

Mochamad Arief Soleh

Overestimasi pengukuran gas exchange tanaman dengan menggunakan Photosynthesis Analyzer Li-6400

Overestimation measurement of gas exchange by using Portable Photosynthesis Analyzer LI-6400

Diterima : 15 Februari 2017/Disetujui : 15 Maret 2017 / Dipublikasikan : 30 Maret 2017
©Department of Crop Science, Padjadjaran University

Abstarct Overestimating gas exchange measurement on plant could be happen by carelessly researcher. For example overestimating gas exchange data was found on onion crop, which was recorded between 97-158 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ while, another data on maize was recorded between 85 - 100 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. It is obviously overestimating example, due to maize must be higher in gas exchange rate. There are two possibilities affected on the overestimating measurement, firstly, user mistakes, it could be occur due to lack information on physiological data of crops, misusing of equipment and carelessly during measurement. Secondly, improperly leaf sample condition e.g. limitation of stomatal conductance rate; sample was too young or old; physic contact on leaf may affect stomatal closure. To prevent the overestimating measurement, researchers who are using photosynthesis analyzer should be understood on crop physiological information in advance.

Keywords: Gas exchange · LI-6400 · Overstimation

Sari Overestimasi pengukuran gas exchange pada tanaman dapat terjadi ketika peneliti tidak jeli dalam melihat atau memahami cara kerja alat LI6400 seperti dalam pengukuran gas exchange pada bawang merah mencapai 97-158 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ lebih besar dari pengukuran gas exchange pada jagung yang berkisar 85 - 100 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Hasil pengukuran ini jelas overestimasi karena laju gas exchange jagung harusnya lebih besar dari bawang. Ada dua kemungkinan yang menyebabkan terjadinya overestimasi dalam pengukuran gas exchange

tanaman dengan menggunakan alat LI-6400 ini, pertama: faktor pengguna seperti kurang informasi berkenaan response gas exchange tanaman, kesalahan teknis pemasangan alat serta kurang hati-hatian dalam menggunakan alat. Kedua, faktor sample daun yang diukur dalam kondisi krang baik untuk pengukuran, seperti: laju pembukaan stomata sangat minim, kondisi daun terlalu muda atau tua, serta daun terlalu banyak disentuh fisik (tangan) sehingga stomata menutup. Untuk menghindari hal tersebut hendaknya para peneliti yang menggunakan alat portable fotosintesis ini agar lebih memahami informasi fisiologis tanaman yang diukurinya.

Kata kunci: Gas exchange · LI-6400 · Overestimasi

Pendahuluan

Seiring waktu, teknologi berkembang semakin cepat dan lebih memudahkan pekerjaan, sehingga tercapai target pekerjaan seefektif dan seefisien mungkin. Dalam ranah penelitian tanaman, berbagai alat praktis telah dibuat untuk mengukur response tanaman terhadap lingkungan tumbuh seperti dibuatnya alat ukur fotosintesis portable LI6400, alat ini telah banyak digunakan oleh para peneliti tanaman karena terkenal praktis dan mampu menghasilkan data yang akurat.

Dari sejarah perkembangan alat ukur fotosintesis, Baldochi dan Amthor (2001) menyebutkan bahwa proses pengukuran laju fotosintesis atau gas exchange tanaman dimulai dari pertengahan abad 20 dengan menggunakan chamber yang sangat sederhana untuk mengisolasi gas-gas yang keluar dan masuk chamber yang merupakan respon dari tanaman, hanya saja overestimasi pengukuran gas

Dikomunikasikan oleh Tati Nurmala

Mochamad Arief Soleh¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

korepondensi: m.arief@unpad.ac.id

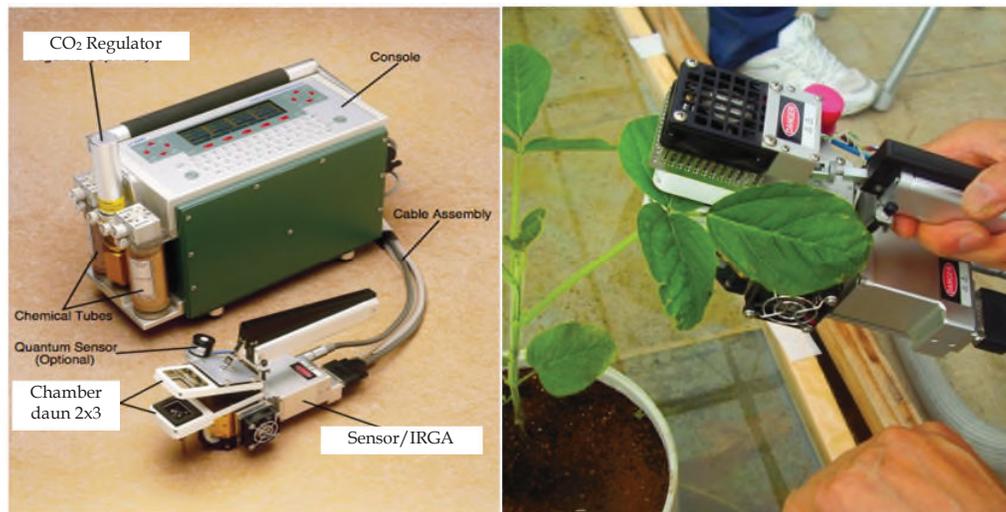
exchange dalam chamber sering terjadi dikarenakan konsentrasi CO_2 di dalam chamber lebih tinggi dari atmosphere akibat bercampur dengan gas yang bersumber dari tanaman, serta cenderung berfluktuasi. Namun seiring waktu teknologi chamber tersebut disempurnakan dengan ditambahkan dry absorbant untuk menjaga konsentrasi CO_2 dalam chamber stabil, sehingga estimasi pertukaran gas lebih akurat. Lebih jauh, ditemukannya infrared absorption spectrometer (atau IRGA) lebih memudahkan pengukuran gas exchange dengan teliti. Teknologi itulah yang sekarang ada dalam alat portable fotosintesis seperti LI-6400. Dari sejarahnya, overestimasi pengukuran sering terjadi dikarenakan konsentrasi CO_2 yang ada dalam chamber tidak stabil sehingga data yang terekam dalam alat menjadi bias. Adanya gas CO_2 dari respirasi dalam keadaan gelap (sebelum pencahayaan) menyebabkan overestimasi pengukuran gas exchange (Pons and Welschen, 2002).

Dari kejadian tersebut salah satu penyebab overestimasi pengukuran gas exchange tanaman dengan menggunakan portable analyzer adalah ketidakstabilan gas yang ada di chamber LI-6400, walaupun faktor lain sangat mungkin terjadi. Sebagai contoh overestimasi pengukuran gas exchange yang ditemui adalah pengukuran laju gas exchange bawang merah mencapai angka $97\text{-}158 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Anshar et al.,

2011) dan jangung mencapai $85 - 100 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Dewi 2012). Contoh tersebut merupakan gejala overestimasi yang sangat jelas dalam mengukur laju fotosintesis tanaman. Secara umum tanaman C4 (Jagung) akan memiliki laju fotosintesis lebih tinggi dibanding dengan tanaman C3 (bawang). Tujuan tulisan ini adalah untuk menjelaskan beberapa faktor yang dapat menyebabkan overestimasi pengukuran laju fotosintesis atau gas exchange pada tanaman dengan menggunakan alat portable photosynthesis analyzer LI6400.

Cara Kerja Alat Photosynthesis Analyzer LI-6400

LI-6400 *portable photosynthesis analyzer* merupakan alat ukur laju fotosintesis daun yang berbasis pertukaran gas (gas exchange). Sensor yang mengukur laju pertukaran gas (photosynthesis) tersebut adalah sensor infrared sehingga disebut pula IRGA (Infra Red Gas Exchange). Setiap pertukaran gas di daun sampai satuan detik dapat dicatat oleh alat tersebut. Kalkulasi gas exchange ini dapat keliru jika ukuran daun lebih sempit dari ukuran chamber daun. Ukuran chamber LI6400 standar adalah $2 \times 3 \text{ cm}^2$. Bila ukuran daun yang



Gambar 1. Alat photosynthesis analyzer LI6400.

Sumber: manual book LI-6400 (Licor inc, USA) dan koleksi pribadi

Tabel 1. Spesifikasi alat photosynthesis analyzer LI6400

| SPESIFIKASI ALAT LI6400 | FUNGSI |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Alat ini menggunakan sensor infrared untuk analisis utama CO ₂ , H ₂ O, Cahaya, dan Temperature. | |
| CO₂ Analyzer Tipe: infrared gas analyzer. Range pengukuran : 0-3100 μmol mol ⁻¹ . Akurasi: Maximum deviation: ± 5 μmol mol ⁻¹ dari 0 sampai 1500 μmol mol ⁻¹ & ± 10 μmol mol ⁻¹ dari 1500 sampai 3100 μmol mol ⁻¹ . | Mengukur tingkat pertukaran gas CO ₂ antara reference dan Daun |
| H₂O Analyzer Range pengukuran: 0-75 mmol mol ⁻¹ , atau 40 °C titik basah (dew point) Akurasi: Maximum deviation: ± 1.0 mmol mol ⁻¹ from 0-75 mmol mol ⁻¹ . | Mengukur tingkat kelembaban di dalam chamber daun. |
| Cahaya analyzer PAR Internal and External Chamber Sensors: Range: 0 sampai > 3000 μmol mol ⁻¹ . Resolution: < 1 μmol mol ⁻¹ . Akurasi: ± 5% of reading. | Mengatur tingkat cahaya yang di ukur di dalam chamber daun. |
| Temperature analyzer Range pengukuran: 0 °C to 50 °C. Akurasi : Maximum error < ± 0.5 °C. Typical Error: < ± 0.25 °C. Temperature Kontrol: chamber daun dapat didinginkan sapai ± 6 °C dari ambient. | Mengatur temperature sample (daun) dengan mengontrol temperature block chamber daun. |

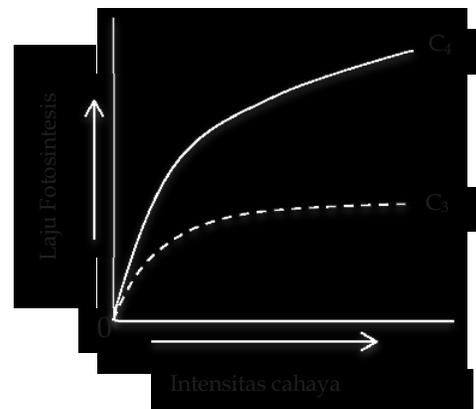
Sumber: manual book LI-6400 (Licor inc, USA)

diukur lebih kecil dari ukuran chamber tanpa dikalkulasi ulang maka hasil pengukuran tidak valid atau overestimasi. Contoh kasus overestimasi pada pengukuran gas exchange tanaman bawang dan Jagung tanaman yang di muat di dua jurnal ilmiah nasional. Dari dua kasus tersebut, terindikasi terjadinya pengukuran gas exchange bawang over estimasi sehingga nilainya jauh lebih tinggi dari nilai gas exchange jagung. Untuk lebih jelas berikut gambar dan spesifikasi alat :

Faktor Penyebab Overestimasi Pengukuran Gas Exchange Li-6400

Ada banyak faktor yang memungkinkan menjadi penyebab terjadinya overestimasi pengukuran gas exchange pada tanaman, secara singkat dapat dipisahkan kedalam dua faktor yakni dari sisi pengguna (user) dan sisi sample daun. Faktor user ini merupakan faktor terpenting yang bisa menyebabkan munculnya overestimasi pengukuran gas exchange. Beberapa poin terkait faktor ini antara lain: a. Pemahaman user akan data fisiologis tanaman khususnya laju fotosintesisnya. Ketidaktahuan user terhadap response gas exchange tanaman akan berujung pada overestimasi pengukuran.

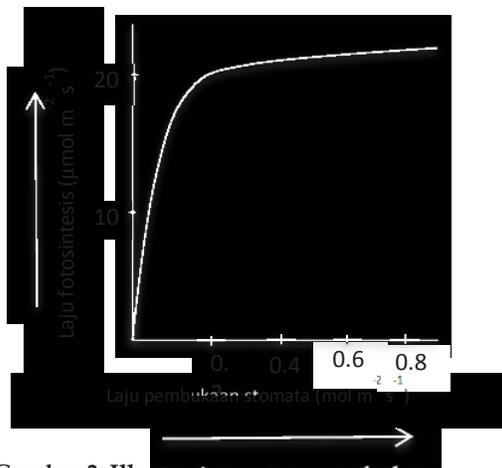
Sebagai contoh standar umum gas exchange pada kedelai berkisar 25-35 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ (Soleh et al., 2016) atau standar gas exchange padi mencapai 30-40 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ (Makino 2011). Secara fisiologis, fotosintesis tanaman C4 (Jagung) akan lebih tinggi dari tanaman C3 (bawang merah) seperti tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi perbedaan response fotosintesis antara tanaman C4 dan C3 pada kondisi kurva cahaya meningkat (Connor et al., 2011).

b. Kesalahan teknis pemasangan alat serta settingannya, hal ini akan menyebabkan overestimasi pengukuran gas exchange terjadi. Sebagai contoh terbukanya bantalan chamber

akan menyebabkan gas CO_2 dari luar masuk ke dalam chamber sehingga konsentrasi CO_2 di dalam chamber menjadi tinggi, atau absorbance material (desiccant dan silica gel) tidak dalam keadaan baik sehingga keadaan gas CO_2 atau H_2O dalam chamber tidak stabil. Selain itu prosedur kalibrasi chamber tidak dilakukan sehingga gas sisa dalam chamber masih ada dan bersatu dengan pengukuran gas exchange tanaman. **c.** Kurang teliti dari user dapat menyebabkan overestimasi pengukuran gas exchange seperti mensetting buka-tutup kap absorbance desiccant and silica gel secara sambarangan diwaktu pengukuran terjadi akan menyebabkan overestimasi.



Gambar 3. Ilustrasi response pembukaan stomata versus fotosintesis (Farquhar and Sharkey, 1982).

Faktor kedua yakni kondisi sample daun tanaman, beberapa hal yang dapat memunculkan overestimasi pengukuran gas exchange tanaman terkait sample tanaman sebagai berikut: **a.** Laju pembukaan stomata tanaman terlalu minim sehingga data gas exchange overestimasi terlalu rendah. Bila data pengukuran direkam dalam keadaan stomata tanaman menutup maka akan laju gas exchange tanaman cenderung akan menurun. Beberapa penyebab stomata masih menutup adalah terlalu banyak kontak fisik dengan tangan ketika memegang daun, waktu tunggu pengukuran sampai merekam data terlalu singkat sehingga stomata tidak memiliki waktu untuk membuka secara optimal. Pembukaan stomata memiliki kaitan erat dengan laju gas exchange tanaman sample seperti yang dilaporkan oleh Farquhar dan Sharkey, 1982 bahwa pembukaan stomata menyebabkan pertukaran gas dalam daun

sehingga akan meningkatkan laju gas exchange tanaman sampai tercapai kondisi stabil seperti terlihat pada Gambar 3.

b. Pemilihan sample daun yang tidak tepat seperti terlalu muda atau tua akan menyebabkan overestimasi pengukuran gas exchange. Daun yang terlalu muda akan menyebabkan laju gas exchange terlalu minim karena kandungan chlorophyll termasuk protein rubisco yang berperan dalam proses fotosintesis masih dalam kadar rendah (Makino 2011). Begitupula dengan pemilihan sample daun yang terlalu tua akan menyebabkan pengukuran gas exchange terlalu minim karena daun mendekati senesce yang berarti kinerja enzyme fotosintesis tidak dalam kondisi prima. **c.** Pemilihan luas daun yang tidak sesuai dengan chamber daun LI-6400 akan menyebabkan overestimasi, misalnya luas chamber 2 x 3 cm dipakai untuk daun yang luasnya 3 x 1 cm, maka data gas exchange yang dihasilkan akan overestimasi lebih besar dari biasanya.

Untuk meminimalkan kejadian overestimasi pengukuran gas exchange tanaman dengan menggunakan alat portable photosynthesis analyzer beberapa point yang harus diperhatikan antara lain: **a.** Fahami response gas exchange tanaman target dengan melihat referensi yang shahih. Sehingga kesalahan akan cepat diketahui manakala kita mengetahui "standar" response gas exchange tanaman sewaktu melakukan pengukuran. Bila tanaman yang di teliti merupakan tanaman langka dalam artian masih minim informasi gas exchange maka hendaknya menjadikan standar response tanaman yang mendekati baik dalam satu genus, atau dalam satu family. **b.** Fahami protokol penggunaan alat portable photosynthesis sebaik mungkin sehingga kekeliruan karena salah settingan dan pemasangan alat akan diminimalkan. Banyak berdiskusi dengan para peneliti lain yang pernah menggunakan alat tersebut adalah jalan terbaik untuk memahami protokol penggunaan alat tersebut. **c.** Lakukan penelitian pendahuluan dan atau latihan penggunaan alat sebelum penelitian utama dilakukan. Kegiatan ini sangat bermanfaat untuk mengurangi overestimasi pengukuran gas exchange.

Kesimpulan

Overestimasi pengukuran gas exchange tanaman merupakan hal umum terjadi pada

peneliti kapan dan dimana saja, salah satu cara untuk menghindari kesalahan dalam pengukuran adalah memahami informasi response tanaman serta protokol alat yang digunakan. Paparan singkat di atas diharapkan mampu memberikan informasi lebih akurat kepada para peneliti tanaman berkenaan dengan overestimasi data pengukuran alat portable photosynthesis analyzer.

Daftar Pustaka

- Anshar, M., Tohari, Sunarminto HB dan Sulistyaningsih E. 2012. Pertumbuhan, hasil dan kualitas umbi bawang merah pada kadar air tanah dan ketinggian tempat berbeda. *Jurnal Agrivigor* 10(2): 128-138.
- Connor JD., Loomis SR., and Cassman GK. 2011. *Crop Ecology* pp. 268 Cambridge University Press
- Baldocci DD and Amthor SJ. 2001. Canopy photosynthesis: history, measurements and models, in *Terrestrial Global Productivity: Past, present and future*, Edited by J. Roy and B. Saugier and H. Mooney pp. 9-31 Academic San Diego calif.
- Dewi SE. 2012. Pengaruh kombinasi sumber nitrogen terhadap pertumbuhan hasil jagung. *Jurnal AgroPet* Vol. 9 Nomor 1
- Farquhar G.D., Sharkey D.T. 1982. Stomatal Conductance and Photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology*, 33: 317-345.
- Makino A. 2011. Photosynthesis, grain yield, and nitrogen utilization in rice and wheat. *Plant Physiology*, 155: 125-129.
- Manual book LI-6400. 1999. Using The LI-6400 Portable Photosynthesis System. Hal. 1-12.
- Pons L.T and Welschen M.A.R. 2002. Overestimation of respiration rates in commercially available clamp-on leaf chambers. Complications with measurement of net photosynthesis, 25: 1367-1372.
- Soleh MA., Tanaka Y., Yuko Nomoto Y., Iwahashi Y., Nakashima K., Fukuda Y., Long PS and Shiraiwa T. 2016. Factors underlying genotypic differences in the induction of photosynthesis in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. *Plant, Cell and Environment*, 39: 685-693.