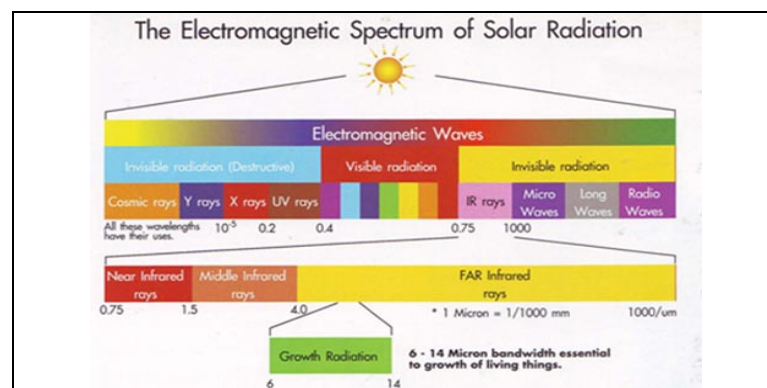
Keywords: solar irradiance, UV, NIR, PAR, Bukit Kototabang.

PENDAHULUAN

Radiasi Matahari adalah pancaran energi yang berasal dari proses thermonuklir yang terjadi di Matahari. Energi radiasi matahari berbentuk sinar dan gelombang elektromagnetik. Spektrum radiasi Matahari sendiri terdiri dari dua yaitu, radiasi gelombang pendek dan radiasi gelombang panjang. Radiasi gelombang pendek antara lain radiasi gamma, sinar X, dan ultraviolet. Sedangkan radiasi gelombang panjang adalah radiasi infra merah dll.

Terdapat 3 macam radiasi gelombang pendek utama dari matahari yang melewati atmosfer bumi. Pertama, radiasi ultaviolet (UV) dengan panjang gelombang (0.29-0.4 μm), radiasi ini bisa menyebabkan kanker pada kulit manusia. Kedua, radiasi matahari untuk fotosintesis tumbuhan hijau atau biasa disebut *Photosyntetically Active Radiation* (PAR) dengan panjang gelombang (0.38-0.7 μm). Radiasi ini digunakan oleh tumbuhan sebagai sumber energi pada proses fotosintesis dan sebagai bahan penelitian di bidang pertanian. Ketiga, radiasi matahari *near infra red* (NIR) dengan panjang gelombang (0.7-2.8 μm). Gelombang NIR diaplikasikan pada satelit untuk mengetahui total kolom uap air di atmosfer.

Saat ini, penelitian mengenai rasio antara radiasi matahari UV, NIR dan PAR terhadap radiasi matahari global masih sangat kurang. Dari rasio komponen radiasi matahari tersebut dapat membantu pada proses estimasi dan pemodelan. Gambar 1 berikut memperlihatkan berbagai spektrum radiasi matahari.



Gambar 1. Spektrum radiasi matahari.

Pemantauan radiasi matahari PAR di Indonesia belum dilakukan secara terus menerus. Untuk itu digunakan persamaan empiris untuk memperkirakan data dari masing-masing komponen radiasi matahari tersebut. Stasiun GAW Bukit Kototabang telah melakukan monitoring radiasi matahari Global dan NIR sejak tahun 1996, radiasi matahari UV dimulai pada tahun 2012 sedangkan untuk radiasi matahari PAR diperoleh dengan menggunakan persamaan empiris.

Adapun tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui rasio radiasi matahari NIR, UV dan PAR terhadap radiasi matahari Global di Stasiun GAW Bukit Kototabang pada tahun 2012.

METODOLOGI

Lokasi

Stasiun GAW Bukit Kototabang terletak di suatu bukit pada ketinggian 864.5 m dpl dengan posisi koordinat $0^{\circ} 12' 0''$ LS dan $100^{\circ} 19' 19''$ BT. Bukit ini merupakan bukit yang tertinggi dibanding bukit sekitarnya pada radius 3 hingga 5 km. Stasiun GAW Bukit Kototabang dikelilingi oleh hutan tropis yang jauh dari aktivitas manusia (Gambar 2).

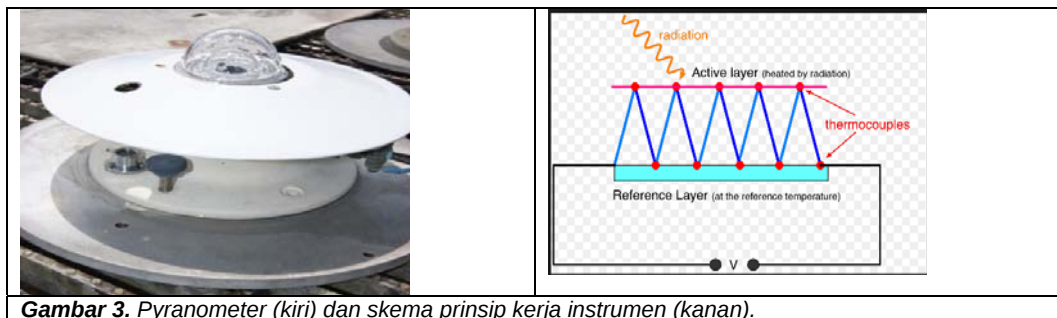


Gambar 2. Stasiun GAW Bukit Kototabang.

Instrumen

Pyranometer

Data radiasi matahari Global diperoleh dari alat pyranometer, cara kerja alat ini adalah dengan merubah energi panas menjadi energi listrik, lalu dikali dengan nilai sensitivitas alat sehingga didapat nilai radiasi matahari global, Pyranometer ini mengukur radiasi matahari pada panjang gelombang $0.280 - 3 \mu\text{m}$. sensor yang dipakai pada alat ini yaitu thermocouple. Thermocouple adalah perangkat yang terdiri dari dua konduktor yang berbeda, biasanya paduan-paduan logam, yang bisa menghasilkan tegangan yang berbanding lurus dengan perbedaan suhu antara kedua ujung pasangan konduktor. Berikut di bawah ini gambar alat pengukur radiasi matahari Global.



Gambar 3. Pyranometer (kiri) dan skema prinsip kerja instrumen (kanan).

Pyranometer RG8

Alat ini berfungsi untuk mengukur radiasi matahari NIR. Prinsip kerja alat ini sama dengan Pyranometer lainnya, hanya kubahnya berwarna lebih gelap agar dapat mengukur radiasi matahari pada panjang gelombang 0.695-3.0 μm . Gambar 4 berikut memperlihatkan pyranometer RG8 yang ada di Stasiun GAW Bukit Kototabang.



Gambar 4. Pyranometer RG8.

TUV Radiometer

Data radiasi matahari UV di Bukit Kototabang diperoleh dari monitoring alat TUV Radiometer (Gambar 5). Prinsip kerja alat ini sama dengan pyranometer tetapi kubahnya dilengkapi dengan filter sehingga dapat mengukur radiasi matahari UV.



Gambar 5. TUV Radiometer.

Detail mengenai spesifikasi alat pengukur komponen-komponen radiasi matahari dapat dilihat dari Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Spesifikasi pyranometer berdasarkan tipe komponen yang diukur.

Rincian	Global	Ultraviolet	Near Infrared
Manufaktur	Eppley	Eppley	Eppley
Faktor kalibrasi	118.16 $\mu\text{V W/m}^2$	5.814 $\mu\text{V W/m}^2$	131.98 $\mu\text{V W/m}^2$
Jangkauan spektrum	0.280-3 μm	0.29-0.385 μm	0.695-3.0 μm
Waktu respon	<15 s	1 ms	<15 s
Linieritas	$\pm 0.5\%$ (0-1400 W/m^2)	$\pm 2.0\%$ (0-70 W/m^2)	$\pm 0.5\%$ (0-1400 W/m^2)

Pengolahan

Dengan menghitung koefisien korelasi dari masing-masing komponen radiasi matahari terhadap radiasi matahari global, dapat diketahui hubungannya. Selanjutnya dihitung rasio masing-masing komponen radiasi matahari tersebut terhadap radiasi matahari global.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deret waktu radiasi global, UV, NIR, dan PAR

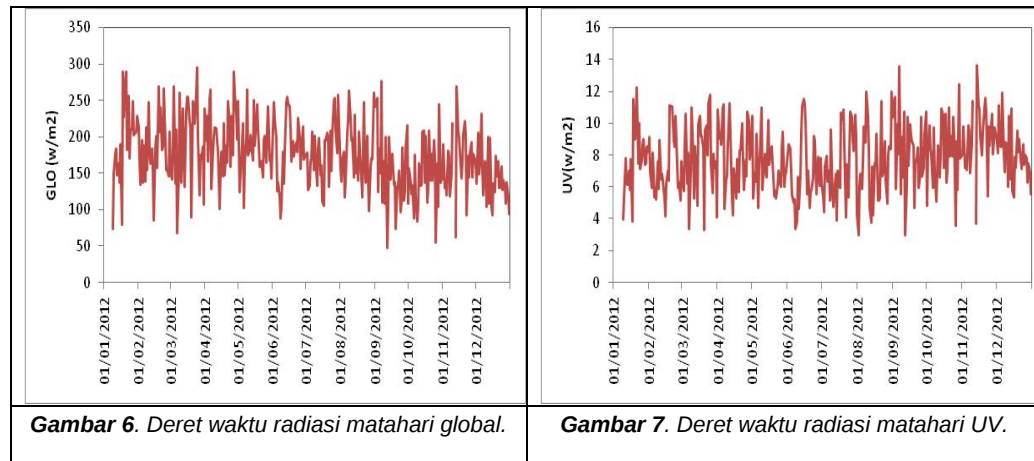
Di tahun 2012, rata-rata harian radiasi global sebesar 175 W/m^2 , tertinggi 295 W/m^2 pada tanggal 25 Maret dan terendah sebesar 47 W/m^2 pada tanggal 12 September. Sementara itu, rata-rata harian radiasi UV sebesar 8 W/m^2 , tertinggi terjadi pada tanggal 14 November sebesar 14 W/m^2 dan terendah sebesar 2 W/m^2 pada tanggal 2 September. Rata-rata harian radiasi NIR berkisar di 93 W/m^2 , tertinggi pada tanggal 25 Maret sebesar 160 W/m^2 dan terendah sebesar 24 W/m^2 pada tanggal 24 Oktober.

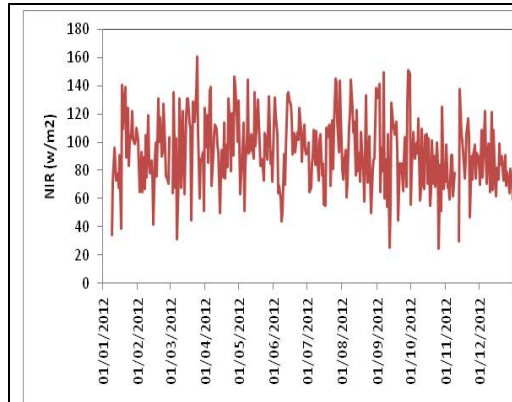
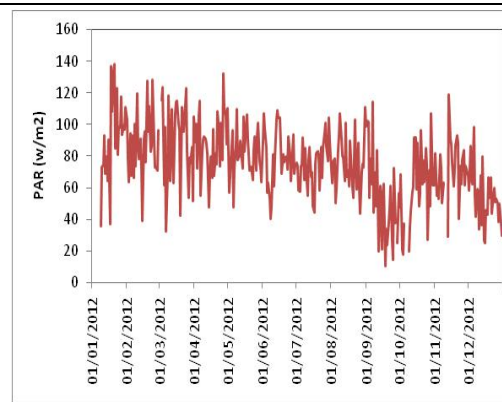
Untuk mendapatkan radiasi matahari PAR pada tahun 2012 digunakan persamaan empiris :

$$I_{\text{PAR}} = I_{\text{GLO}} - (I_{\text{UV}} + I_{\text{NIR}}) \quad (1)$$

Dimana: I_{PAR} = Radiasi Matahari PAR
 I_{GLO} = Radiasi Matahari Global
 I_{NIR} = Radiasi Matahari NIR

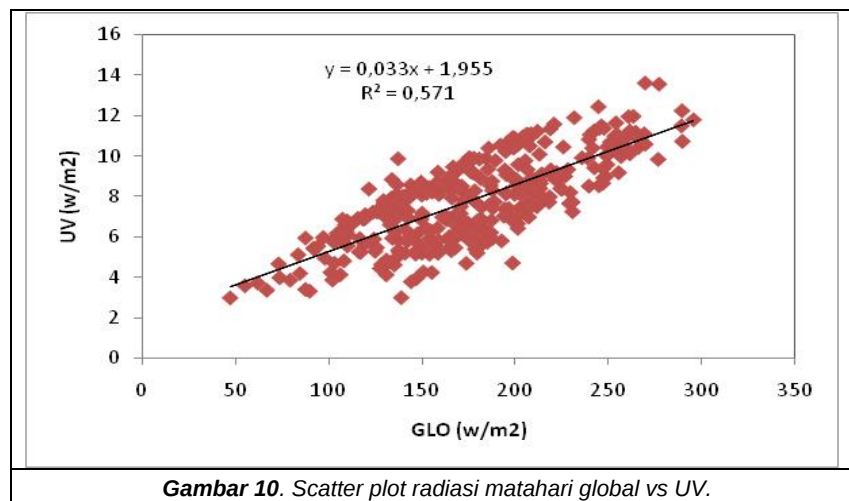
Dari persamaan empiris tersebut diperoleh radiasi matahari PAR rata – rata berkisar 75 W/m^2 . Radiasi PAR tertinggi pada tanggal 21 Januari sebesar 137 W/m^2 , terendah pada tanggal 18 September sebesar 10 W/m^2 . Terdapat kemiripan pola harian setiap komponen radiasi matahari dengan radiasi matahari global. Gambar 6 s.d. 9 berikut memperlihatkan deret waktu radiasi global, UV, NIR, dan PAR di Bukit Kototabang pada tahun 2012.

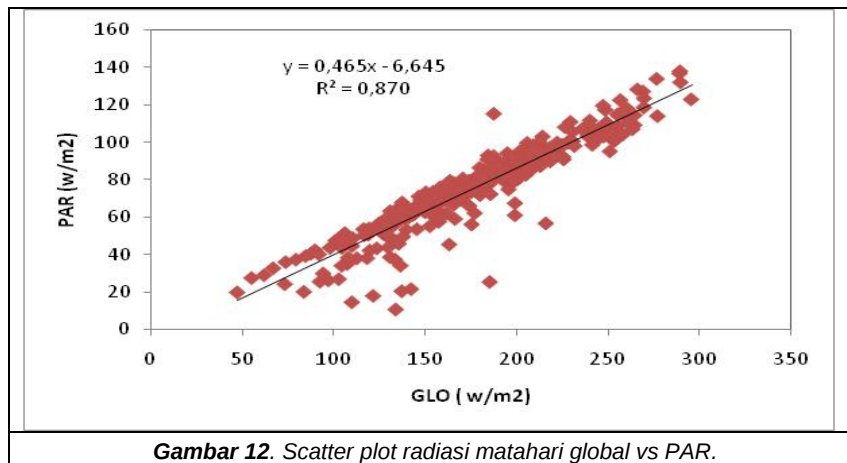
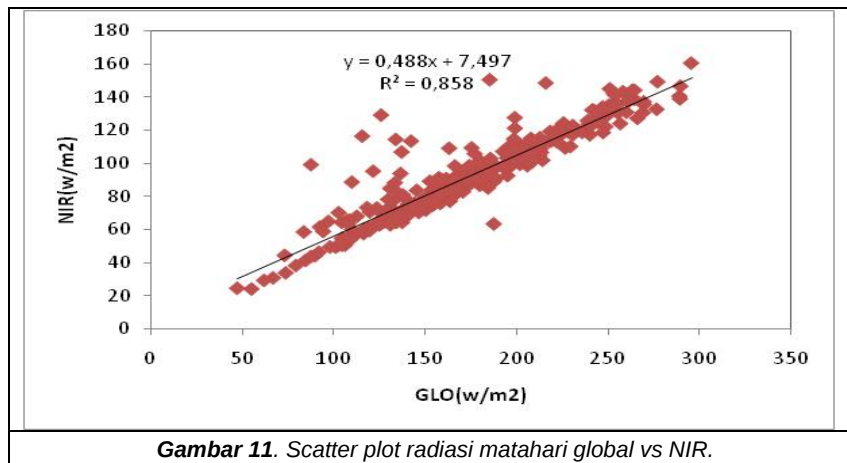


**Gambar 8.** Deret waktu radiasi matahari NIR.**Gambar 9.** Deret waktu radiasi matahari PAR.

Korelasi antara radiasi matahari global dengan UV, NIR, dan PAR

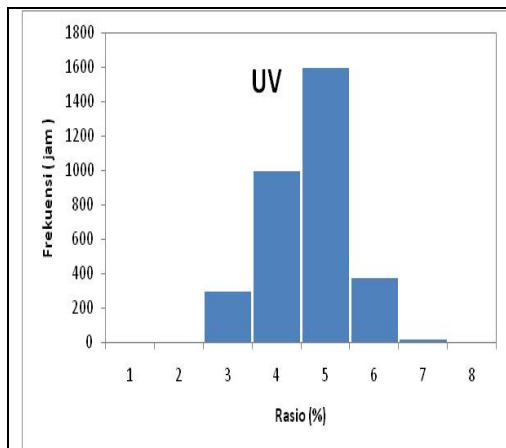
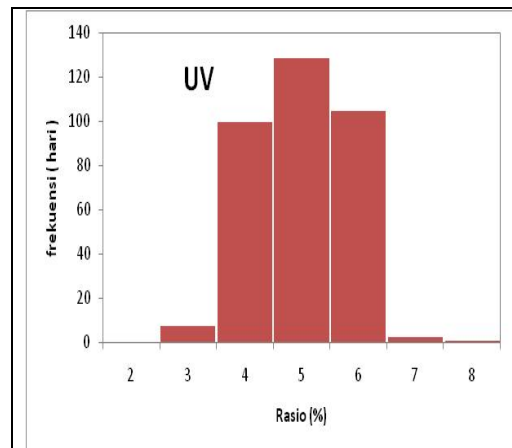
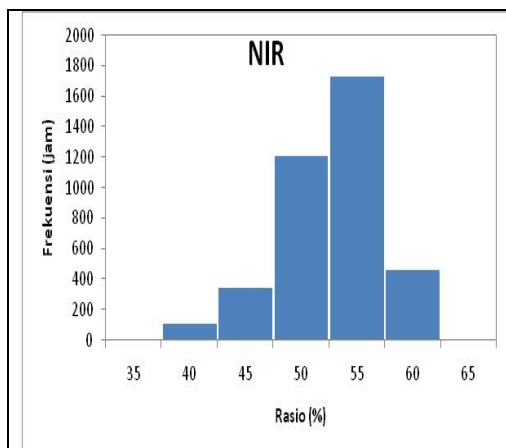
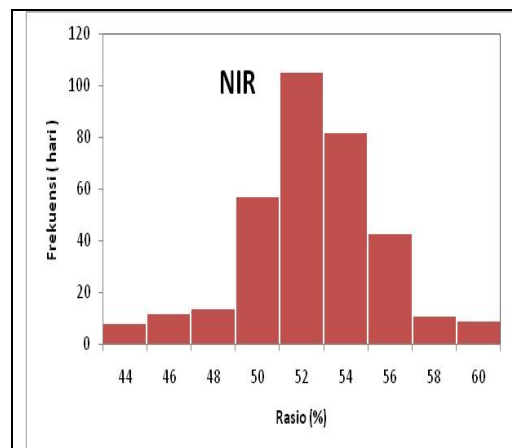
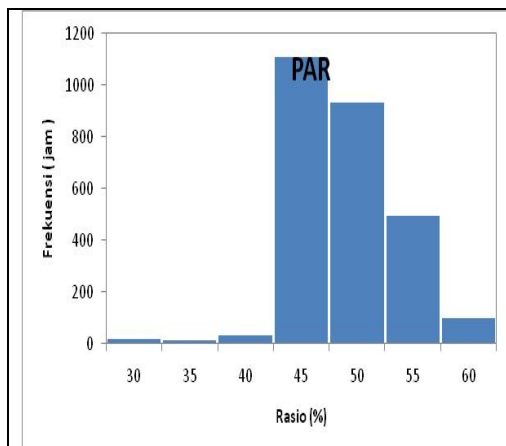
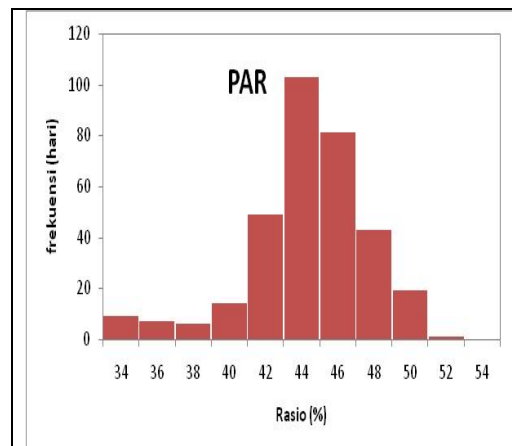
Dengan menghitung nilai koefisien korelasi masing-masing komponen UV, NIR dan PAR terhadap radiasi matahari Global, maka didapati nilainya sebesar 0.76, 0.93, dan 0.93. Dari nilai tersebut diketahui adanya hubungan yang kuat antara masing-masing komponen radiasi matahari terhadap radiasi global.

**Gambar 10.** Scatter plot radiasi matahari global vs UV.



Rasio diurnal dan harian UV, NIR, dan PAR terhadap radiasi global

Dari data diurnal, rasio antara radiasi UV dan global di tahun 2012 berkisar antara 3% dan 7%, sebanyak 1498 jam berada pada rasio 5%. Sementara itu, rasio yang dihitung dari data harian berada antara 3% dan 8%, dimana sebanyak 127 hari berada pada rasio 5%. Rasio diurnal radiasi NIR terhadap global berkisar antara 40% dan 60%, sebanyak 1673 jam berada pada rasio 55%, sedangkan untuk rasio hariannya berada antara 44% dan 60%, dimana sebanyak 106 hari berada pada rasio 52%. Rasio diurnal antara radiasi PAR dengan global berkisar antara 30% dan 60%, sebanyak 1107 jam berada pada rasio 50%, sedangkan untuk rasio hariannya berada antara 34% dan 52%, dimana sebanyak 106 hari berada pada rasio 44%. Gambar 13 s.d. 18 berikut memperlihatkan perbandingan antara ketiga komponen radiasi dengan radiasi global.

**Gambar 13.** Rasio diurnal UV dengan global.**Gambar 14.** Rasio harian UV dengan global.**Gambar 15.** Rasio diurnal NIR dengan global.**Gambar 16.** Rasio harian NIR dengan global.**Gambar 17.** Rasio diurnal PAR dengan global.**Gambar 18.** Rasio harian PAR dengan global.

Rasio antara radiasi matahari UV dengan global yang cukup tinggi di Bukit Kototabang ($\pm 5\%$) jika dibandingkan dengan rasio di Valencia, Spanyol ($\pm 2.7\%$). Hal ini disebabkan Valencia merupakan daerah urban dimana di daerah subtropis, sehingga kelembaban di daerah ini rendah dan konsentrasi aerosolnya cukup tinggi. Diketahui bahwa uap air bersifat

lebih banyak menyerap radiasi global dibandingkan UV dan aerosol bersifat mengurangi radiasi matahari UV dibandingkan global sehingga mempengaruhi nilai rasio UV dengan Global. Tabel 2 merangkum rasio ketiga komponen radiasi dengan radiasi global di tempat lain.

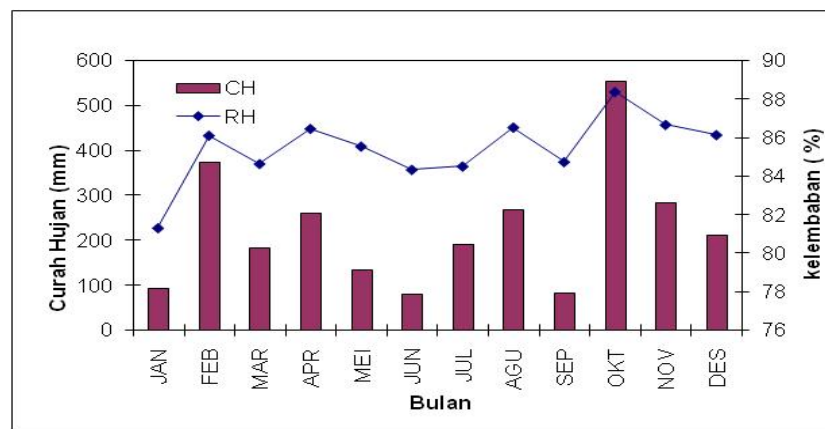
Tabel 2. Rasio UV, NIR, dan PAR dengan global di tempat lain.

Ultraviolet fraction of global				
Place	H_{UV}^d/H_G^d (%)	Land use	Latitude, Longitude (degree)	Altitude (m)
Valencia, Spain [32]	2.7	Urban (coastal ^a)	39.48°N, 0.38°W	40
Valencia, Spain [33]	3.0	Urban (coastal ^a)	39.48°N, 0.38°W	40
Athalassa, Cyprus [51]	3.04	Semi-urban	35.25°N, 33.6°E	165
Botucatu, Brazil	4.2	Rural	22.85°S, 48.45°W	786
Tibet Plateau, China [13]	5.3	Mountain	29.68°N, 91.33°E	3688
Corvalis, USA [20]	5.5	Rural	44.57°N, 123.23°W	65.5
Photosynthetically active radiation fraction of global				
Place	H_{PAR}^d/H_G^d (%)	Land use	Latitude, Longitude (degree)	Altitude (m)
Athalassa, Cyprus [57]	42.0	Semi-urban	35.25°N, 33.6°E	165
Athens, Greece [53]	42.9	Urban	38°N, 24°E	205
Lusaka, Zambia [56]	43.6	Biomass burning	15.4°S, 28.3°E	1150
Tibet, China [13]	43.9	Mountain	29.68°N, 91.33°E	3688
San Joaquin Valley, USA [15]	44.9	Rural	36.66°N, 119.5°W	104
Ilorim, Nigeria [17]	45.5	Rural	8.53°N, 4.57°E	375
Corvalis, USA [20]	45.7	Rural	44.57°N, 123.23°W	65.5
Guelph, Canada [14]	47.0	Urban	43.55°N, 80.22°W	334
Athens, Greece [16]	47.3	Urban	37.10°N, 23.72°E	107
Sede Moshe, Israel [55]	47.1	Rural	31.62°N, 34.82°E	130
Jerusalem, Israel, [55]	48.0	Urban	31.78°N, 35.22°E	736
Washington, USA [55]	49.0	Urban	38.9°N, 77°W	22
Rockville, USA [55]	49.0	Urban	39°N, 77.16°W	90
Botucatu, Brazil	49.0	Rural	22.85°S, 48.45°W	786
Cambridge, England [24]	50.0	Semi-rural	52°N, 0°E	25
Bet Dagan, Israel [55]	52.1	Urban	32°N, 34.87°E	35
Near infrared radiation fraction of global				
Place	H_{NIR}^d/H_G^d (%)	Land use	Latitude, Longitude (degree)	Altitude (m)
Botucatu, Brazil	46.9%	Rural	22.85°S, 48.45°W	786
Campinas, Brazil [12]	49.7% ^b	Urban	22.92°S, 47.08°W	659
Lhasa, China [13]	51.8%	Mountain	29.68°N, 91.33°E	3688
Thule, Northern Greenland [36]	51.0%	Near ice cap	76.40°N, 68.32°W	0

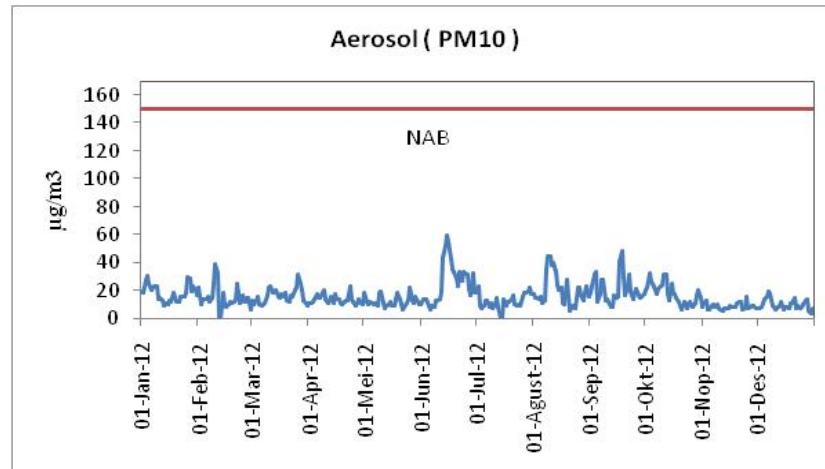
^a Far sea.

^b Original value correct by factor 0.92.

Bukit Kototabang lokasinya dekat dengan garis khatulistiwa, beriklim tropis, memiliki kelembaban yang tinggi dan memiliki curah hujan pada tiap bulannya. Hasil pengukuran di tempat ini juga merupakan lokasi referensi udara bersih yang jauh dari aktivitas manusia. Konsentrasi aerosol (PM_{10}) yang terukur di Bukit Kototabang masih jauh dibawah nilai ambang batas ($150 \mu g/m^3$). Hal tersebut terlihat dari perbandingan aerosol dan curah hujan di Bukit Kototabang tahun 2012 (Gambar 19 dan 20).



Gambar 19. Curah hujan dan kelembaban di Bukit Kototabang tahun 2012.



Gambar 20. Konsentrasi aerosol (PM_{10}) di Bukit Kototabang tahun 2012.

Kelembaban udara di Stasiun GAW Bukit Kototabang pada tahun 2012 rata – rata 85%, puncak curah hujan terjadi pada bulan Februari dan Oktober, sedangkan konsentrasi aerosol (PM_{10}) rata-rata $15.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, konsentrasi tertinggi terjadi pada bulan Juni berkisar $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kelembaban yang tinggi dan konsentrasi aerosol yang rendah mengakibatkan tingginya rasio antara radiasi matahari UV dengan global di Stasiun GAW Bukit Kototabang.

KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara rasio radiasi matahari UV, NIR, PAR dengan global, baik untuk rata-rata diurnal maupun untuk data harian. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa radiasi matahari global pada tahun 2012 di Bukit Kototabang terdiri dari $\pm 5\%$ UV, 55% NIR dan 45 % PAR. Rasio antara komponen radiasi matahari UV, NIR, PAR dengan global suatu daerah berbeda dengan daerah lainnya. Rasio antara radiasi matahari UV dengan Global yang cukup tinggi di stasiun GAW Bukitkototabang disebabkan daerah ini memiliki kandungan uap air yang tinggi dan konsentrasi aerosol yang rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Escobedo, F.J., E.N. Gomez, A.P. Oliveira. 2010. *Ratio of UV, PAR and NIR components to global solar radiation measured at Batucatu site in Brazil*. Instituto de Astronomia Geofísica e Ciências Atmosféricas.
- Baldocchi, D., B. Hutchinson, D. Matt, and R. McMitten. 1984. Seasonal variations in the radiation regime within oakhickory forest. *Agricultural and Forest Meteorology* 33:177-191.
- Martinez-Lozano J.A., A.J. Casanovas, and M.P. Utrillas. 1999. Ratio of UV to global broad band irradiation in Valencia, Spain. *International Journal of Climatology* 19:903-911.
- Britton C.M. and J.D. Dodd. 1976. Relationships of photosynthetically active radiation and shortwave irradiance. *Agricultural Meteorology* 17:1-7.
- Zhang X., Y Zhang, and Y. Zhou. 2000. Measuring and modelling photosynthetically active radiation in Tibet Plateau during April to October. *Agricultural Meteorology* 102:207-212.