

ADAPTASI TANAMAN *Hoya diversifolia* BLUME PADA INTENSITAS CAHAYA TINGGI

[ADAPTATION OF *Hoya diversifolia* BLUME TO HIGH-LIGHT INTENSITY]

Oleh

Sintho Wahyuning Ardie^{1*}, Sri Rahayu², Anas D. Susila¹, dan Didy Sopandie¹

¹Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16680

²Pusat Konservasi Tumbuhan, LIPI Kebun Raya Jl. Ir. H. Djuanda No. 13 Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16003

*Penulis korespondensi. E-mail: sinthoardie@gmail.com

ABSTRAK

Hoya diversifolia Blume merupakan salah satu anggota famili Asclepiadaceae yang potensial dikembangkan sebagai tanaman hias, terutama sebagai dekorasi pergola. Akan tetapi, tanaman ini hidup pada kondisi ternaung di habitat aslinya dan pertumbuhannya pada kondisi cahaya matahari penuh belum diketahui. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari adaptasi tanaman *H. diversifolia* Bl. pada intensitas cahaya yang berbeda. Penelitian disusun berdasarkan rancangan tersarang, dengan satu faktor dan tiga ulangan. Ulangan tersarang di dalam intensitas cahaya yang terdiri atas tiga taraf, yaitu 28.2 (cahaya penuh), 20.8 (37% naungan) dan 10.1 Klux (64% naungan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi tanaman dan jumlah daun tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Tanaman yang ditanam pada kondisi cahaya penuh memiliki jumlah buku lebih sedikit, daun yang lebih tipis, dan warna daun yang kekuningan. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa *H. diversifolia* Bl. dapat ditanam pada kondisi naungan hingga ternaung sebagian, dan menanam pada kondisi cahaya matahari penuh tidak direkomendasikan.

Kata kunci: Asclepiadaceae, intensitas cahaya, naungan, tanaman hias

ABSTRACT

Hoya diversifolia Blume is a member of Asclepiadaceae family that potentially can be developed as ornamental plants. The climbing habits of this plant make it suitable to be used as pergola. However, this plant naturally grows under shading environment and the growth of this plant under sunny condition is unknown yet. Therefore, the objective of the this research was to study the adaptation level of *Hoya diversifolia* Bl. at different light intensity levels. This research was arranged in nested design with three replications. The replication was nested under three different light intensities i.e. 28.2 (full sun), 20.8 (37% shading) and 10.1 Klux (64% shading). The results showed that plant height and number of leaves of *H. diversifolia* Bl. were not significantly affected by light intensity. Plants grown under full sun condition had fewer number of node, thinner leaves, and lighter leaves colour. This research indicates *Hoya diversifolia* Bl. can be grown under shading until partial-shading conditions, and growing this plants under full sun is not recommended.

Key words: Asclepiadaceae, light intensity, shading, ornamental plants.

PENDAHULUAN

Marga *Hoya* (Asclepiadaceae) merupakan salah satu tanaman asli Indonesia yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai tanaman hias (Rahayu 1999). *Hoya* berasal dari Asia Tenggara dan distribusinya meliputi India, Pakistan, Srilanka, Cina Selatan, Indochina, Myanmar, Indonesia, Filipina, Papua Nugini, Kepulauan Samoa, Australia, dan Madagaskar (Burton 1992). Lebih dari 50 spesies *Hoya* terdapat di Indonesia (Rahayu 1995), dan sekitar 32 jenis *Hoya* Indonesia telah dikoleksi dan dikonservasikan di Kebun Raya Bogor (Rahayu 1999) *Hoya diversifolia* Bl. adalah jenis *Hoya* yang memiliki bunga menarik dengan korola berwarna merah muda

yang lembut (warna dadu) dan korona berwarna senada namun lebih tua (Rahayu 1998). Potensi *Hoya diversifolia* Bl. sebagai tanaman hias terletak pada bunganya. *Hoya diversifolia* Bl. memiliki tandan bunga berurutan di ujung percabangan dan memiliki bunga dalam jumlah banyak (20-30 per tandan; 5-20 tandan per tangkai) (Rahayu 2001). Tanaman ini memiliki habitus merambat (Baudendistel 1979), sehingga potensial digunakan sebagai penang pada pergola.

Hoya secara alami tumbuh di bawah naungan pada hutan tropika. Bila digunakan sebagai tanaman penang pada pergola, tanaman akan terekspos pada cahaya matahari. Pertumbuhan *Hoya diversifolia* Bl. pada kondisi cahaya matahari penuh belum diketahui,

akan tetapi [Martin et al. \(2010\)](#) melaporkan bahwa *Hoya carnosa*, salah satu kerabat *Hoya diversifolia* Bl., dapat beradaptasi pada kondisi cahaya penuh maupun ternaung di hutan hujan tropis Taiwan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari adaptasi tanaman *Hoya diversifolia* Bl. pada intensitas cahaya yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di *University Farm*, IPB, Bogor. Seluruh bahan tanaman yang digunakan dalam percobaan ini adalah berasal dari stek satu ruas (10-15 cm) batang *H. diversifolia* Bl. yang diperoleh dari Kebun Raya Bogor dan ditanam dalam pot plastik hitam berdiameter 20 cm dengan media tanam campuran arang dan kompos yang sudah disterilisasi dengan perbandingan 1:2. Setelah berumur 8 bulan, tanaman dipangkas hingga menyisakan dua buku dan 6-8 daun per tanaman. Penelitian disusun berdasarkan rancangan tersarang, dengan satu faktor dan tiga ulangan. Ulangan tersarang di dalam intensitas cahaya yang terdiri atas tiga taraf, yaitu 28.2 (cahaya penuh), 20.8 (37% naungan) and 10.1 Klux (64% naungan). Pemupukan dilakukan menggunakan pupuk N-P₂O₅-K₂O (20-20-20) setiap dua hari sekali sesuai dengan jadwal penyiraman, dengan dosis 6 g/L dan volume siram 100 mL/pot. Setelah 2 bulan pemupukan dilakukan menggunakan pupuk N-P₂O₅-K₂O (6-30-30). Tanaman dipelihara hingga 14 minggu setelah perlakuan (MSP). Pengamatan pertumbuhan dilakukan terhadap parameter agronomi (tinggi tanaman, jumlah buku, jumlah daun, warna daun, dan luas daun) dan parameter fisiologi (ketebalan daun, kerapatan stomata, dan kandungan klorofil daun). Pengamatan anatomi daun dilakukan menggunakan metode parafin ([Sass, 1951](#)). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (uji F) pada taraf 5% dan diuji lanjut dengan uji wilayah berganda Duncan (DMRT) pada sistem SAS v6.12.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan tiga taraf intensitas cahaya yaitu tanpa naungan, menggunakan naungan 25% dan 55%. Penggunaan naungan menghasilkan intensitas cahaya yang berbeda (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata intensitas cahaya dan persentase naungan aktual selama penelitian

Naungan paranet (%)	Rata-rata intensitas cahaya (Klux)	Naungan aktual (%)
0	28.2	0
25	17.8	37
55	10.1	64

Perbedaan intensitas cahaya dapat mempengaruhi faktor lingkungan lainnya seperti suhu dan kelembaban. Walaupun suhu lingkungan selama penelitian berfluktuasi tiap bulannya, namun tidak

terdapat selisih suhu yang berarti antar intensitas cahaya yang berbeda. Berdasarkan suhu pada intensitas cahaya penuh, rata-rata suhu udara tertinggi adalah 29.76 °C pada intensitas cahaya penuh, 29.22 °C pada intensitas cahaya 17.8 Klux dan 28.75 °C pada intensitas cahaya 10.1 Klux. Rata-rata suhu udara terendah adalah 28.90 °C pada intensitas cahaya penuh, 28.57 °C pada intensitas cahaya 17.8 Klux, dan 28.03°C pada intensitas cahaya 10.1 Klux. Rata-rata selisih suhu udara antar intensitas cahaya penuh dengan intensitas cahaya 17.8 Klux adalah 0.35 °C, sedangkan dengan intensitas cahaya 10.1 Klux adalah 0.58 °C. Rata-rata selisih suhu udara antara intensitas cahaya 17.8 Klux dengan intensitas cahaya 10.1 Klux adalah 0.22 °C. Kelembaban relatif tidak mengalami fluktuasi berarti selama penelitian. Rata-rata kelembaban udara relatif berturut-turut dari intensitas cahaya tinggi ke rendah adalah 61%, 76%, dan 77%. Selisih kelembaban udara relatif antara intensitas cahaya 28.2 Klux dan 10.1 Klux adalah 16%.

Berdasarkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah buku, hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman *Hoya diversifolia* Bl. tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang berbeda (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh intensitas cahaya terhadap pertumbuhan *Hoya diversifolia* pada 14 MSP

Intensitas cahaya (Klux)	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah buku	Jumlah daun
28.2	126.85	13.00 ^b	33.50
17.8	155.68	16.00 ^{ab}	26.33
10.1	176.52	17.83 ^a	28.50
Uji F	tn	*	tn

Keterangan: tn: tidak berbeda nyata; *: berbeda nyata pada uji F dengan taraf $\alpha=5\%$. Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT.

Jumlah buku *Hoya diversifolia* Bl. berkorelasi positif dengan tinggi tanaman (data tidak ditampilkan). Meningkatnya jumlah buku seiring dengan meningkatnya tinggi tanaman menunjukkan bahwa panjang ruas batang *Hoya diversifolia* Bl. pada intensitas cahaya yang berbeda relatif tetap, yaitu (9.8 – 9.9) cm. Penurunan jumlah buku dapat berimplikasi pada pemanfaatan *Hoya diversifolia* sebagai tanaman hias. Tunas generatif *Hoya diversifolia* Bl. muncul pada buku (node), sehingga penurunan jumlah buku dapat menurunkan potensi terbentuknya bunga. Jumlah daun yang tidak berbeda pada intensitas cahaya yang berbeda menunjukkan bahwa *Hoya diversifolia* Bl. merupakan spesies yang adaptif pada berbagai intensitas cahaya yang digunakan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tanaman yang tidak dapat beradaptasi pada intensitas cahaya rendah akan memiliki jumlah daun yang lebih sedikit, misalnya pada kedelai ([Anggarani 2005](#)), sedangkan daun tanaman yang tidak dapat beradaptasi pada intensitas

cahaya tinggi akan mengalami klorosis, memiliki ukuran daun yang lebih kecil serta jumlah daun yang lebih sedikit (Müller-Moule *et al.* 2004).

Warna, kandungan klorofil total, klorofil a, dan klorofil b daun dipengaruhi oleh intensitas cahaya, akan tetapi nisbah klorofil a/b daun *Hoya diversifolia* Bl. tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh intensitas cahaya terhadap warna dan kandungan klorofil daun *Hoya diversifolia* pada 14 MSP

Intensitas cahaya (Klux)	Warna daun	Klorofil Totalmg/g daun segar.....	Klorofil a	Klorofil b	Nisbah klorofil a/b
28.2	165.53 ^b	0.21 ^c	0.14 ^c	0.07 ^c	1.88
17.8	169.75 ^{ab}	0.30 ^b	0.20 ^b	0.10 ^b	1.80
10.1	177.27 ^a	0.43 ^a	0.28 ^a	0.15 ^a	1.78
Uji F	*	**	**	**	

Keterangan: *: berbeda nyata pada uji F dengan taraf $\alpha=5\%$. **: berbeda nyata pada uji F dengan taraf $\alpha=1\%$.

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT

Daun pada intensitas cahaya 10.1 Klux nyata lebih hijau dibanding daun pada intensitas cahaya 28.2 Klux. Warna daun yang lebih hijau seiring dengan menurunnya intensitas cahaya disebabkan kandungan klorofil yang lebih tinggi pada daun yang berada pada intensitas cahaya yang lebih rendah. Kandungan klorofil a, b, dan total pada daun *Hoya diversifolia* Bl. meningkat seiring menurunnya intensitas cahaya, sedangkan nisbah klorofil a/b tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Hasil serupa dilaporkan oleh Yusnaeni (2002), bahwa daun *Hoya diversifolia* Bl. yang ditanam pada naungan 75% memiliki kandungan klorofil a, b, dan total yang nyata lebih tinggi dibandingkan daun *Hoya diversifolia* Bl. yang ditanam tanpa naungan. Penelitian Martin *et al.* (2010) juga menunjukkan bahwa tanaman *H. carnos*a pada kondisi naungan memiliki kandungan klorofil total yang lebih tinggi dibandingkan pada kondisi terpapar cahaya matahari penuh.

Penurunan nisbah klorofil a/b seiring dengan menurunnya intensitas cahaya disebabkan karena terjadinya peningkatan kandungan klorofil b. Menurut Beneragama dan Goto (2010), naungan meningkatkan kandungan klorofil b. Peningkatan klorofil b merupakan upaya tanaman untuk memperluas ukuran antena pada LHC II agar tercapai efisiensi tinggi dalam menangkap radiasi cahaya (Hidema *et al.* 1992).

Luas daun *Hoya diversifolia* Bl. tidak berbeda nyata pada perlakuan intensitas cahaya, sedangkan tebal daun berbeda sangat nyata di akhir pengamatan (14 MSP) (Tabel 4).

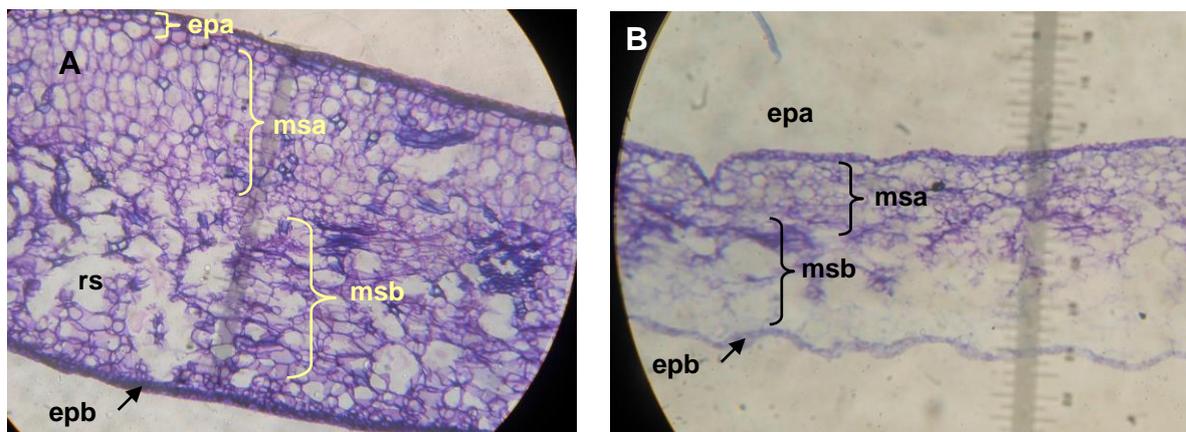
Tabel 4. Pengaruh intensitas cahaya terhadap luas dan tebal daun *Hoya diversifolia* pada 14 MSP

Intensitas cahaya (Klux)	Luas Daun (cm ²)	Tebal daun (μm)
28.2	131.24	31.11 ^a
17.8	159.47	28.68 ^a
10.1	159.62	17.23 ^b
Uji F	tn	**

Keterangan: tn: tidak berbeda nyata; **: berbeda nyata pada uji F dengan taraf $\alpha=1\%$. Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT

Luas daun tanaman meningkat sebesar 22% pada intensitas cahaya 17.8 dan 10.1 Klux dibanding pada intensitas cahaya 28.2 Klux, akan tetapi tidak signifikan. Penelitian pada *Lantana camara* L. subsp. *camara* (Matsoukis *et al.* 2004) dan *Vitis vinifera* 'Chardonnay' (Heuvel *et al.* 2004) menunjukkan terjadinya peningkatan luas daun pada intensitas cahaya yang lebih rendah. Levitt (1980) menyatakan bahwa peningkatan luas daun pada kondisi intensitas cahaya rendah merupakan salah satu mekanisme adaptasi untuk mendapatkan cahaya secara optimal. Penghindaran terhadap defisit cahaya dapat dicapai dengan meningkatkan intersepsi efisiensi penangkapan cahaya, yaitu dengan meningkatkan area penangkapan cahaya yang dilakukan dengan meningkatkan luas daun per unit jaringan tanaman.

Tabel 4 menunjukkan bahwa tanaman pada intensitas cahaya yang lebih rendah memiliki daun yang lebih tipis dibandingkan daun tanaman pada intensitas cahaya yang lebih tinggi. Pengamatan anatomi daun menunjukkan bahwa penurunan ketebalan daun pada intensitas cahaya yang lebih rendah disebabkan oleh penurunan jumlah lapisan mesofil (Gambar 1).



Gambar 1. Penampakan anatomi daun *Hoya diversifolia* Bl. secara melintang pada 14 MSP pada perbesaran 100 X. (A) Pada intensitas cahaya 28.2 Klux, (B) pada intensitas cahaya 10.1 Klux: epidermis atas (epa), mesofil bagian atas (msa), mesofil bunga karang (msb), ruang antar sel (rs), dan epidermis bawah (epb).

Daun pada perlakuan intensitas cahaya 28.2 Klux memiliki 8-10 lapisan mesofil bagian atas, sedangkan pada intensitas cahaya 17.8 Klux jumlah lapisan mesofil bagian atas menurun menjadi 6-8 lapisan, dan pada intensitas cahaya 10.1 Klux hanya terdapat 4-5 lapis mesofil bagian atas. Taiz dan Zeiger (2002) menyatakan bahwa daun tanaman ternaungi lebih tipis dibanding daun tanaman yang ditanam di daerah terbuka, disebabkan oleh pengurangan sel mesofil. Peningkatan ketebalan daun kedelai pada intensitas cahaya tinggi disebabkan oleh meningkatnya jumlah lapisan dan ukuran sel mesofil, baik mesofil bunga karang maupun mesofil palisade (Simms *et al.*, 1998). Menurunnya ketebalan daun pada intensitas cahaya yang lebih rendah merupakan bentuk adaptasi tanaman terhadap intensitas cahaya. Daun yang lebih tipis pada intensitas cahaya yang lebih rendah memungkinkan diteruskannya cahaya ke daun yang terletak di bawahnya. Selain meningkatkan transmisi cahaya, daun yang lebih tipis pada intensitas cahaya yang lebih rendah memungkinkan fotosintesis yang lebih efisien. Terashima *et al.* (2001) melaporkan bahwa daun yang lebih tebal memiliki hambatan difusi CO₂ dalam ruang antar sel (R_{ias}) yang lebih tinggi dan membutuhkan energi yang lebih banyak untuk membentuk dan memelihara sel-sel daun, namun daun yang lebih tebal memiliki luas permukaan kloroplas yang menghadap ke ruang antar sel per luasan daun (S_c) yang lebih tinggi. Peningkatan S_c menunjukkan peningkatan luasan difusi CO₂, sehingga dapat meningkatkan asimilasi CO₂. Pada intensitas cahaya tinggi, tanaman memiliki cukup energi untuk membentuk sel dan

meningkatkan S_c , sedangkan pada kondisi intensitas cahaya rendah tanaman harus menghemat energi dengan mengurangi R_{ias} dan mengurangi pembentukan jumlah sel mesofil yang berakibat pada penurunan ketebalan daun.

Jumlah stomata total dan stomata terbuka pada intensitas cahaya yang lebih tinggi lebih banyak dibandingkan pada intensitas cahaya yang lebih rendah. Cahaya merupakan sinyal lingkungan yang mengatur pergerakan stomata daun dalam kondisi lingkungan normal. Pembukaan stomata meningkat seiring meningkatnya intensitas cahaya dan menurun dengan menurunnya intensitas cahaya (Taiz dan Zeiger 2002). Jumlah stomata *Arabidopsis thaliana*, baik pada tipe liar maupun mutan *sdd1-1*, meningkat dengan meningkatnya intensitas cahaya. Meningkatnya kerapatan stomata berakibat pada menurunnya tahanan stomata, dan berarti meningkatnya laju difusi CO₂ (Schluter *et al.* 2003). Pada intensitas cahaya yang sama, laju asimilasi CO₂ tidak berbeda antara *Arabidopsis* tipe liar maupun mutan *sdd1-1*, di mana mutan *sdd1-1* memiliki kerapatan stomata yang lebih tinggi dibanding tipe liarnya namun tidak berbeda pada struktur daun lainnya (Schluter *et al.* 2003). Hal tersebut menunjukkan bahwa di bawah intensitas cahaya yang sama, dimana jumlah klorofil dan aktivitas enzim rubisco tidak berbeda, asimilasi CO₂ tidak tergantung pada jumlah stomata atau dengan kata lain asimilasi CO₂ tidak hanya tergantung pada CO₂ yang tersedia, namun juga pada aktivitas enzim rubisco yang bergantung pada cahaya.

Tabel 5. Pengaruh intensitas cahaya terhadap stomata daun *Hoya diversifolia* Bl. pada 14 MSP

Intensitas cahaya (Klux)	Stomata terbuka	Stomata tertutup	Rasio stomata terbuka:tertutup	Stomata total
mm ²			
28.2	89.40 ^a	147.30	0.65	236.75 ^a
17.8	84.10 ^a	150.80	0.59	234.98 ^a
10.1	63.25 ^b	140.85	0.45	204.24 ^b
Uji F	*	tn		**

Keterangan: tn: tidak berbeda nyata; *: berbeda nyata pada uji F dengan taraf $\alpha=5\%$. **: berbeda nyata pada taraf $\alpha=1\%$. Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT

Penelitian Seeman (1989) pada *Glycine max* dan *Alocasia macorrhiza* menunjukkan bahwa pada intensitas cahaya rendah, aktivitas enzim rubisco menurun, dan dengan demikian asimilasi CO₂ juga menurun. Kerapatan stomata dan jumlah stomata terbuka *H. diversifolia* Bl. yang lebih rendah pada intensitas cahaya 10.1 Klux dibanding pada intensitas cahaya 28.2 dan 17.8 Klux merupakan upaya untuk menurunkan laju respirasi sehingga dapat mencapai titik kompensasi cahaya pada intensitas cahaya yang lebih rendah.

Berdasarkan penelitian ini, secara umum *H. diversifolia* Bl. adaptif pada rentang intensitas cahaya yang digunakan karena masih dapat tumbuh dengan normal pada rentang intensitas cahaya tersebut. Akan tetapi, nilai estetika dapat dikatakan berkurang saat tumbuh pada kondisi cahaya penuh. Menurunnya jumlah buku pada kondisi cahaya penuh dapat mengurangi potensi terbentuknya bunga. Daun yang berwarna kekuningan pada intensitas cahaya yang lebih tinggi juga mengurangi nilai estetika tanaman tersebut. Oleh karena itu, *Hoya diversifolia* Bl. dapat digunakan sebagai tanaman hias pada kondisi ternaung atau ternaung sebagian, misalnya sebagai tanaman hias indoor atau pada bagian taman yang agak ternaung.

KESIMPULAN

Terdapat perbedaan karakter morfologi dan fisiologi *Hoya diversifolia* Bl. pada beberapa taraf intensitas cahaya. Naungan 64% nyata meningkatkan jumlah buku dan warna daun, serta menurunkan tebal daun dibandingkan naungan 0%. Daun tanaman pada intensitas cahaya penuh memiliki jumlah stomata yang membuka dan stomata total yang nyata lebih tinggi dibanding pada naungan 64%. Intensitas cahaya tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas generatif *Hoya diversifolia* Bl.

DAFTAR PUSTAKA

Anggarani SD. 2005. Analisis aspek agronomi dan fisiologi kedelai (*Glycine max* (L) Merr.) pada kondisi cekaman intensitas cahaya rendah. Skripsi. Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. 59 hal.

Baudendistel RF. 1982. Horticulture, a Basic Awareness. Second Edition. Reston Publishing Company, Inc. Reston Virginia. 340p.

Beneragama CK, Goto K. 2010. Chlorophyll a: b ratio increases under low-light in 'Shade-tolerant' *Euglena gracilis*. *Tropical Agric. Res.* 22 (1): 12 – 25.

Burton CM. 1992. Where are Hoyas native. *The Hoya* 13(3):40.

Heuvel JEV, Proctor JTA, Fisher KH, Sullivan JA. 2004. Shading affects morphology, dry-matter partitioning, and photosynthetic response of greenhouse-grown "Chardonnay" grapevines. *Hortscience* 39(1):65-70.

Hidema J, Makino A, Kurita Y, Mae T, Ojima K. 1992. Changes in the levels of chlorophyll and light-harvesting chlorophyll a/b protein of PS II in rice leaves aged under difference irradiance from full expansion through senescence. *Plant Cell Physiol.* 33:1209-1214.

Levitt J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stress. Academic Press. New York.

Martin CE, Hsu RC-C, Lin T-C. 2010. Sun/shade adaptations of the photosynthetic apparatus of *Hoya carnosa*, an epiphytic CAM vine, in a subtropical rain forest in northeastern Taiwan. *Acta Physiologiae Plantarum* 32(3):575-581.

Matsoukis AS, Tsiros I, Kamoutsis A. 2004. Leaf area reponse of *Lantana camara* L. subsp. *camara* to plant growth regulators under different photosynthetic flux conditions. *Hortscience* 39(5):1042-1044.

Müller-Moule P, Golan T, Niyogi KK. 2004. Ascorbate deficient mutants of Arabidopsis grow in high light despite chronic photooxidative stress. *Plant Physiol.* 134(3):1163-1172.

Rahayu S. 1995. Mengenal Marga Hoya di Indonesia. Laporan Hasil Studi Pustaka. UPT BP Kebun Raya – LIPI.

Rahayu S. 1998. Pertumbuhan dan perkembangan *Hoya diversifolia* Bl. (Asclepiadaceae) di Kebun Raya Bogor. *Bul. Kebun Raya Indonesia* 8(4): 131-138.

- Rahayu S. 1999. Eksplorasi dan pembudidayaan Hoya (Asclepiadaceae) dalam rangka konservasi plasma nutfah. National Seminar in Indonesian Plant Conservation. Bogor : UPT BP Kebun Raya – LIPI.
- Rahayu S. 2001. Menjadikan Hoya (*Hoya-Asclepiadaceae*) asal Sumatra sebagai tanaman hias eksotik Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Hortikultura; Malang, 7 – 8 Nop 2001. hal. 301-310.
- Schlüter U, Muschak M, Berger D, Altmann T. 2003. Photosynthetic performance of an *Arabidopsis* mutant with elevated stomatal density (*sdd1-1*) under different light regimes. *J. Exp. Bot.* 54: 867–874.
- Seeman JR. 1989. Light adaptation/acclimation of photosynthesis and the regulation of ribulose-1,5-biphosphate carboxylase activity in sun and shade plants. *Plant Physiol.* 91:379-386.
- Simms DA, Seeman JR, Luo Y. 1998. Elevated CO₂ concentration has independent effects on expansion rates and thickness of soybean leaves across light and nitrogen gradients. *J. Exp. Bot.* 49(320): 583-591.
- Sass JE. 1951. Botanical Microtechnique. Ed ke-2. Iowa : The Iowa State College Pr.
- Taiz L, E Zeiger. 2002. Plant Physiology Third Edition. Sinauer Associates Inc. Publishers. Massachussetts. 690p.
- Terashima I, Miyazawa SI, Hanba YT. 2001. Why are sun leaves thicker than shade leaves?—concideration based on analyses of CO₂ diffusion in the leaf. *J. Plant Res.* 114(1):93-105.
- Yusnaeni. 2002. Morfofisiologi beberapa spesies Hoya pada kondisi cekaman naungan dan kekeringan: tinjauan terhadap fisiologi CAM. Thesis. Program Pasca Sarjana, IPB. Bogor. 102 hal.