



**POLA DIURNAL CO₂ PERMUKAAN DI PALEMBANG
BERDASARKAN WAKTU MATAHARI UNTUK
PENGAMATAN DAMPAK GMT
TERHADAP PERUBAHAN LAJU FOTOSINTESIS
(Diurnal Pattern Of Surface CO₂ In Palembang Based On Solar Hour for
Total Solar Eclipse effect observation On The Rate Of Photosynthesis
Change)**

Sumaryati dan Ginaldi Ari Nugroho
Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer
Lembaga Penerbangan dan Antariksa
sumaryati@lapan.go.id, sumary.bdg@gmail.com

ABSTRAK

Riwayat Artikel:

Diterima: 19-11-2015
Direvisi: 16-10-2016
Disetujui: 19-10-2016
Diterbitkan: 24-10-2016

Kata kunci:

CO₂, waktu matahari,
GMT, fotosintesis

Radiasi matahari berperan dalam beberapa proses reaksi fotokimia di atmosfer, yaitu reaksi kimia yang menggunakan radiasi matahari sebagai energinya. Salah satu dari reaksi fotokimia adalah reaksi fotosintesis yang terjadi pada tumbuhan hijau. Dampak dari fotosintesis dapat dilihat pada konsentrasi CO₂ dipermukaan. Makalah ini mengkaji pola harian CO₂ di Palembang dengan waktu mengacu pada waktu matahari (solar hour) yang dapat memberikan gambaran besarnya radiasi matahari. Pola CO₂ yang diperoleh akan digunakan untuk mengkaji dampak gerhana matahari total terhadap laju fotosintesis. Data yang digunakan adalah pengamatan CO₂ permukaan di Palembang (2,94 °LS; 104,73 °BT) tahun 2010-2012. Konsentrasi maksimum dengan nilai 442 ppm terjadi sekitar pukul 06.30 - 06.40 waktu matahari dan konsentrasi minimum dengan nilai 376 ppm terjadi sekitar pukul 14.00 - 16.00 waktu matahari. Laju fotosintesis terlihat sangat cepat pada pagi hari setelah konsentrasi maksimum sampai sekitar pukul 09.00 waktu matahari yang ditandai dengan penurunan konsentrasi CO₂ yang sangat cepat. Laju fotosintesis yang pesat ini bertepatan dengan waktu GMT, sehingga dampak GMT pada laju fotosintesis akan dapat teramati.

ABSTRACT

Keywords: CO₂, solar
hour, total solar
eclipse, photosynthesis

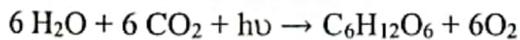
Solar radiation plays role in some photochemical reactions in the atmosphere, which is a chemical reaction that uses solar radiation as the energy processing. One of the photochemical reaction is photosynthesis in plants. The impact of photosynthesis can be indicated in the CO₂ concentration on the surface. This paper studies the diurnal pattern of CO₂ in Palembang based on solar hour reference because solar hour is more representative to describe solar radiation intensity. The diurnal CO₂ pattern will be reference to study the effect of total solar eclipse on the rate of photosynthesis. The data in this study is surface CO₂ observation data in Palembang (2,94 °S; 104,73 °E) 2010 - 2012. Result

shows that maximum concentration of 442 ppm occurred at around 06:30 to 06:40 solar hour and the minimum concentration of 376 ppm occurred at around 14:00 to 16:00 solar hour. The rate of photosynthesis is very fast in the morning after the maximum concentration occurred up to approximately 09.00 solar hour that is indicated by decreasing the concentration sharply. This rapid rate of photosynthesis coincides with total solar eclipse time, so the effect of total solar eclipse on the rate of photosynthesis will be detected well.

1. Pendahuluan

Radiasi matahari menjadi energi penting dalam beberapa reaksi kimia di troposfer yang sering disebut sebagai reaksi fotokimia. Daerah ekuator dengan intensitas radiasi matahari yang tinggi menjadi tempat yang baik untuk berlangsungnya reaksi fotokimia beberapa senyawa terutama polutan. Oleh karena itu Crutzen menyebut daerah tropik sebagai mesin cuci bagi polutan udara (Andrea et al., 2015). Salah satu reaksi foto kimia yang penting di troposfer adalah reaksi fotosintesis.

Reaksi fotosintesis adalah reaksi pembentukan bahan makanan yang dilakukan oleh tumbuhan hijau. Fotosintesis yang paling sederhana dapat dituliskan reaksinya sebagai berikut,



Energi radiasi matahari yang nilainya sebesar $h\nu$, bersesuaian dengan kebutuhan energi fotosintesis disebut *photosynthetically active radiation* (PAR) berada pada rentang panjang gelombang 400 nm – 700 nm (Qin, et al., 2012). Rentang panjang gelombang tersebut masuk dalam cahaya tampak yang dominan dalam spektrum radiasi matahari.

Berdasarkan persamaan reaksi fotosintesis, terlihat bahwa radiasi matahari berperan dalam keberlangsungan proses reaksi tersebut. Proses fotosintesis terindikasi pada konsentrasi CO_2 di atmosfer permukaan. Maka pada musim panas dengan intensitas radiasi matahari yang tinggi menyebabkan konsentrasi CO_2 di atmosfer permukaan lebih rendah dari pada musim dingin, demikian pula daerah hutan dan rural dengan banyak tanaman konsentrasi CO_2 lebih rendah dari pada daerah perkotaan, (George et al., 2007; Sevik, 2014).

Intensitas radiasi matahari pada suatu lokasi besarnya mengalami siklus yang kuat secara harian dan tahunan. Siklus harian

terkait dengan rotasi bumi pada sumbunya dan siklus tahunan terkait dengan orbit bumi mengelilingi matahari. Siklus tahunan merupakan gabungan dari dampak jarak bumi matahari yang berbentuk elips serta posisi kemiringan rotasi bumi pada bidang ekleptika yang terlihat dalam siklus sudut deklinasi matahari. Daerah tropis dengan posisi lintang yang rendah, siklus tahunan tidak sejelas daerah kutub atau lintang tinggi. Oleh karena itu daerah tropis hanya memiliki pola CO_2 harian yang jelas (Sumaryati dan Nugroho, 2015).

Makalah ini membahas pola harian CO_2 di permukaan yang mengindikasikan proses fotosintesis. Waktu harian mengacu pada waktu matahari (*solar hour*), karena dengan acuan waktu ini lebih merepresentasikan intensitas radiasi matahari dari pada waktu setempat. Pola CO_2 yang diperoleh dapat dijadikan sebagai pola dasar yang akan dibandingkan dengan pola CO_2 harian di Palembang ketika terjadi gerhana matahari total (GMT) yang akan melintas di Palembang pada tanggal 9 Maret 2016.

2. Landasan Teori

Penunjukkan waktu harian dapat mengacu pada waktu setempat (*local mean time*) atau waktu matahari. Waktu matahari (*solar hour* atau *sundial time*) didasarkan pada posisi matahari. Waktu setempat (*local time*) membentuk waktu seragam dalam rentang bujur tertentu yang disepakati bersama yang mengacu pada waktu matahari dan dikoreksi dengan *equation of time* (EoT). Waktu setempat untuk Palembang (2,94 °LS; 104,73 °BT) adalah waktu Indonesia barat (WIB).

Acuan waktu yang biasa digunakan adalah waktu setempat (WIB). Hubungan antara waktu matahari dan waktu setempat dirumuskan berikut ini

$$T_{sol} = T_{loc} + [EoT + 4(\varphi_{loc} - \varphi_{std}) \text{ menit}] \quad (2-1)$$

Atau

$$T_{sol} - T_{loc} = [EoT + 4(\varphi_{loc} - \varphi_{std}) \text{menit}] \quad (2-2)$$

Dengan:

T_{sol} : waktu matahari

T_{loc} : waktu setempat (WIB)

EoT : equation of time

φ_{loc} : bujur setempat (104,73 °BT)

φ_{std} : bujur standar waktu (105 °BT)

Equation of time menurut G.M. Masters dalam Naima dan Majeed (2011) dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$EOT = 9,87 \sin(2\beta) - 7,53 \cos(\beta) - 1,5 \sin(\beta) \quad (2-3)$$

$$\text{Dengan } \beta = 360 \left(\frac{N - 81}{364} \right)$$

N adalah *Julian day* atau hari ke dalam satu tahun (1 Januari = 1, 5 Januari = 5, 1 Februari = 32, dan seterusnya).

Posisi bujur Palembang pada 104,73 °BT, hampir berimpit dengan bujur standar waktu setempat yaitu waktu Indonesia barat (WIB) yang terletak pada bujur 105°BT. Perbedaan 0,27°, setara dengan perbedaan waktu satu menit. Oleh karena itu perbedaan antara waktu matahari dan waktu setempat (WIB) di Palembang besar dipengaruhi oleh *equation of time* dari pada karena perbedaan posisinya dengan bujur standar waktunya.

Waktu matahari lebih merepresentasikan posisi matahari yang dinyatakan dalam sudut zenith matahari (persamaan 3-3). Dengan menggunakan acuan waktu matahari, posisi matahari sepanjang tahun pada pukul yang sama disemua tempat hanya dipengaruhi oleh deklinasi matahari saja. Sebaliknya jika menggunakan acuan waktu standar setempat, maka pada pukul yang sama posisi matahari atau sudut zenith pada pukul yang sama nilainya masih dipengaruhi oleh *equation of time* dan perbedaan bujur antara suatu lokasi dengan bujur standar waktunya.

Sudut zenith matahari pada suatu lokasi adalah sudut yang dibentuk antara garis vertikal dan garis menuju matahari pada

lokasi tersebut. Besarnya sudut zenith (θ) dituliskan dalam persamaan (3-3).

$$\cos(\theta) = \sin(\delta) \sin(\phi) + \cos(\delta) \cos(\phi) \cos(\omega) \quad (3-3)$$

Dengan ϕ adalah derajat lintang posisi Palembang (-2,94°), ω adalah sudut pukul matahari nilainya setiap 15° setara dengan satu pukul dengan acuan 0° pada pukul 12.00 waktu matahari, dan δ adalah sudut deklinasi matahari dirumuskan berikut:

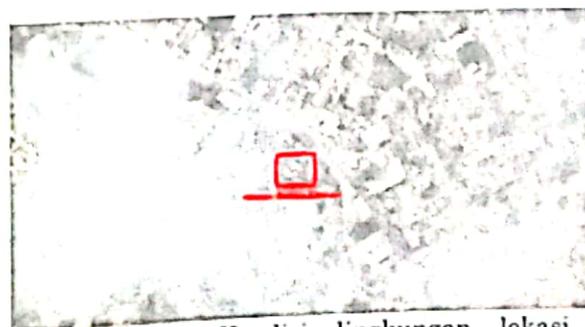
$$\delta = 23,45 \sin \left(\frac{284 + N}{365} \right)$$

3. Data dan Metode

Data yang digunakan adalah data pengamatan CO₂ permukaan di Palembang pada koordinat (2,94 °LS; 104,73 °BT). Gambaran kondisi lingkungan pengamatan ditunjukkan pada Gambar 3.1. Perangkat yang digunakan adalah sistem pengamatan CO₂ permukaan yang telah dikembangkan oleh LAPAN. Rentang waktu pengamatan 2010 – 2012.

Data pengamatan yang diperoleh adalah data dalam acuan waktu setempat (WIB), yang selanjutnya dikonversi ke waktu matahari. Data yang telah dikonversi ke waktu matahari tersebut dibuat rata-rata pada pukul yang sama untuk mendapatkan pola harian.

Pola harian yang diperoleh dianalisa perbandingannya dengan pola harian CO₂ di lokasi lain dandikaji kemungkinan dapat atau tidaknya untuk melihat dampak GMT yang akan melintas di Palembang 9 Maret 2016 terhadap laju fotosintesis.



Gambar 3-1. Kondisi lingkungan lokasi pengamatan CO₂

Atau

$$T_{sol} - T_{loc} = [EoT + 4(\varphi_{loc} - \varphi_{std}) \text{ menit}] \quad (2-2)$$

Dengan:

T_{sol} : waktu matahari

T_{loc} : waktu setempat (WIB)

EoT : equation of time

φ_{loc} : bujur setempat (104,73 °BT)

φ_{std} : bujur standar waktu (105 °BT)

Equation of time menurut G.M. Masters dalam Naima dan Majeeb (2011) dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$EOT = 9,87 \sin(2\beta) - 7,53 \cos(\beta) - 1,5 \sin(\beta) \quad (2-3)$$

$$\text{Dengan } \beta = 360 \left(\frac{N - 81}{364} \right)$$

N adalah *Julian day* atau hari ke dalam satu tahun (1 Januari = 1, 5 Januari = 5, 1 Februari = 32, dan seterusnya).

Posisi bujur Palembang pada 104,73 °BT, hampir berimpit dengan bujur standar waktu setempat yaitu waktu Indonesia barat (WIB) yang terletak pada bujur 105°BT. Perbedaan 0,27°, setara dengan perbedaan waktu satu menit. Oleh karena itu perbedaan antara waktu matahari dan waktu setempat (WIB) di Palembang besar dipengaruhi oleh *equation of time* dari pada karena perbedaan posisinya dengan bujur standar waktunya.

Waktu matahari lebih merepresentasikan posisi matahari yang dinyatakan dalam sudut zenith matahari (persamaan 3-3). Dengan menggunakan acuan waktu matahari, posisi matahari sepanjang tahun pada pukul yang sama di semua tempat hanya dipengaruhi oleh deklinasi matahari saja. Sebaliknya jika menggunakan acuan waktu standar setempat, maka pada pukul yang sama posisi matahari atau sudut zenith pada pukul yang sama nilainya masih dipengaruhi oleh *equation of time* dan perbedaan bujur antara suatu lokasi dengan bujur standar waktu setempat.

Sudut zenith matahari pada suatu lokasi adalah sudut yang dibentuk antara garis vertikal dan garis menuju matahari pada

lokasi tersebut. Besarnya sudut zenith (θ) dituliskan dalam persamaan (3-3).

$$\cos(\theta) = \sin(\delta) \sin(\phi) + \cos(\delta) \cos(\phi) \cos(\omega) \quad (3-3)$$

Dengan ϕ adalah derajat lintang posisi Palembang (-2,94°), ω adalah sudut pukul matahari nilainya setiap 15° setara dengan satu pukul dan dengan acuan 0° pada pukul 12.00 waktu matahari, dan δ adalah sudut deklinasi matahari dirumuskan berikut:

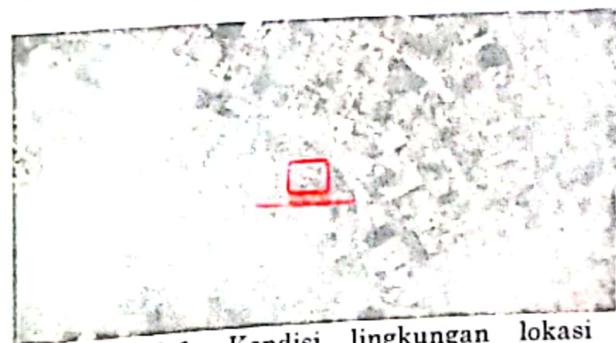
$$\delta = 23,45 \sin \left(\frac{284 + N}{365} \right)$$

3. Data dan Metode

Data yang digunakan adalah data pengamatan CO₂ permukaan di Palembang pada koordinat (2,94 °LS; 104,73 °BT). Gambaran kondisi lingkungan pengamatan ditunjukkan pada Gambar 3.1. Perangkat yang digunakan adalah sistem pengamatan CO₂ permukaan yang telah dikembangkan oleh LAPAN. Rentang waktu pengamatan 2010 – 2012.

Data pengamatan yang diperoleh adalah data dalam acuan waktu setempat (WIB), yang selanjutnya dikonversi ke waktu matahari. Data yang telah dikonversi ke waktu matahari tersebut dibuat rata-rata pada pukul yang sama untuk mendapatkan pola harian.

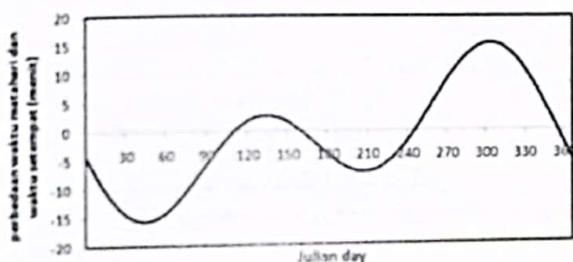
Pola harian yang diperoleh dianalisa perbandingannya dengan pola harian CO₂ di lokasi lain dandikaji kemungkinan dapat atau tidaknya untuk melihat dampak GMT yang akan melintas di Palembang 9 Maret 2016 terhadap laju fotosintesis.



Gambar 3-1. Kondisi lingkungan lokasi pengamatan CO₂

4. Pembahasan

Berdasarkan persamaan (2-2), perbedaan waktu antara waktu setempat dengan waktu matahari di Palembang (2,94 °LS; 104,73 °BT) dalam satu tahun ditunjukkan pada gambar 4.1. Perbedaan posisi bujur Palembang (104,73 °BT) dengan bujur standar (105 °BT), sangat kecil hanya sebesar 0,27° yang setara dengan 1,08 menit. Oleh karena itu, waktu matahari di Palembang dengan waktu setempat (WIB) hampir sama setelah terkoreksi oleh *equation of time*.



Gambar 4-1. Selisih antara waktu matahari dan waktu setempat (WIB)

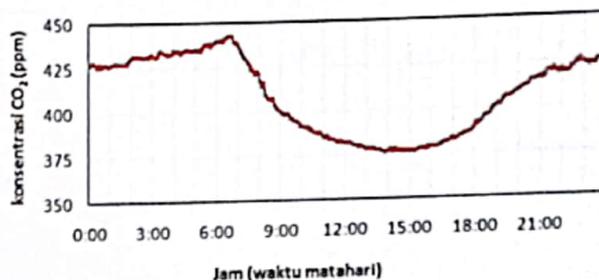
Palembang merupakan kota terbesar kedua di Sumatera setelah Medan. Sebagaimana daerah perkotaan, pada umumnya aktifitas industri, transportasi, serta pemukiman relative tinggi dibanding daerah pedesaan. Aktivitas transportasi, industri, dan rumah tangga merupakan sumber emisi CO₂ melalui proses pembakaran bahan bakar.

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3-1, lokasi pemantauan CO₂ berada pada daerah antara hutan kota dan pemukiman serta jalan raya. Hutan kota adalah rosot bagi CO₂ melalui reaksi fotosintesis, sedangkan daerah permukiman dan jalan raya merupakan sumber emisi CO₂. Oleh karena itu lokasi pengamatan ini berada diantara sumber dan rosot.

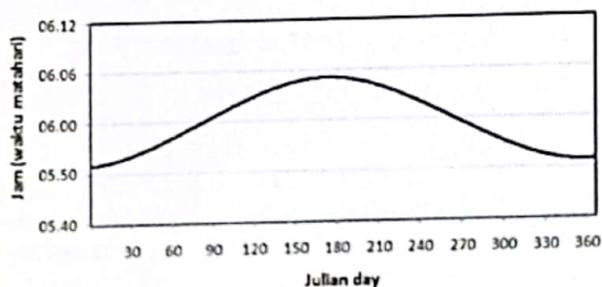
Konsentrasi harian CO₂ berdasar waktu matahari disajikan pada Gambar 4-2. Konsentrasi maksimum terjadi dengan nilai 442 ppm terjadi sekitar pukul 06.30 - 06.40 waktu matahari. Konsentrasi minimum dengan nilai 376 ppm terjadi sekitar pukul 14.00 - 16.00 waktu matahari.

Nilai maksimum CO₂ berkorelasi dengan waktu terbit matahari. Ketika matahari mulai muncul di atas garis horizon, fotosintesis mulai berlangsung sehingga mengurangi konsentrasi CO₂ di permukaan. Berdasarkan persamaan (3-

3) waktu terbit matahari adalah ketika nilai $\theta = 90$ atau $\cos(\theta) = 0$. Waktu matahari terbit sepanjang tahun di Palembang berdasar waktu matahari ditunjukkan pada Gambar 4-3.



Gambar 4-2. Konsentrasi CO₂ berdasar waktu matahari



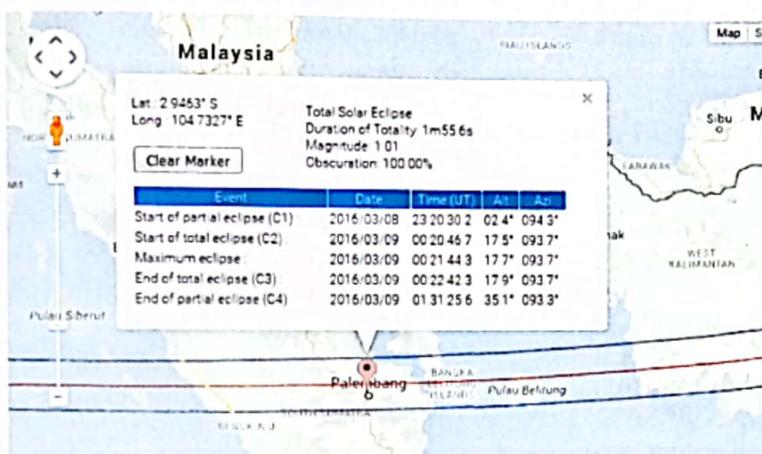
Gambar 4-3. Waktu terbit matahari berdasar waktu matahari

Pola harian CO₂ di Palembang mirip dengan di Bandung (Sumaryati dan Nugroho, 2015) sebagai daerah urban tropik yang berbeda dengan daerah rural, hutan, dan lintang tinggi. Perbedaan konsentrasi tertinggi dan terendahnya relative kecil hanya sekitar 15 %, berbeda dengan daerah hutan dan lintang tinggi yang bisa mencapai 55 % (Sevik et al. 2015). Perbedaan pola harian CO₂ permukaan ini disebabkan perbedaan ketersediaan tumbuhan hijau serta pola dan besarnya intensitas radiasi matahari.

Berkurangnya intensitas radiasi matahari akibat gerhana matahari berdampak pada beberapa reaksi fotokimia di troposfer. Dampak gerhana pada terlihat pada reaksi fotokimia yang melibatkan senyawa polutan CO, NO_x, NH₃, dan O₃ di India (Elampari et al., 2010; Sharma et al., 2010), dan pada perubahan laju fotosintesis yang melibatkan CO₂ (Qin et al., 2010; Qu et al., 2011).

Gerhana matahari total akan menyapu Palembang pada tanggal 9 Maret 2016, pada pukul sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4-4. Pertanyaan ilmiah yang muncul di sini adalah

apakah GMT akan berdampak pada laju fotosintesis yang teramati pada perubahan konsentrasi CO₂ harian di Palembang.



Sumber: <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEgoogle/SEgoogle2001/SE2016Mar09Tgoogle.html>

Gambar 4-4. Waktu gerhana di Palembang

Berdasarkan Gambar 4-4 dan persamaan (2-1), waktu kejadian gerhana di Palembang dalam acuan waktu WIB dan waktu matahari disajikan pada Tabel 4-1.

Tabel 4-1
Waktu Gerhana

Fase Gerhana	Pukul	
	WIB	waktu matahari
awal gerhana	06:20:30	06:07:53
awal GMT	07:20:47	07:08:10
puncak gerhana	07:21:44	07:09:07
akhir GMT	07:22:42	07:10:05
akhir gerhana	08:31:26	08:18:49

Gerhana matahari total yang melintas di Palembang masih cukup pagi, tetapi dilihat dari pola harian CO₂ di Palembang (Gambar 4.2) terlihat penurunan konsentrasi CO₂ terlihat sangat pesat pada pagi hari. Konsentrasi CO₂ turun dengan cepat setelah konsentrasi maksimum sampai sekitar pukul 09.00 waktu matahari. Dalam rentang waktu ini bertepatan dengan kejadian GMT. Oleh karena itu bisa

diduga bahwa dampak GMT pada laju fotosintesis akan dapat teramati dengan baik di Palembang.

5. Kesimpulan

Pola harian CO₂ permukaan di Palembang yang diamati pada daerah yang diapit oleh jalan raya, permukiman, serta hutan kota polanya mirip dengan di Bandung yang merupakan daerah perkotaan tropic, dengan perbedaan konsentrasi maksimum dan minimumnya sekitar 15 %. Konsentrasi maksimum dengan nilai 442 ppm terjadi sekitar pukul 06.30 - 06.40 waktu matahari dan konsentrasi minimum dengan nilai 376 ppm terjadi sekitar pukul 14.00 - 16.00 waktu matahari. Laju fotosintesis terlihat sangat cepat pada pagi hari setelah konsentrasi maksimum sampai sekitar pukul 09.00 waktu matahari yang ditandai dengan penurunan konsentrasi CO₂ yang sangat cepat. Laju fotosintesis yang pesat ini bertepatan dengan waktu GMT, sehingga dampak GMT pada laju fotosintesis diduga akan dapat teramati di Palembang dengan baik.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Afif B, Bpk Chunaeni L, Bpk Asif yang telah mengerjakan Proyek Penelitian dari Ristek untuk mengembangkan sistem pemantau CO₂ yang telah dipasang di Palembang, Bapak Rukmana dan Bapak Eko Suroso dari BAPEDAS Sungai Musi, Direktorat Jendral RLPS Departemen Kehutanan Propinsi Palembang yang telah membantu dalam monitoring CO₂, serta pihak Ristek dan Lapan yang telah membiayai penelitian ini.

Rujukan

- Andreae M.O. et al., (2015). *The Amazon Tall Tower Observatory (ATTO): overview of pilot measurements on ecosystem ecology, meteorology, trace gases, and aerosols*. *Atmos. Chem. Phys.*, 15, 10723–10776, doi:10.5194/acp-15-10723-2015
- Elampari K., Chithambarathanu T., Jeyakumar S.J., Sharma R.K., (2010). *Impact of the Solar Eclipse of 15 January 2010 on the Surface Ozone and Nitrogen Dioxide Concentrations at Kayakumari, India*. *Indian Journal of Radio & Space Physics*. Vol. 39. December pp 359-363
- George K., Ziska L.H., Bunce J.A., dan Quebedeaux B. (2014). *Elevated atmospheric CO₂ concentration and temperature across an urban-rural transect*. Elsevier *Atmospheric Environment*, 417654–7665. doi:10.1016/j.atmosenv.2007.08.018
- Naima F.A. dan Majeeb B.A. (2011). *Spline-Based Formulas for the Determination of Equation of Time and Declination Angle*. *International Scholarly Research Network ISRN Renewable Energy*. DOI: 10.5402/2011/217484
- Nasa. *Total Solar Eclipse of 2016 Mar 09*. <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEgoogle/SEgoogle2001/SE2016Mar09Tgoogle.html> diakses 18 November 2015
- Qin, J., Y. Yang, Liang S., dan Tang W. (2012). *Estimation of Daily Mean Photosynthetically Active Radiation under All-Sky Conditions Based on Relative Sunshine Data*. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 51, 151 – 160. DOI: 10.1175/PUKULC-D-10-05018.1
- Qu X.U., Feilong, H.U., dan Yi Q. (2011). *Research on Photosynthetic Efficiency of Cassava-Peanut Intercropping Impacted by Total Solar Eclipse*. Elsevier *Energy Procedia*, DOI:10.1016/j.egypro.2011.03.027
- Sevik H., Cetin M., Belkayall N. (2015). *Effect of Forest on Amounts of CO₂: Case Study of Kastamonu and Ilgaz Mountain National Parks*. *Pol. J. Environ Stud* Vol. 24, No. 1 253-256. DOI: 10.15244/pjoes/28691
- Sharma S.K., Mandal T.K., Arya B.C., Saxena M., Shukla D.K., Mukherjee A., Bhatnagar R.P., Nath S., Yadav S., Gautam R., dan Saud T. (2010). *Effect of the solar eclipse on 15 January 2010 on the surface O₃, NO, NO₂, NH₃, CO mixing ratio and the meteorological parameters at Thiruvananthapuram, India*. *Ann. Geophys.*, 28, 1199–1205 doi:10.5194/angeo-28-1199-2010
- Sumaryati dan G.A. Nugroho, 2015. *Konsentrasi CO₂ Permukaan sebagai Fungsi Radiasi Matahari di Bandung*. *Prosiding SNSA 2015 PSTA (dalam proses)*
- Seminar Nasional Sains Antariksa 2015 LAPAN Bandung, 22 November 2015