

## Fase Perkembangan Bunga dan Kandungan Gula Endogen pada Pembungaan *Hoya diversifolia* Blume.

### *Flower Developmental Phases and Endogenous Sugar Content of Hoya diversifolia Blume.*

Sintho Wahyuning Ardie<sup>1\*</sup>, Sri Rahayu<sup>2</sup>, Anas D. Susila<sup>1</sup>, dan Didy Sopandie<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16680

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

Diterima 24 Maret 2014/Disetujui 1 Juni 2014

#### ABSTRAK

*Hoya diversifolia* Blume (Asclepiadaceae) merupakan salah satu tanaman asli Indonesia yang potensial dikembangkan sebagai tanaman hias. Namun periode pembungaan yang singkat dalam satu tahun merupakan kendala dalam pengembangan *Hoya* sebagai tanaman hias. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi fase perkembangan bunga dan untuk mempelajari hubungan antara kandungan gula endogen dengan induksi pembungaan *H. diversifolia* Bl. Pengamatan morfologi dan anatomi menunjukkan bahwa perkembangan bunga *H. diversifolia* Bl. terdiri atas 6 fase, yaitu induksi, inisiasi awal, inisiasi lanjut, diferensiasi, pendewasaan bunga dan antesis. Kandungan gula total dan sukrosa tidak berbeda nyata antara pucuk yang terinduksi dengan pucuk yang tidak terinduksi, sedangkan kandungan gula pereduksi lebih tinggi pada pucuk yang terinduksi ke arah generatif (7.40 mg.g<sup>-1</sup> bobot basah) dibandingkan dengan pucuk yang tidak terinduksi (4.14 mg.g<sup>-1</sup> bobot basah).

Kata kunci: *Asclepiadaceae*, tanaman bunga, tanaman hias asli Indonesia

#### ABSTRACT

*Hoya diversifolia* Blume (Asclepiadaceae) is one of Indonesian's native plants that has potential to be developed as ornamental plant. The short flowering period in one year, however, is a big problem in developing *Hoya* as an ornamental plant. The objective of this research was to determine the flower developmental phases and to study the correlation of endogenous sugar content with floral induction of *H. diversifolia* Bl. Morphological and anatomical observations showed that floral development of *H. diversifolia* Bl. consisted of 6 phases i.e. induction, early initiation, late initiation, differentiation, flower maturity, and anthesis. Total sugars and sucrose content were not significantly different between inductive and non-inductive buds, while the amount of reducing sugar were significantly higher in the inductive buds (7.40 mg g<sup>-1</sup> fresh weight) compared to non-inductive buds (4.14 mg g<sup>-1</sup> fresh weight).

Key words: *Asclepiadaceae*, flowering plant, Indonesian native ornamental plant

#### PENDAHULUAN

Salah satu tanaman asli Indonesia yang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai tanaman hias adalah marga *Hoya* dari famili *Asclepiadaceae*. Sekitar 32 jenis *Hoya* Indonesia telah dikoleksi dan dikonservasikan di Kebun Raya Bogor (Rahayu, 1999). Potensi *Hoya* terletak pada bentuk bunganya yang indah dan beraroma harum (Griffiths, 1994). Sebagai tanaman asli Indonesia, *Hoya* mudah tumbuh dan diperbanyak, relatif bebas serangan hama dan

penyakit serta tidak memerlukan budidaya yang intensif. *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). Tanaman tersebut memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi bunga potong karena memiliki tandan bunga berurutan di ujung percabangan dan memiliki bunga dalam jumlah banyak (20-30 per tandan; 5-20 tandan per tangkai) (Rahayu, 2001).

Permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan *H. diversifolia* Bl. sebagai tanaman hias adalah periode berbunga yang singkat dalam satu tahun. Pengamatan Rahayu (1998) selama dua tahun (1994-1996) menunjukkan

\*Penulis korespondensi. e-mail: [sinthoardie@gmail.com](mailto:sinthoardie@gmail.com)

bahwa secara alami tunas-tunas generatif *H. diversifolia* Bl. akan terbentuk pada akhir musim hujan (Februari-Maret) dan memiliki jumlah bunga mekar terbanyak pada bulan April dan Mei. Pada tahun-tahun tersebut bulan kering terjadi pada empat bulan berturut-turut, yaitu dari bulan Juni sampai dengan September (Badan Meteorologi dan Geofisika Balai Wilayah II Stasiun Klimatologi Darmaga Bogor).

Hoya adalah tanaman merambat yang pertumbuhannya lambat dan tidak akan berbunga hingga mencapai ukuran dan umur tertentu (Baudendistel, 1979). Proses pembungaan diatur oleh interaksi beragam faktor endogen dan lingkungan (Amasino, 2010). Faktor endogen yang mengatur fase reproduktif pada tanaman antara lain adalah hormon dan karbohidrat, seperti giberelin dan gula (Moon *et al.*, 2003; Seo *et al.*, 2011). Tujuan penelitian ini adalah (1) menentukan stadia perkembangan tunas generatif *H. diversifolia* Bl. secara morfologis dan anatomis, dan (2) mempelajari hubungan antara kandungan gula endogen dengan induksi pembungaan *H. diversifolia* Bl.

#### METODOLOGIPENELITIAN

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. Stek ditanam dalam pot plastik hitam berdiameter 20 cm dengan media tanam campuran arang dan kompos yang sudah disterilisasi dengan perbandingan 1:2 (v/v). Setelah berumur 8 bulan, tanaman dipangkas hingga menyisakan dua buku dan 6-8 daun per tanaman serta dipelihara tanpa naungan. Pengamatan karakter morfologi organ bunga dimulai pada saat tunas generatif pertama muncul sampai dengan anthesis. Pengamatan anatomi dilakukan pada stadia perkembangan yang berbeda, yaitu fase induksi, inisiasi awal, inisiasi lanjut, diferensiasi, dan fase pendewasaan bunga, menggunakan metode parafin (Sass, 1951). Pengambilan sampel untuk pengamatan kandungan gula endogen dilakukan dengan mengambil masing-masing satu sampel pucuk berbunga dan pucuk tidak berbunga tanaman *H. diversifolia* Bl. dari 6 tanaman yang berbeda pada saat yang bersamaan. Pucuk berbunga yang digunakan adalah pucuk yang berada pada stadium I. Gula endogen yang diamati adalah kandungan gula total (Apriyantono *et al.*, 1989), gula pereduksi dan sukrosa (Sudarmadji *et al.*, 1984). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (uji F) pada taraf 5% dan diuji lanjut dengan uji wilayah berganda Duncan (DMRT) menggunakan perangkat lunak SAS v6.12.

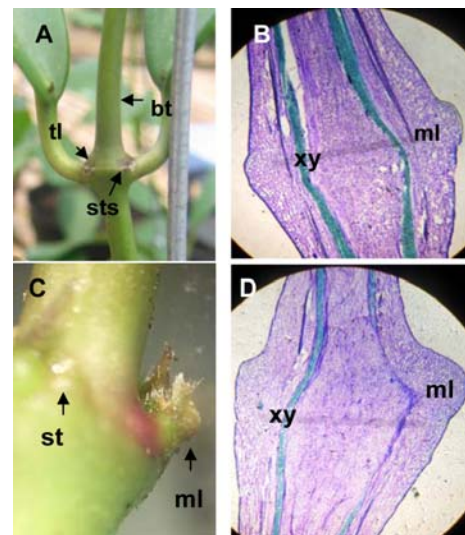
#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan morfologis perkembangan tunas generatif *H. diversifolia* Bl. meliputi fase induksi, inisiasi awal, inisiasi lanjut, diferensiasi, pendewasaan bagian bunga

dan anthesis. Pengamatan anatomis stadia pembungaan *H. diversifolia* Bl. hanya dilakukan sampai tahap diferensiasi.

#### Fase induksi dan perbedaan kandungan gula endogen

Tunas generatif *H. diversifolia* Bl. muncul pada buku batang, di mana hanya terdapat satu tunas generatif pada tiap buku. Secara visual, tunas generatif tidak berasal dari perkembangan tunas apikal pada bagian ujung batang maupun dari tunas lateral pada ketiak daun. Tunas generatif muncul berdekatan dengan salah satu titik dari empat titik pada buku *Hoya*. Titik-titik tersebut merupakan bekas melekatnya *stipule* dan biasa disebut sebagai *stipule scars*. *Stipule* merupakan organ yang berkembang pada dasar tangkai daun dan pada *H. diversifolia* Bl. berjumlah sepasang dan tersusun melekat pada tiap tangkai daun (*adnate*) pada saat daun masih muda. Ketika daun telah berkembang, *stipule* akan gugur dan meninggalkan 4 buah (2 pasang) *stipule scars* pada sisi batang yang berlawanan (Gambar 1A). Irisan membujur buku *H. diversifolia* Bl. menunjukkan bahwa pada tonjolan *stipule* terdapat jaringan meristem (Gambar 1B). Menurut Fahn (1991), jaringan meristem terdiri atas kumpulan sel yang belum terdiferensiasi dan memiliki kemampuan untuk membelah diri namun dapat juga ditemukan dalam keadaan dorman. Meristem pada tonjolan *stipule* *H. diversifolia* Bl. bukan merupakan meristem apikal, karena tidak terletak pada ujung tunas apikal maupun ujung tunas lateral pada ketiak daun, dan dengan demikian disebut meristem lateral (ml). Meristem tersebut memiliki potensi berkembang menjadi tunas generatif.



Gambar 1. Morfologi buku *H. diversifolia* Bl. (A) sebelum terjadi induksi bunga: *stipule scars* (sts), tunas lateral (tl), batang yang merupakan perkembangan dari meristem apikal (bt), dan (C) pada fase induksi: meristem lateral (ml), *stipule* (st). (B) sebelum terjadi induksi bunga (Perbesaran 40X), dan (D) pada fase induksi bunga (Perbesaran 40X): *xylem* (xy), meristem lateral (ml).

Tabel 1. Kandungan gula pada buku *Hoya diversifolia* Bl.

Buku <i>H. diversifolia</i> Bl.	Kandungan gula (mg g <sup>-1</sup> bobot basah)		
	Total	Pereduksi	Sukrosa
Pucuk terinduksi	42.845	7.394	33.678
Pucuk tidak terinduksi	36.582	4.139	30.821
Uji F	tn	*	tn

Keterangan: tn: tidak berbeda nyata; \*: berbeda nyata pada taraf  $\alpha=5\%$  pada uji F

Secara morfologi, fase induksi secara visual ditandai dengan adanya tonjolan pada *stipule scars* sepanjang kurang dari 1 mm (Gambar 1C). Sayatan membujur tunas generatif pada fase induksi secara mikroskopis menunjukkan belum terjadi perubahan struktur sel, baik dalam ukuran maupun bentuk, namun demikian terjadi penambahan massa sel pada meristem lateral (Gambar 1D) dibandingkan sebelum terjadi induksi (Gambar 1B). Menurut Fahn (1991), perubahan pertama yang terjadi dalam transisi dari meristem vegetatif ke meristem reproduktif adalah bertambahnya aktivitas mitosis yang berakibat pada pertambahan dalam volume sel.

Saat dimulainya pembungaan, terjadi perubahan metabolisme pada ujung pucuk (Kinet *et al.*, 1985). Perubahan metabolisme yang teramati pada *H. diversifolia* Bl. adalah terjadinya perbedaan yang nyata pada kandungan gula pereduksi endogen (monosakarida) antara pucuk yang terinduksi berbunga dengan pucuk yang tidak terinduksi (Tabel 1). Kandungan gula total terlarut dan sukrosa tidak berbeda antara pucuk yang terinduksi dengan pucuk yang tidak terinduksi, akan tetapi kandungan gula pereduksi pada pucuk terinduksi lebih tinggi dibandingkan dengan pucuk yang tidak terinduksi.

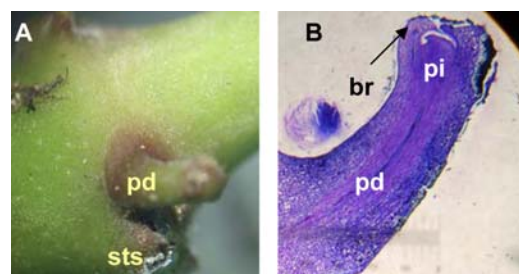
Gula berperan penting sebagai molekul penerima sinyal (*signaling molecule*) yang mengatur berbagai macam gen dan dapat mempengaruhi berbagai aspek perkembangan dalam tanaman tingkat tinggi termasuk pembungaan. Setelah induksi pembungaan *Sinapis alba*, konsentrasi sukrosa dalam floem yang menuju apeks pucuk meningkat secara cepat (Bernier *et al.* 1993).

Pucuk yang terinduksi untuk berbunga mengalami laju pembelahan sel yang lebih tinggi (Kinet *et al.*, 1985; Fahn, 1991) dan oleh karena itu memerlukan energi yang lebih tinggi untuk pembelahan sel. Energi dalam metabolisme tanaman disediakan oleh proses respirasi (Salisbury dan Ross, 1992; Taiz dan Zeiger, 2002). Sukrosa merupakan gula disakarida yang merupakan hasil fotosintesis atau hasil pemecahan pati dan merupakan bentuk yang aktif ditranslokasikan dalam floem ke berbagai organ tanaman. Namun demikian, sukrosa bukan merupakan substrat respirasi secara langsung. Agar dapat digunakan dalam proses respirasi sel, sukrosa harus terlebih dulu dipecah menjadi monosakarida yaitu glukosa dan fruktosa. Monosakarida dicirikan oleh adanya gugus aldehida atau gugus keton yang sangat reaktif dalam larutan basa, salah

satunya sebagai zat pereduksi (Salisbury dan Ross, 1992), sehingga disebut sebagai gula pereduksi. Dengan demikian dalam pucuk *H. diversifolia* Bl. yang terinduksi, sebagian sukrosa telah dimetabolisme menjadi substrat yang siap direspirasikan, yaitu monosakarida. Hal tersebut terlihat dari konsentrasi gula pereduksi yang lebih tinggi pada pucuk terinduksi dibanding pucuk yang tidak terinduksi.

#### Fase Inisiasi Awal

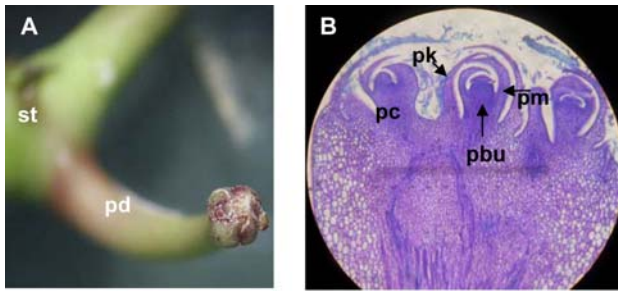
Fase inisiasi merupakan perkembangan setelah fase induksi. Bunga *H. diversifolia* Bl. termasuk bunga majemuk berbentuk payung (*umbell*), sehingga terjadi dua tahap inisiasi. Fase inisiasi awal secara visual ditandai dengan pemanjangan ibu tangkai bunga (*peduncle*). Sayatan membujur tunas generatif pada fase inisiasi awal secara mikroskopis menunjukkan terbentuknya primordia infloresens dan daun pelindung bunga (*bract*) (Gambar 2).



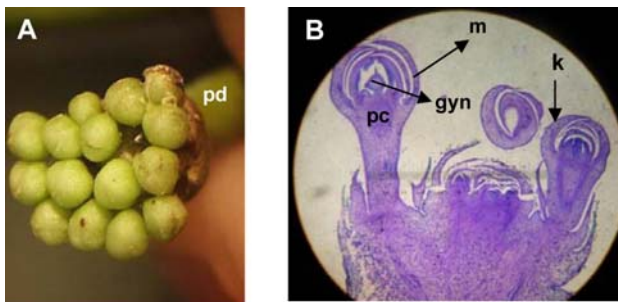
Gambar 2. A. Morfologi buku *H. diversifolia* Bl. pada fase inisiasi: *peduncle* (pd), *stipule scars* (sts). B. Irisan membujur buku *H. diversifolia* Bl. pada fase inisiasi awal (Perbesaran 40X): primordia infloresens (pi), *peduncle* (pd), *bract* (br).

#### Fase Inisiasi Lanjut

Fase inisiasi lanjut secara visual ditandai dengan pemanjangan *peduncle* (lebih dari 3 cm) dan melebarnya diameter ujung *peduncle* yang merupakan kumpulan primordia bunga dengan warna kemerahan (Gambar 3A). Sayatan membujur tunas generatif pada fase inisiasi lanjut secara mikroskopis menunjukkan terbentuknya primordia bunga, pemanjangan tangkai bunga (*pedicel*), terbentuknya primordia kelopak dan primordia mahkota (Gambar 3B).



Gambar 3. A. Morfologi bunga *H. diversifolia* Bl. pada fase inisiasi lanjut: peduncle (pd), stipule (st). B. Irisan membujur bunga *H. diversifolia* Bl. pada fase inisiasi lanjut (Perbesaran 400X): primordia bunga (pbu), pedicel (pc), primordia kelopak (pk), primordia mahkota (pm).



Gambar 4. A. Morfologi bunga *H. diversifolia* Bl. pada fase diferensiasi: peduncle (pd). B. Irisan membujur bunga *H. diversifolia* Bl. pada fase diferensiasi (Perbesaran 400X): pedicel (pc), kelopak (k), mahkota (m), gynostemium (gyn).

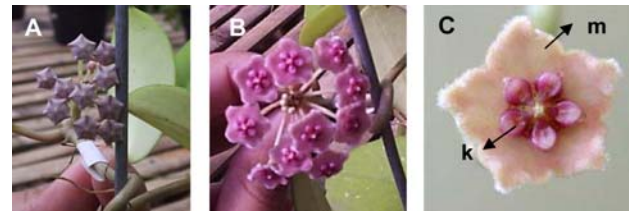
### Fase Diferensiasi

Fase diferensiasi secara visual memperlihatkan pembentukan bagian-bagian bunga, berupa kelopak dan mahkota yang berbentuk kuncup bulat berwarna hijau kekuningan (Gambar 4A). Gambar 4A menunjukkan bahwa dalam satu peduncle terdapat 15 kuncup individu bunga. Menurut Rahayu (1998) jumlah kuncup individu bunga *H. diversifolia* dalam satu bunga majemuk dapat mencapai 15-20 buah. Sayatan membujur tunas generatif pada fase diferensiasi secara mikroskopis menunjukkan pemanjangan tangkai bunga (pedicel), terbentuknya kelopak, mahkota, dan gynostemium (Gambar 4B). Gynostemium merupakan organ reproduksi yang terdiri atas putik dan benang sari.

### Fase Pendewasaan Bagian Bunga dan Anthesis

Pengamatan visual pada fase pendewasaan bagian bunga menunjukkan perubahan kuncup bulat menjadi pipih bersegi lima dan berwarna abu-abu muda dengan diameter individu bunga 6 mm (Gambar 5A). Setelah 7 hari bunga akan mekar (anthesis) secara serempak (Gambar 5B).

Masing-masing individu bunga memiliki garis tengah 10-12 mm, dengan bentuk bintang. Mahkota bunga berjumlah 5 helai dengan permukaan berambut halus dan mengkilap seperti beludru berwarna dadu. Pada bagian tengah individu bunga terdapat mahkota tambahan (korona)



Gambar 5. Morfologi bunga *H. diversifolia* Bl. pada fase pendewasaan bagian bunga (A) dan pada fase anthesis (B) bunga majemuk dan (C) individu bunga: mahkota (m) dan korona (k).

yang berukuran lebih kecil dari mahkota, berbentuk bintang, terkesan padat berlilin dengan warna lebih tua dibanding mahkota. Pada tiap mahkota dan korona terdapat kelopak yang tidak terlihat pada Gambar 5B dan 5C karena berukuran kecil dan tertutup oleh mahkota dan korona.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor endogen yang mempengaruhi induksi pembungaan *H. diversifolia* Bl. adalah kandungan gula pereduksi, yaitu terjadi peningkatan kandungan gula pereduksi pada saat terjadi induksi bunga. Kandungan gula pada pucuk yang terinduksi adalah 7.40 mg.g<sup>-1</sup>, sedangkan pada pucuk yang tidak terinduksi kandungan gula pereduksinya hanya 4.14 mg.g<sup>-1</sup>. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tindakan budidaya yang dapat mempengaruhi kandungan gula pereduksi pada pucuk *H. diversifolia* Bl. diduga berpotensi memacu pembungaan *Hoya*.

Pemberian gibberelin secara eksogen merupakan tindakan budidaya yang berpotensi memacu pembungaan *H. diversifolia* Bl., karena menurut Sardoei *et al.* (2014), pemberian gibberelin (GA) sebanyak 100 mg.l<sup>-1</sup> dapat meningkatkan konsentrasi gula pereduksi pada tajuk tanaman berbunga *Spathiphyllum wallisii*. Selain berpotensi memacu pembungaan melalui peningkatan konsentrasi gula pereduksi pada tajuk, Taiz dan Zeiger (2002) menyatakan bahwa aplikasi gibberelin secara eksogen dapat menggantikan kebutuhan faktor endogen, misalnya umur tanaman, pada *autonomous flowering plant*. *Hoya* merupakan tanaman yang tidak akan berbunga sebelum mencapai umur dan ukuran tertentu (Baudendistel, 1979). Penghambatan sintesis gibberelin melalui penggunaan paclobutrazol, terbukti menghambat pembungaan *H. diversifolia* Bl. (Aini, 1998; Indriyani, 1999), sehingga aplikasi gibberelin secara eksogen memiliki potensi menginduksi pembungaan *H. diversifolia* Bl.

### KESIMPULAN

Tunas generatif *H. diversifolia* Bl. berasal dari meristem lateral pada buku batang. Perkembangan tunas generatif meliputi fase induksi, inisiasi awal, inisiasi lanjut, diferensiasi, pendewasaan bagian bunga, dan anthesis. Terdapat perbedaan kandungan gula endogen antara pucuk terinduksi dan pucuk tidak terinduksi. Kandungan gula total terlarut dan sukrosa tidak berbeda antara pucuk yang

terinduksi dengan pucuk yang tidak terinduksi, sedangkan kandungan gula pereduksi pada pucuk terinduksi lebih tinggi dibanding pucuk yang tidak terinduksi. Kandungan gula pereduksi pada pucuk terinduksi adalah sebesar 7.40 mg.g<sup>-1</sup> bobot basah, sedangkan pada pucuk yang tidak terinduksi hanya sebesar 4.12 mg.g<sup>-1</sup> bobot basah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aini, A. 1998. Pengaruh Pemberian Paclotrazol terhadap pertumbuhan dan pembungaan Hoya (*Hoya carnosa* R.Br. dan *Hoya diversifolia* Blume). Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. 49hal.
- Amasino, R. 2010. Seasonal and developmental timing of flowering. *Plant J.* 61:1001-1013.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz., N.L. Puspitasari., Sedarnawati, S. Budiyanto. 1989. *Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan*. PAU Pangan dan Gizi, IPB. Bogor. 229hal.
- Baudendistel, R.F. 1979. *Horticulture, a Basic Awareness*. Second Edition. Reston Publishing Company, Inc. Reston Virginia.
- Bernier, G., A. Havelange., C. Houssa., A. Petitjean., and P. Lejeune. 1993. Physiological signals that induce flowering. *Plant Cell* 5: 1147-1155.
- Fahn, A. 1991. *Anatomi Tumbuhan. Edisi ke-3*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 943hal.
- Griffiths, M. 1994. *Manual of Climbers and Wall Plants*. Mac Millan Press Ltd. London.
- Indriyani, S. 1999. Pengaruh Waktu Aplikasi dan Konsentrasi Paclotrazol terhadap Pertumbuhan dan Pembungaan Tumbuhan Kapalana (*Hoya diversifolia* Blume). Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Kinet, J.M., G. Bernier., and R.M. Sachs. 1985. *The Physiology of Flowering*. Volume I. CRC Press Inc. Florida.
- Moon, J., Suh. S and S, Lee H., Choi K.R., Hong C.B., Paek N.C., Kim S.G, I Lee. 2003. The SOC1 MADS-box gene integrates vernalization and gibberellin signals for flowering in Arabidopsis. *Plant J.* 35, 613-623.
- 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. hlm. 301-310.
- Salisbury, F.B., C.W. Ross. 1992. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2. Terjemahan dari: FB Salisbury and CW Ross. Plant Physiology 4<sup>th</sup> Edition*. Penerbit ITB Bandung. 173 hal.
- Sardoei, A.S., F. Shahadadi., M. Shahdadneghad., and A.F. Imani. 2014. The effect of benzyladenine and gibberellic acid on reducing sugars of *Spathiphyllum wallisii* plant. *Intl. J. Farm. & Alli. Sci.* 3:32-332.
- Sass, J.E. 1951. *Botanical Microtechnique*. Ed ke-2. Iowa : The Iowa State College Pr.
- Seo, P.J., Ryu. J., Kang SK, and Park CM. 2011. Modulation of sugar metabolism by an Indeterminate domain transcription factor contributes to photoperiodic flowering in Arabidopsis. *Plant J.* 65:418-429.
- Sudarmadji, S., B. Haryono., dan Suhardi. 1984. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi Ketiga. Penerbit Liberty. Yogyakarta.
- Taiz, L., dan E. Zeiger. 2002. *Plant Physiology Third Edition*. Sinauer Associates Inc. Publishers. Massachussets.