

# VARIASI SERAPAN KARBONDIOKSIDA (CO<sub>2</sub>) JENIS-JENIS POHON DI “ECOPARK”, CIBINONG DAN KAITANNYA DENGAN POTENSI MITIGASI GAS RUMAH KACA

## Variation in Carbondioxide (CO<sub>2</sub>) Absorption of Tree Species in “Ecopark”, Cibinong, in Relation to Green House Gas Mitigation

Nuril Hidayati, M. Mansur, Titi Juhaeti

Pusat Penelitian Biologi LIPI  
Jl. Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong 16911  
E-mail : ciancht@yahoo.co.id

---

### **Abstract**

This research aims to assess the contribution of biological diversity in CO<sub>2</sub> absorption by analyzing the physiological characteristics (CO<sub>2</sub> absorption, transpiration, stomatal conductance, leaf chlorophyll content) of tree species in a conservation area of “Ecopark”, Cibinong. The results were meant to provide information on CO<sub>2</sub> absorption of some tree species suitable for revegetation. The results showed that there was a wide range of variation of CO<sub>2</sub> assimilation rate among tree species. The overall CO<sub>2</sub> assimilation rate ranged from 2.86 to 16.45  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ . The highest CO<sub>2</sub> absorption was *Pometia pinnata* (16.45  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), followed by *Garcinia xanthochymus* (11.40  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), *Syzygium polyanthum* (10.99  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), *Syzygium polycephaloides* (10.89  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), and *Palaquium obtusifolium* (10.41  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ). Transpiration rate was recorded between 1.29  $\text{mmolm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (*Maniltoa grandiflora*) and 7.85  $\text{mmolm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (*Euphoria longan*). The rate of CO<sub>2</sub> assimilation was affected by solar radiation and thus the quantum leaf (Q leaf), stomatal conductance, as well as leaf chlorophyll content. Trees species that have characteristics of high CO<sub>2</sub> absorption and efficient in maintaining water balance (low transpiration rate), are suitable for green house gas mitigation.

**Keywords:** Carbondioxide (CO<sub>2</sub>), green house gas, mitigation, tree species

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menilai kontribusi keanekaragaman hayati dalam penyerapan CO<sub>2</sub> dengan menganalisis karakteristik fisiologis (serapan CO<sub>2</sub>, transpirasi, *stomatal conductance*, kandungan klorofil daun) dari jenis pohon di daerah konservasi "Ecopark", Cibinong. Hasil penelitian ini dimaksudkan untuk memberikan informasi tentang penyerapan CO<sub>2</sub> dari beberapa jenis pohon yang cocok untuk revegetasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada berbagai variasi laju asimilasi CO<sub>2</sub> antara jenis pohon. Laju asimilasi CO<sub>2</sub> keseluruhan berkisar antara 2,86 sampai 16,45  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Penyerapan CO<sub>2</sub> tertinggi adalah *Pometia pinnata* (16,45  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), diikuti oleh *Garcinia xanthochymus* (11,40  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), *Syzygium polyanthum* (10,99  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), *Syzygium polycephalodes* (10,89  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), dan *Palaquium obtusifolium* (10,41  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ). Laju transpirasi tercatat antara 1,29  $\text{mmolm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (*Maniltoa grandiflora*) dan 7,85  $\text{mmolm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (*Euphoria longan*). Laju asimilasi CO<sub>2</sub> dipengaruhi oleh radiasi matahari dan dengan demikian daun kuantum (Q daun), *stomatal conductance*, serta kandungan klorofil daun. Jenis pohon yang memiliki karakteristik serapan CO<sub>2</sub> yang tinggi dan efisien dalam menjaga keseimbangan air (laju transpirasi yang rendah), adalah yang cocok untuk mitigasi gas rumah kaca.

**Kata Kunci:** gas rumah kaca, karbondioksida (CO<sub>2</sub>), jenis pohon, mitigasi

## PENDAHULUAN

Biodiversitas tumbuhan terbukti dapat memberikan sumbangan yang signifikan terhadap penurunan Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer. Setiap tahun sekitar 60 gigaton (GT) karbon (C) diserap oleh ekosistem daratan dan sekitar 90 GT diserap oleh ekosistem laut. Hutan tropis dengan keanekaragaman tumbuhannya dapat menyimpan hingga 50 kali karbon dibandingkan hutan produksi dan perkebunan monokultur. Hutan menduduki 21% dari daratan, 76% dari total biomasa terestrial (CBD, 2008). Karenanya vegetasi dalam hutan memiliki bagian yang esensial dari fungsi biosfer terestrial, terutama dalam siklus karbon. Walaupun demikian, fotosintesis tumbuhan di hutan masih sangat sedikit dipelajari dibandingkan fotosintesis tanaman pertanian karena beberapa kendala, diantaranya ukuran dari pohon dewasa yang terlalu besar sehingga pengukuran sulit dilakukan, jumlah spesies terlampaui banyak, sulit mengukur fotosintesis dari seluruh pohon pada seluruh wilayah hutan, dan tidak tersedianya model pertumbuhan tumbuhan hutan yang berbasis fotosintesis dan proses-proses fisiologis (Raghavendra, 1991).

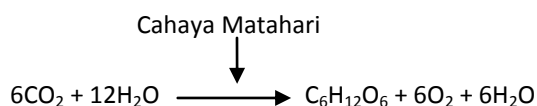
Hutan kota contohnya, jika dihubungkan dengan penjualan jasa rosot karbon merupakan harapan dengan potensi yang tinggi untuk meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD). Sebagai contoh, suatu kabupaten yang luasnya 500 km<sup>2</sup>, jika semua wilayahnya ditanami dan menghasilkan 25 ton C/ha/th dan harga setiap ton C sebesar US \$10, maka pendapatan daerah dari hasil penjualan reduksi emisi bersertifikat sebesar 500 x 100 x 25 x US \$10 = US \$12,5 juta. Jika nilai US \$1 setara Rp 10.000, maka pendapatan daerah dalam setahun sebesar Rp 125 milyar. Walaupun nilai ini tidak semuanya dapat dijual dalam program CDM, misalnya sekitar 10 – 40% saja, maka pendapatan jasa hutan kota melalui program CDM sebesar Rp 12,5 – 50,0 milyar per tahun (Dahlan, 2004).

Jenis tumbuhan pohon yang sesuai untuk tujuan mitigasi karbon adalah jenis-jenis yang memiliki kriteria-kriteria tumbuh cepat sehingga dapat berkompetisi dengan tumbuhan pengganggu di lapangan, memiliki daya adaptasi tinggi, memiliki sifat-sifat pionir sehingga memberikan peluang keberhasilan yang tinggi, dan yang paling penting

adalah memiliki kapasitas serapan karbon yang tinggi (Adjers and Otsamo, 1996). Akan tetapi karakter-karakter ekologis dan fisiologis ini sangat bervariasi diantara spesies sehingga pemilihan komposisi jenis pohon untuk revegetasi/reboisasi yang berorientasi kepada mitigasi gas rumah kaca diperlukan pemahaman mengenai sifat-sifat ekologis dan fisiologis dari jenis-jenis tumbuhan dan ketelitian dalam pemilihan jenis tumbuhan berdasarkan karakteristik yang diharapkan. Untuk itu evaluasi karakter ekologi dan fisiologi merupakan salah satu indikator yang tepat (Ashton, 1998).

Pengurangan CO<sub>2</sub> dari atmosfer pada hakekatnya adalah penyerapan CO<sub>2</sub> oleh tumbuhan melalui proses fotosintesis. Proses fotosintesis terjadi di daun yang berklorofil, dimana karbondioksida dan air dengan bantuan cahaya matahari melalui berbagai proses metabolisme diubah menjadi gula, oksigen dan air.

Dalam persamaan kimia, reaksi fotosintesis digambarkan sebagai berikut:



Laju fotosintesis antar jenis tumbuhan dan antar habitat berbeda. Tanaman yang tumbuh cepat memiliki laju fotosintesis yang tinggi, tetapi tidak berarti bahwa tumbuhan dengan laju fotosintesis tinggi selalu tumbuh cepat (Ceulmens & Sauger, 1991). Tumbuhan dengan laju fotosintesis tinggi mampu menyerap CO<sub>2</sub> dalam jumlah lebih banyak dibanding tumbuhan dengan laju fotosintesis rendah. Tumbuhan pohon memiliki kapasitas fotosintesis yang tergolong rendah yakni sekitar <2 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> - >25 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (jenis-jenis pohon di negara empat musim). Variasi dari kapasitas fotosintesis ini selain dipengaruhi oleh faktor internal juga eksternal. Faktor eksternal yang mempengaruhi fotosintesis

termasuk cahaya, konsentrasi CO<sub>2</sub> di udara, suhu, ketersediaan air dan hara. Laju fotosintesis menurun apabila intensitas cahaya matahari berkurang, suhu menurun, ketersediaan air dan hara rendah. Kekurangan fosfor (P) dan nitrogen (N) juga berpengaruh terhadap fotosintesis. Faktor eksternal pengaruhnya lebih besar pada fotosintesis dibandingkan dengan faktor internal (Ceulmens & Sauger, 1991).

Dalam penelitian ini dilakukan analisis terhadap parameter-parameter fisiologis (fotosintesis, transpirasi, *stomatal conductance*, kandungan klorofil daun) dari jenis-jenis pohon di area konservasi "Ecopark", Cibinong Science Center (CSC) - Kebun Raya, LIPI. Sesuai fungsinya sebagai paru-paru dari Kawasan Industri, Cibinong, perlu diketahui seberapa besar peranan tumbuhan/pohon di kawasan ini dalam menyerap CO<sub>2</sub> dari atmosfer. Penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan informasi mengenai serapan CO<sub>2</sub> dari jenis-jenis pohon di Ecopark terkait dengan potensinya dalam mitigasi gas rumah kaca.

Ecopark adalah areal konservasi tumbuhan yang berada di dalam kawasan Cibinong Science Center (CSC), LIPI yang didirikan pada tahun 2003 dengan luasan 32 ha dan memiliki fungsi sebagai 1) koleksi tumbuhan hasil eksplorasi dari berbagai daerah di seluruh Indonesia yang tidak seluruhnya ditanam di Kebun Raya Bogor; 2) *Green Campus* di Cibinong; 3) kawasan konservasi *ex situ* 4) sebagai obyek wisata ilmiah dan sarana penelitian.

Dengan fungsi ecopark seperti yang tersebut di atas maka akan lebih baik apabila lebih banyak data ilmiah hasil penelitian yang mendukungnya, termasuk data serapan CO<sub>2</sub> dari jenis-jenis pohon yang ada di dalamnya, terkait dengan fungsinya untuk mengurangi konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian absorpsi CO<sub>2</sub> ini dilakukan di area konservasi "Ecopark" di Kampus LIPI Cibinong Science Center (CSC). Pengukuran parameter fisiologis (fotosintesis, transpirasi, *stomatal conductance* dll.) dilakukan pada Bulan April sampai Agustus 2010 dengan menggunakan alat *LCi ADC Bioscientific Ltd. Photosynthesis System* (Gambar 1). Pengukuran suhu dan kelembaban udara dilakukan dengan alat *Digital Thermohygrometer AS ONE TH-321*. Pengukuran pH dan kelembaban tanah dilakukan dengan menggunakan *Soil Tester* dan pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan menggunakan *Lux meter LUXOR*. Kandungan klorofil daun diukur dengan menggunakan *chlorophyll meter SPAD-502; Minolta Co.Ltd., Osaka, Japan*.

Pengukuran serapan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) di penelitian ini bersifat pengukuran langsung, bersifat *instantaneous* dan *non destructive*. Parameter yang diukur adalah karbon total yang diserap tanaman secara terpisah yakni hasil fotosintesis saja, tidak termasuk hilangnya karbon dari respirasi. Pengukuran serapan CO<sub>2</sub> ini merupakan sistem yang tertutup (*enclosure*) dari daun dalam *chamber* yang transparan. Laju asimilasi atau serapan CO<sub>2</sub> dari daun yang terjepit pada *chamber* ditentukan oleh hasil pengukuran dari perubahan konsentrasi CO<sub>2</sub> dari udara yang dialirkan ke *chamber*. Pada sistem ini udara dipompakan dari *chamber* yang berisi daun ke dalam IRGA (*Infra Red Gas Analyzer*) yang secara terus menerus merekam nilai konsentrasi CO<sub>2</sub> di dalam sistem. Udara kemudian dialirkan kembali ke *chamber*. Apabila daun dalam *chamber* berfotosintesis maka konsentrasi CO<sub>2</sub> dalam sistem

akan berkurang karena terserap oleh daun, dan akan terus menurun hingga mencapai titik kompensasi. Laju asimilasi CO<sub>2</sub> merupakan pengurangan dari CO<sub>2</sub> per satuan waktu (Long & Hallgren, 1993). Pada saat yang sama terukur pula pembukaan stomata daun (*stomatal conductance* atau *gs*), laju pertukaran air dengan CO<sub>2</sub> melalui daun yang terekam sebagai transpirasi (E), suhu daun (Tie), konsentrasi CO<sub>2</sub> dalam *chamber* (c'an), dan konsentrasi CO<sub>2</sub> dalam stomata (*intercellular-ci*) serta besarnya energi matahari yang jatuh di permukaan daun untuk fotosintesis berupa foton flux density (Q Leaf) (Tabel 1).

Pengukuran dilakukan pada tiga individu pohon dari setiap species. Pengukuran dilakukan pada daun yang terekpose terkena cahaya matahari langsung dan memenuhi syarat untuk ukuran *chamber* (minimum memiliki lebar dan panjang 2 cm) serta daun yang sudah berkembang maksimum (*fully exlanged leaves*) dan pada kategori daun relative lebih muda dan daun relative lebih tua (dengan melihat posisi daun lebih ujung dan di bawahnya, dengan warna daun dengan hijau lebih muda dan lebih tua). Pada setiap individu diukur tinggi dan diameter pohon, keasaman dan kelembaban tanah serta iklimnya di bawah tegakan pohon yang diukur. Pengukuran dilakukan secara simultan untuk semua parameter fisiologis (serapan CO<sub>2</sub>, transpirasi, *stomatal conductance* dan kandungan klorofil daun) dan diusahakan pada kondisi yang tidak jauh berbeda yakni pada selang waktu pukul 09.00 – 13.00 saat langit cerah (*completely clear sky*). Pengukuran asimilasi CO<sub>2</sub> dilakukan pada jenis-jenis pohon dan dengan kondisi iklim seperti yang tertera pada Tabel 2.



Gambar 1. LCI ADC Bioscientific Ltd. Photosynthesis System (kiri), Leaf chamber (kanan)

Tabel 1. Parameter yang terukur pada alat dan nilai referensinya

Parameter pada Alat	Parameter	Satuan	Selang Nilai yang Terukur oleh Alat (Nilai rata-rata)	Nilai Referensi (Nilai standar rata-rata)
c ref	CO <sub>2</sub> reference	vpm	0 - 2000	400
c'an	CO <sub>2</sub> analisis	vpm	0 - 2000	400
Δc	Perbedaan CO <sub>2</sub>	vpm	-200 - +200	80
e ref	H <sub>2</sub> O reference	mbar	0 - 100	20
e'n	H <sub>2</sub> O analisis	mbar	0 - 100	20
Δe	Perbedaan H <sub>2</sub> O	mbar	-5 - +5	2
Qleaf	Photon flux density	μmolm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	0 - 3000	0 - 1650
P	Tekanan atmosfer	mbar		
T ch	Suhu chamber	°C	-5 - +50	
A	Laju serapan CO <sub>2</sub>	μmolm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	0 - 100	-10 - 100
E	Laju transpirasi	mmolm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	0 - 1	0 - 15
ci	Konsentrasi CO <sub>2</sub> dalam stomatal	vpm	0 - 2000	
gs	CO <sub>2</sub> Stomatal conductance	molm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	0.00 - 1.00	
Tie	Suhu daun			
u	Aliran udara/mass flow	μmol s <sup>-1</sup>	68 - 341	

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis pohon yang diukur dipilih berdasarkan ukuran daunnya yang cukup lebar (sesuai dengan ukuran *chamber* alat) dan nilai pentingnya untuk revegetasi/ reboisasi. Jenis pohon dan data mikroklimat disajikan pada Tabel 2 dan data fisiologis pada Tabel 3.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat variasi yang cukup besar pada laju serapan CO<sub>2</sub> diantara spesies pohon yang diukur. Laju serapan CO<sub>2</sub> bervariasi dari 2,86 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> hingga 16,45 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>. Laju serapan CO<sub>2</sub> tertinggi terjadi pada *Pometia pinnata* (16,45 molm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>), diikuti *Garcinia xanthochymus* (11,40 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>), *Syzygium*

*polyanthum* ( $10,99 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), *Syzygium polycephaloides* ( $10,89 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), dan *Palaquium obtusifolium* ( $10,41 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ). Sedangkan jenis pohon dengan serapan CO<sub>2</sub> paling rendah adalah *Agathis damara* ( $2,86 \text{ molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), *Diospyros maritime* ( $3,65 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), *Stelechocarpus burahol* ( $4,00 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) dan *Bouea macrophylla* ( $4,30 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) (Tabel 3, Gambar 2). Hasil penelitian lain juga melaporkan adanya variasi serapan CO<sub>2</sub> antar spesies pada kondisi lingkungan tropis antara 3 sampai 30  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (Matsumoto *et al.*, 2003). Dilaporkan bahwa nilai serapan CO<sub>2</sub> sekitar 2 hingga 25  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  untuk pohon-pohon berdaun lebar, 2 sampai 10  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  untuk jenis-jenis pohon conifer, 3 sampai 6  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  untuk beberapa spesies pohon berdaun lebar tertentu seperti *Quersus* dan *Fagus*, dan nilai serapan CO<sub>2</sub> lebih dari 25  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  untuk poplar, *oil palm* dan *eucalypt* (Raghavendra, 1991). Fotosintesis dari *Shorea* dilaporkan sebesar 7 sampai 21  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , pada kondisi alam Kalimantan Tengah serapan CO<sub>2</sub> *Shorea balangeran* mencapai 21,9  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  dan *Acacia mangium* mencapai 24,2  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (Matsumoto *et al.*, 2003; Takahashi *et al.* 2005; Takashi *et al.*, 2006). Serapan CO<sub>2</sub> *Hopea odorata* sebesar 6  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  dan *Ochroma lagopus* sebesar 27,8  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (Chazdon *et al.*, 1996; Press *et al.*, 1996). Fotosintesis atau serapan CO<sub>2</sub> dari tanaman berkayu tropis pada tahap awal suksesi dilaporkan sekitar 10 hingga 20  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (Larcher, 1995).

Walaupun nilai fotosintesis di atas adalah hasil pengukuran pada jenis pohon dengan lokasi, umur dan kondisi mikroklimat yang berbeda tetapi dapat dijadikan sebagai gambaran umum untuk referensi nilai laju fotosintesis suatu spesies pohon. Fotosintesis atau serapan CO<sub>2</sub> adalah parameter yang cukup sensitif terhadap pengaruh lingkungan, terutama cahaya dan konsentrasi CO<sub>2</sub> serta terhadap factor tanamannya sendiri seperti jenis dan umur tanaman, tipe dan umur daun yang diukur. Perbandingan laju serapan CO<sub>2</sub> secara lebih akurat adalah perbandingan laju serapan CO<sub>2</sub> jenis tanaman yang sama, kondisi mikroklimat yang sama dan umur daun yang sama serta alat dan metoda yang sama.

Laju transpirasi pohon di Ecopark bervariasi antara 1,29  $\text{mmolm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (*Maniltoa grandiflora*) sampai 7,85  $\text{mmolm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (*Euphoria longan*). Secara keseluruhan laju transpirasi pada kondisi pengukuran termasuk tinggi dengan rata-rata transpirasi lebih dari 5  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Rata-rata nilai transpirasi yang sering terukur sekitar 2  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Hal ini terkait dengan tingginya intensitas cahaya pada saat pengukuran (Qleaf) dan besarnya pembukaan stomata (gs) (Tabel 3 dan Gambar 4). Semakin besar tinggi intensitas cahaya hingga level tertentu akan diikuti dengan semakin besar pembukaan stomata dan semakin besar pula laju transpirasi.

Kandungan klorofil daun termasuk salah satu faktor yang menentukan besarnya laju fotosintesis atau serapan CO<sub>2</sub> tanaman. Kandungan klorofil daun pada hasil penelitian ini bervariasi dengan selang 32,30 SPAD (pada *Magnolia condellii*) hingga 67,02 SPAD (pada *Lansium javanicum*), dengan nilai rata-rata sekitar 40 SPAD (Tabel 3). Dari hasil penelitian ini dijumpai bahwa kandungan klorofil stomata daun tua rata-rata lebih tinggi dibandingkan kandungan klorofil daun muda. Rata-rata kandungan klorofil daun muda yang terukur adalah 20 – 35 SPAD dan kandungan klorofil daun tua adalah 35 – 67 SPAD. Hal ini mengakibatkan perbedaan pada besarnya laju fotosintesis daun muda dan daun tua. Korelasi antara kandungan klorofil daun dan laju serapan CO<sub>2</sub> dengan nilai korelasi (r) sebesar 0,3284 (Gambar 5). Semakin besar nilai r artinya semakin besar korelasi antara kedua variable tersebut (kandungan klorofil dan laju serapan CO<sub>2</sub>). Korelasi antara kandungan klorofil dan laju serapan CO<sub>2</sub> berlaku pada semua tingkat klorofil dan kondisi mikroklimat tertentu.

Pembukaan stomata atau *stomatal conductance* (gs) tanaman pada kondisi lingkungan di Ecopark pada saat pengukuran berkisar 0,11  $\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  hingga 0,75  $\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (Tabel 3). Nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan nilai pembukaan stomata pohon buah-buahan di Taman Buah Mekar Sari yang diukur pada selang waktu pukul 11 hingga 13 siang yakni sebesar 0,21 hingga 0,99  $\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  dan lebih tinggi dibandingkan tanaman hutan di kawasan

konservasi Sukawayana, Pelabuhan Ratu yang diukur pada pagi, harii yakni berkisar antara  $0,04 \text{ molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  hingga  $0,22 \text{ molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (Hidayati *et al.*, 2010; Hidayati *et al.*, 2011). Beberapa temuan melaporkan nilai gs tanaman tumbuh cepat *Shorea balangeran* dan *Acacia mangium* masing-masing sebesar  $0,49 \text{ molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (Takahashi *et al.*, 2005; Takashi *et al.*, 2006) dan  $1.3 \text{ molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (Matsumoto *et al.*, 2003). Nilai gs yang tinggi berperan sebagai kapasitas ventilasi yang tinggi pula karena berakibat pada laju transpirasi yang tinggi pada kondisi alam terbuka, yang dapat menghindari kenaikan suhu daun yang ekstrim.

Salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi laju serapan  $\text{CO}_2$  adalah cahaya, suhu dan perbedaan tekanan udara pada permukaan daun. Faktor eksternal ini berperan dalam mengontrol pembukaan stomata dan pada akhirnya pada besarnya pertukaran air dan  $\text{CO}_2$  pada daun. Gambar 3 menunjukkan adanya korelasi positif antara serapan  $\text{CO}_2$  dan pembukaan stomata dengan nilai korelasi ( $r$ ) sebesar 0,3126 pada selang pembukaan stomata antara 0.1 sampai  $0.8 \text{ molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Dengan kondisi iklim mikro dan selang pembukaan stomata yang sama terdapat korelasi positif antara laju pertukaran air (transpirasi) daun dan pembukaan stomata dengan nilai korelasi ( $r$ ) sebesar 0,5846 (Gambar 4). Beberapa hasil penelitian lain membuktikan bahwa korelasi antara pembukaan stomata dan transpirasi lebih besar dibandingkan dengan korelasinya dengan laju serapan  $\text{CO}_2$  (Hidayati *et al.*, 2010; Hidayati *et al.*, 2011). Semakin besar nilai  $r$  berarti semakin besar keterkaitan antara kedua parameter, dengan kata lain laju transpirasi dipengaruhi oleh besarnya pembukaan stomata.

Temuan lain menyatakan bahwa laju serapan  $\text{CO}_2$  dan laju transpirasi sangat dipengaruhi oleh cahaya matahari, kandungan klorofil daun dan besarnya pembukaan stomata (*stomatal conductance*) (Ceulmens & Sauger, 1991; Matsumoto *et al.*, 2003; Takahashi *et al.*, 2006; Hidayati *et al.*, 2010; Hidayati *et al.*, 2011). Faktor abiotik seperti cahaya matahari, suhu, konsentrasi  $\text{CO}_2$ , *vapour pressure deficit* dan status hara memiliki pengaruh yang besar terhadap fotosintesis atau serapan  $\text{CO}_2$ ,

dan selanjutnya pada pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Kondisi lingkungan tumbuh yang dapat berakibat pada penurunan fotosintesis atau serapan  $\text{CO}_2$  termasuk intensitas cahaya yang kurang, suhu dan ketersediaan hara yang rendah (Ceulmens & Sauger, 1991).

Fotosintesis tanaman bervariasi tidak hanya karena pengaruh lingkungan tetapi juga karena pengaruh dari umur dan posisi daun pada kanopi. Umur daun berkaitan dengan kandungan klorofil dan plastisitas pembukaan stomata yang mana kedua faktor ini turut menentukan besarnya fotosintesis. Terdapat korelasi positif antara besarnya fotosintesis dan kandungan klorofil dan fotosintesis dengan *stomatal conductance*. Sesuai dengan hasil temuan bahwa *stomatal conductance* dan fotosintesis *Quersus* mencapai maksimum beberapa minggu setelah ukuran daun mencapai maksimum (Ceulmens & Sauger, 1991).

Karena banyaknya faktor yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran karenanya banyak hal yang harus diperhatikan dalam pengukuran agar dicapai nilai pengukuran yang akurat. Diantaranya faktor yang penting untuk diperhatikan adalah metoda yang digunakan (pemilihan sampel yang diukur, cara pengukuran), alat yang digunakan, kondisi lingkungan pada saat pengukuran (kondisi tanah dan iklim mikro), faktor tanaman ( umur dan ukuran), umur daun (daun muda/daun tua), serta kondisi alat yang digunakan (alat dapat dipengaruhi suhu dan cahaya yang ekstrim sehingga akurasi dapat terganggu). Sebagai contoh bahwa tanaman yang diukur pada kondisi alam in situ biasanya memiliki laju serapan  $\text{CO}_2$  yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang tumbuh pada kondisi lingkungan terkontrol seperti rumah kaca.

Dari hasil pengamatan diperoleh gambaran laju serapan  $\text{CO}_2$  paling tinggi dicapai pada kondisi iklim mikro yang optimum. Kondisi optimum ini berbeda untuk setiap jenis tanaman untuk itu diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mempelajari laju serapan  $\text{CO}_2$  optimum untuk species yang berbeda. Species pohon yang memiliki potensi yang baik untuk mitigasi gas rumah kaca adalah yang

memiliki laju serapan CO<sub>2</sub> tinggi, laju transpirasi dan pembukaan stomata tetap optimum walaupun pada kondisi suboptimum (kekeringan, intensitas cahaya terlalu rendah atau terlalu tinggi, konsentrasi CO<sub>2</sub>

atmosfer terlalu rendah atau terlalu tinggi dll.) tumbuh cepat, akumulasi biomasa tinggi dan berumur panjang.

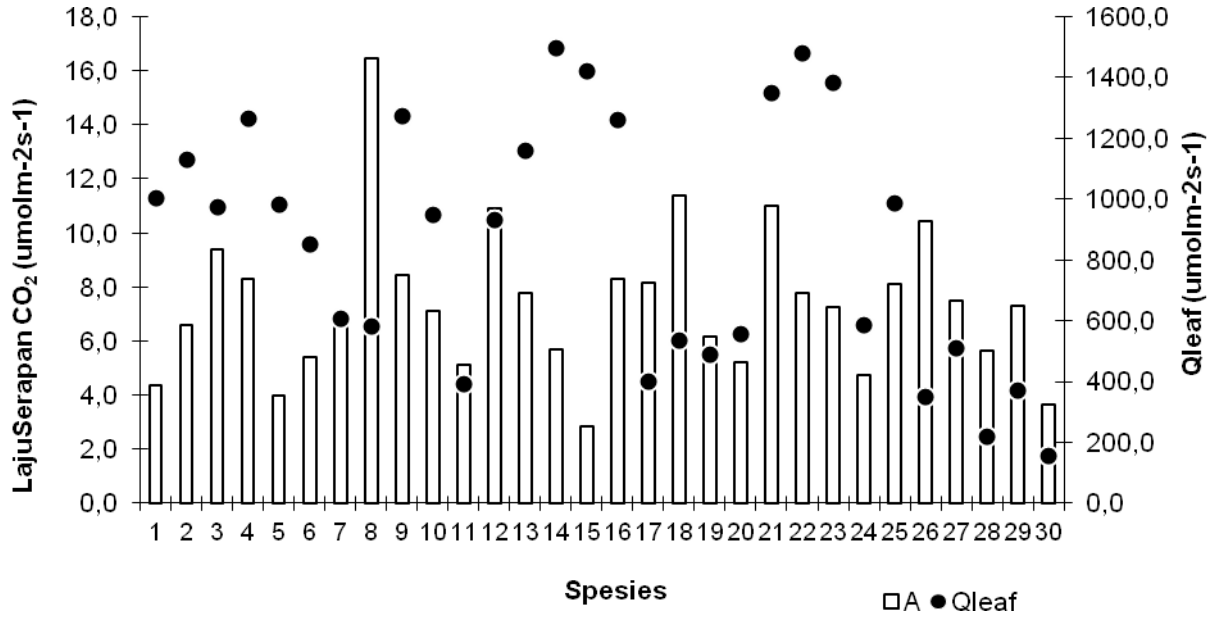
**Tabel 2.** Jenis-jenis pohon dan mikroklimat yang diteliti di Ecopark-CSC

No	Nama Spesies	Kelembaban Udara(%)	Suhu Udara (°C)	Intensitas Cahaya (LUX)
1	<i>Bouea macnophyla</i>	75,3	40,0	582.000
2	<i>Kopsia Arborea</i>	82,8	31,3	640.000
3	<i>Diospyros discolor</i>	73,0	40,6	360.000
4	<i>Mimusop elengi</i>	67,7	40,9	826.000
5	<i>Stelechocarpus burahol</i>	62,1	40,4	765.000
6	<i>Gyrinops verteegii</i>	66,7	34,9	81.800
7	<i>Cinnamomum burmannii</i>	73,2	34,8	62.100
8	<i>Pometia pinnata</i>	58,5	33,0	40.500
9	<i>Intsia bijuga</i>	62,3	35,4	117.000
10	<i>Pouteria duelitoa</i>	65,5	36,9	116.600
11	No. Kode E.5	67,2	32,8	25.300
12	<i>Syzygium polycephaloides</i>	70,4	32,8	90.700
13	<i>Maniltoa grandiflora</i>	45,6	34,1	82.200
14	<i>Polyalthia longifolia</i>	46,8	31,8	127.400
15	<i>Agathys damara</i>	43,8	34,7	144.200
16	<i>Euphoria longan</i>	54,9	34,3	128.800
17	<i>Garcinia sp parvifolie</i>	76,6	29,4	53.100
18	<i>Garcinia xanthochymus</i>	74,7	31,8	65.200
19	<i>Canarium indicum</i>	74,1	32,0	58.600
20	<i>Inocarpus edulis</i>	72,4	31,1	63.200
21	<i>Syzygium polyanthum</i>	79,6	30,1	83.200
22	<i>Syzygium cumini</i>	65,8	32,5	124.500
23	<i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	65,8	32,3	143.900
24	<i>Pterospermum javanicum</i>	66,8	32,8	49.900
25	<i>Mangnolia candolii</i>	66,6	33,5	64.000
26	<i>Palaquium obtusifolium</i>	74,7	31,9	51.500
27	<i>Garcinia sp</i>	76,8	30,4	45.500
28	<i>Lansium javanicum</i>	72,2	31,1	22.800
29	<i>Lansium domesticum</i>	74,7	31,0	45.400
30	<i>Diospyros maritima</i>	78,9	31,5	35.300

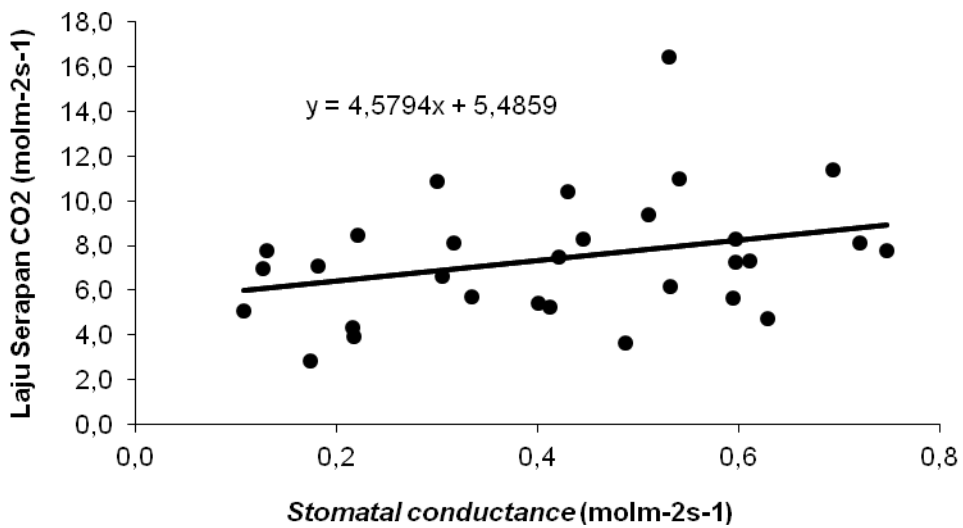


**Tabel 3.** Variasi serapan CO<sub>2</sub>, stomatal conductance, transpirasi dan kandungan klorofil jenis-jenis pohon di Ecopark

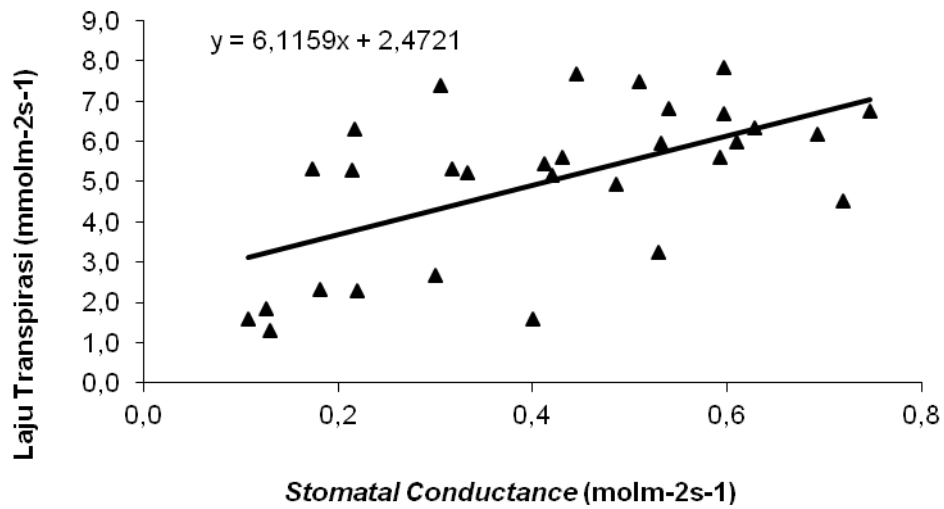
No	Spesies	Serapan CO <sub>2</sub> ( $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	Photon flux density : Qleaf ( $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	Stomatal Conductanc e ( $\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	Transpirasi ( $\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	Klorofil (SPAD)
1	<i>Bouea macrophylla</i>	4,30	1004,50	0,20	5,30	34,57
2	<i>Kopsia Arborea</i>	6,60	1130,80	0,30	7,40	40,08
3	<i>Dyospiros discolor</i>	9,40	974,00	0,50	7,50	50,02
4	<i>Mimusops elengi</i>	8,30	1266,50	0,40	7,70	40,70
5	<i>Stelechocarpus burahol</i>	4,00	982,30	0,20	6,30	46,12
6	<i>Gyrinopsversteegii</i>	5,41	849,67	0,40	1,58	41,90
7	<i>Cinnamomum burmanii</i>	6,98	605,50	0,13	1,84	40,40
8	<i>Pometia pinnata</i>	16,45	579,75	0,53	3,25	48,73
9	<i>Intsia bijuga</i>	8,44	1273,00	0,22	2,29	46,52
10	<i>Pouteria duelitoa</i>	7,09	946,83	0,18	2,32	39,33
11	E.5 (unidentified)	5,10	392,75	0,11	1,59	38,33
12	<i>Syzygium polycephaloides</i>	10,89	933,17	0,30	2,66	55,73
13	<i>Maniltoa grandiflora</i>	7,79	1160,67	0,13	1,29	55,08
14	<i>Polyalthia longifolia</i>	5,69	1496,17	0,33	5,23	40,03
15	<i>Agathis damara</i>	2,86	1420,67	0,17	5,33	41,35
16	<i>Euphoria longan</i>	8,30	1260,00	0,60	7,85	45,40
17	<i>Garcinia sp parvifolie</i>	8,14	401,17	0,72	4,54	56,85
18	<i>Garcinia xanthocymus</i>	11,40	536,17	0,69	6,18	60,53
19	<i>Canarium indicum</i>	6,18	488,00	0,53	5,94	33,87
20	<i>Inocarpus edulis</i>	5,22	557,50	0,41	5,46	36,88
21	<i>Syzygium polyanthum</i>	10,99	1348,33	0,54	6,83	56,35
22	<i>Syzygium cumini</i>	7,78	1480,50	0,75	6,75	43,27
23	<i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	7,25	1381,67	0,60	6,69	52,13
24	<i>Pterospermum javanicum</i>	4,75	585,50	0,63	6,35	34,58
25	<i>Mangnolia candolii</i>	8,11	986,50	0,32	5,31	32,30
26	<i>Palaquium obtusifolium</i>	10,41	351,50	0,43	5,60	44,27
27	<i>Garcinia sp</i>	7,48	510,00	0,42	5,17	40,00
28	<i>Lansium javanicum</i>	5,64	220,00	0,59	5,61	67,02
29	<i>Lansium domesticum</i>	7,31	370,33	0,61	5,98	52,37
30	<i>Diospyros maritima</i>	3,65	156,17	0,49	4,93	57,58



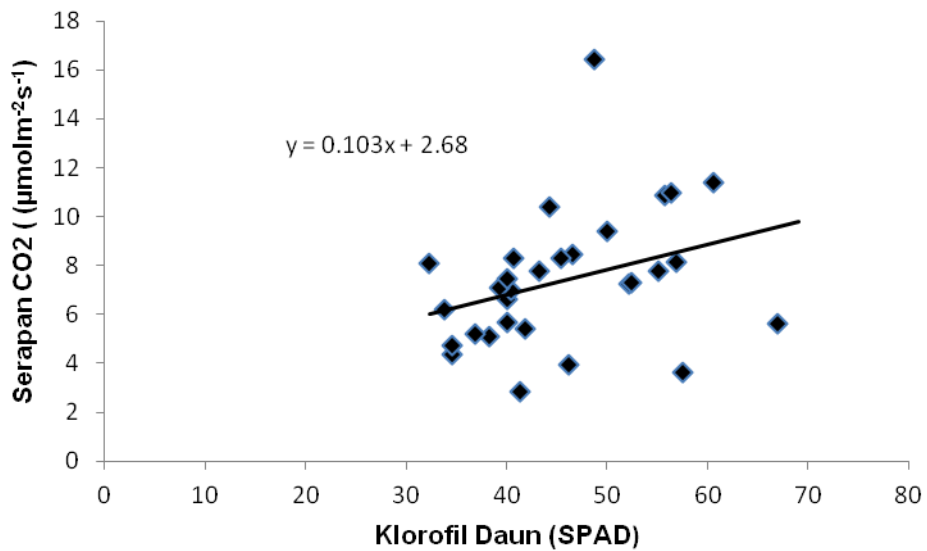
**Gambar 2.** Laju serapan CO<sub>2</sub> dan Q Leaf berbagai jenis pohon di *Ecopark* ( Daftar Species Sesuai dengan Tabel 2)



**Gambar 3.** Korelasi antara serapan CO<sub>2</sub> dan pembukaan stomata (*Stomatal Conductance*) ( $r = 0,3126$ )



**Gambar 4.** Korelasi antara transpirasi dan pembukaan stomata (*Stomatal Conductance*) ( $r = 0,5846$ )



**Gambar 5.** Korelasi antara serapan CO<sub>2</sub> dan kandungan klorofil daun ( $r = 0,328$ )

## KESIMPULAN DAN SARAN

Pada kondisi iklim mikro dan tanaman sebagaimana yang terekam pada penelitian ini terdapat variasi serapan CO<sub>2</sub> antara 2,86 dan 16,45  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Laju serapan CO<sub>2</sub> paling tinggi terjadi pada *Pometia pinnata*/matoa (16,45  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), diikuti oleh *Garcinia xanthocymus* (11,40  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), *Syzygium polyanthum* (10,99  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), *Syzygium polycephalodes* (10,89  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), dan *Palaquium obtusifolium* (10,41  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ). Laju transpirasi tercatat antara 1,29  $\text{mmolm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (pada *Maniltoa grandifloras*/sapotangan) and 7,85  $\text{mmolm}^{-2}\text{s}^{-1}$  (pada *Euphoria longan*/kelengkeng). Jenis-jenis pohon dengan laju serapan CO<sub>2</sub> tinggi memiliki potensi yang baik untuk mitigasi gas rumah kaca atau mengurangi konsentrasi CO<sub>2</sub> dari atmosfer.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada pihak Ecopark - Kebun Raya Bogor, LIPI dan Program Kompetitif Puslit Biologi LIPI Tahun Anggaran 2009 - 2011.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adjers, G. and A. Otsamo. 1996. Seedling Production Methods of Dipterocarps. In: *Dipterocarp Forest Ecosystem Towards Sustainable Management*. Schulte, A. and D. Schone (Eds). World Scientific, Singapore. pp. 391-410.
- Ashton, M.S. 1998. Seedling Ecology of Mixed-Dipterocarp Forest. In: *Review of Dipterocarps, Taxonomy, Ecology and Silviculture*. Appanah, S. and J.M. Thurnbull (Eds). pp. 89-98. CIFOR, Bogor.
- Chazdon, R.L., R.W. Pearcy, D.W. Lee and N. Fetcher. 1996. Photosynthetic responses of tropical forest plants to contrasting light environments. In: *Tropical forest plant ecophysiology*. Mulkey, S.S., R.L. Chazdon and A.P. Smith (Eds). Chapman and Hall, New York. pp. 5 – 55.
- Convention of Biological Diversity (CBD). 2008. *Biodiversity: A Missing Link for Mitigating Climate Change*. World Environment Day Celebrated in Montreal (Press Release).
- Ceulmens, R.J. and B. Sauger. 1991. Photosynthesis. In: *Physiology of Trees*. Raghavendra, A.S. (Ed). pp. 21 - 50. Wiley & Sons Publ. New York 262p.
- Dahlan, E.N. 2004. *Membangun Kota Kebun Bernuansa Hutan Kota*. IPB Press & Sekolah Pascasarjana IPB. 225 hal.
- Hidayati, N., T. Juhaeti and. M Mansur. 2010. Biological Diversity Contribution to Reducing CO<sub>2</sub> in The Atmosphere II. *Seminar Internasional ATBC Bali 21-23 Juli 2010*.
- Hidayati, N., M. Reza, M. Mansur dan T. Juhaeti. 2011. Serapan Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) Jenis-Jenis Pohon di Taman Buah "Mekar Sari" Bogor, Kaitannya dengan Potensi Mitigasi Gas Rumah Kaca. *Jurnal Biologi Indonesia* Vo. 7 No. 1, Juni 2011.
- Larcher, W. 1995. *Physiological Plant Ecology* (3<sup>rd</sup>). Springer, Berlin.
- Long, S.P. and J.E. Hallgren. 1993. Measurement of CO<sub>2</sub> Assimilation by Plants in the Field and the Laboratory. In: *Photosynthesis and Production in a Changing Environment : A Field and Laboratory Manual*. Hall, D.O., J.M.O. Scurlock, H.R. Bolhar-Nordenkamp, R.C. Leegood and S.P. Long (Eds), 129 - 165. Chapman & Hall. 464 p.
- Matsumoto, Y., Y. Maruyama, A. Uemura, H. Shigenaga, S. Okuda, H. Harayama, H. Kawarasaki, L.H. Ang and S.K. Yap. 2003. Gas Exchange and Turgor Maintenance of Tropical Tree Species in Pasoh Forest Reserve. In: *Ecological of Lowland Rain Forest in Southeast Asia*. Okuda, T., N, Manokaran, Y. Matsumoto, K. Niiyama, S.C. Thomas and P.S. Ashton (Eds), 241-250. Springer-Verlag, Tokyo.

- Press, M.C., N.D. Brown, M.G. Baker and S.W. Zipperlen. 1996. Photosynthetic Responses to Light in Tropical Rain Forest Tree Seedlings. In: *Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings*. MD Swaine (Ed), 41-58. The UNESCO, Paris.
- Raghavendra, A.S. 1991. *Physiology of Trees*. Wiley & Sons Publ. New York. 262p
- Takahashi, K., M. Osaki, M. Shibuya, Y.Tamai, H. Saito, L.H. Swido, S.J. Tuah, A.R. Susanto, C. Pidjath and P. Erosa. 2005. Growth Phenology and Photosynththetic Traits of tree Spesies Native to Peat-Swamp Foress. *Annual Report: Environmental Conservation and Land Use Management of Wetland Ecosystem in Southeast Asia*. pp:62-68.
- Takahash, K., M. Shibuya, Y. Tamai, H. Saito, L.H. Swido, S.J. Tuah, A.R. Susanto and P. Erosa. 2006. Morphological and Photosynthetic Characteristics of Shorea selanica and S. balangeran Sapling Planted at Open and Understory Conditions on Peat Soil in Central Kalimantan. *Annual Report: Environmental Conservation and Land Use Management of Wetland Ecosystem in Southeast Asia*. pp:68-70.