

ANALISIS DENSITAS STOMATA TANAMAN ANTANAN (*Centella asiatica*, L) DENGAN PERBEDAAN INTENSITAS CAHAYA

Laurencius Sihotang
Program Studi Pendidikan Biologi FKIP-UKI
email: laurensihotang@gmail.com

ABSTRAK

This study aims to determine the effect of light intensity on stomatal density and shade effect on the formation of plant stomata antanan. This study using 60 samples with two treatments of 30 samples from places with shade and 30 samples from places without shade. The method used to observe the stomata in the leaf surface is a replica method of transparent nail polish. The parameters observed in this study is the density of stomata. A data were analyzed using SPSS 21 using t-test, to determine the effect of light intensity on stomatal density antanan plants. Statistical tests showed that there is a real difference between the density of stomata on the leaves of plants antanan in places without shade and the shade on the level of 5% ie $t = 10.848 > t_{table} = 2.045$. It can be concluded that the intensity of sunlight due to shading greatly affect the formation and density of stomata on the leaves of plants antanan.

Key word: Stomata, Antanan, Density, Intensity.

PENDAHULUAN

Cahaya matahari merupakan sumber energi utama bagi kehidupan seluruh makhluk hidup yang ada di bumi. Semua makhluk hidup menggantungkan hidupnya baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap keberadaan cahaya matahari. Tumbuhan berklorofil secara langsung dapat memanfaatkan cahaya matahari untuk proses fotosintesis. Fotosintesis merupakan proses dasar pada tumbuhan untuk menghasilkan makanan yang akan mempengaruhi proses fisiologis tumbuhan tersebut. Fotosintesis diantaranya akan mempengaruhi pertumbuhan, reproduksi dan hasil produksi tumbuhan.

Proses fotosintesis dapat terjadi karena adanya CO₂ yang masuk ke dalam daun melalui stomata. Stomata celah

diantara epidermis daun yang diapit oleh dua sel epidermis khusus yang disebut sel penutup. Menurut Baharsyah dkk, (1985) cahaya matahari sangat besar peranannya dalam proses fisiologis diantaranya pada membuka dan menutupnya stomata. Mekanisme menutup dan membukanya stomata salah satunya tergantung pada intensitas cahaya yang diperoleh tumbuhan. Penelitian dengan daun Iris yang ditumbuhkan pada intensitas cahaya yang berbeda menunjukkan jumlah stomata berkurang dengan menurunnya intensitas cahaya (Fahn, 1992).

Banyak atau sedikitnya stomata mempengaruhi kerapatan (densitas) stomata pada daun. Tumbuhan pegagan merupakan salah satu tumbuhan terna tahunan yang memiliki daerah

penyebaran sangat luas terutama di daerah tropis dan sub tropis. Menurut Tjitrosoepomo (2000) tumbuhan pegagan termasuk spesies *Centella asiatica* L. Tumbuhan pegagan atau sering disebut antanan dapat tumbuh baik pada intensitas cahaya matahari antara 30-40% sehingga dapat dikembangkan sebagai tumbuhan sela musiman maupun tahunan (Januwati & Yusron, 2004). Pada penelitian ini peneliti tertarik untuk menganalisis pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap densitas stomata pada tumbuhan antanan.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Raya Cibodas, Bogor Jawa Barat. Waktu pelaksanaan penelitian ini pada bulan September tahun 2014. Alat yang digunakan yaitu mikroskop, grid transparan 0,5mm x 0,5mm pada gelas penutup, cat kuku bening, buku (album stomata), dan label tempel. Bahan yang digunakan yaitu daun *Centella asiatica* L. yang hidup di bawah naungan sebanyak 30 sampel dan tempat terbuka sebanyak 30 sampel

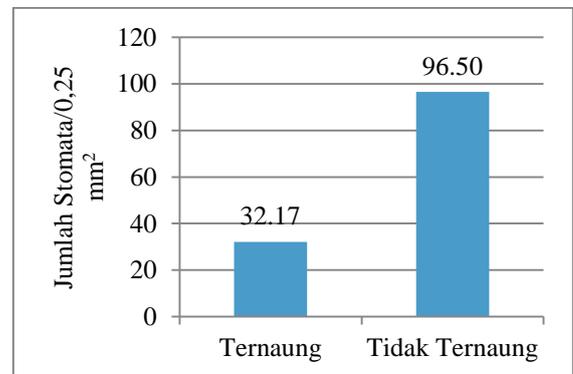
Parameter yang diamati penelitian ini adalah jumlah atau densitas stomata pada tamanan antanan (*Centella asiatica* L.) yang terdapat pada tempat ternaung dan tempat yang tidak ternaung. Ukuran daun tumbuhan antanan yang digunakan

sebagai sampel dalam penelitian ini memiliki ukuran yang relatif sama. Metode yang digunakan yaitu metode replika dengan mengoleskan kutek (cat kuku) yang berwarna transparan pada permukaan bawah daun. Setelah mengering (10-15 menit), ditemplei potongan selotip lalu dikelupas secara perlahan-lahan. Replika permukaan daun diletakkan di atas objek gelas yang sudah diberi grid 0,25mm x 0,25mm, lalu diamati dibawah mikroskop dan dihitung jumlah stomata dan densitasnya.

Data yang diperoleh dibuat grafik berdasarkan variabel yang ditetapkan, untuk analisis kualitatif selanjutnya dianalisis dengan uji-t pada taraf signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan densitas stomata tumbuhan antanan menggunakan mikroskop dengan luas area 0,25mm², dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Rata-rata jumlah stomata/0,25 mm² tumbuhan antanan ternaung dan tidak ternaung.

Hasil uji-t statistik SPSS dikonsultasikan dengan nilai t_{tabel} pada taraf signifikansi 5% maka diperoleh bahwa nilai $t_{hitung} = 10,848 > t_{tabel} = 2,045$. Apabila t_{hitung} dikonsultasikan dengan t_{tabel} pada taraf signifikansi 0,1% yaitu nilai $t_{hitung} = 10,848 > t_{tabel} = 3,659$. Bahkan nilai t_{hitung} lebih besar jika dibandingkan dengan nilai t_{tabel} pada taraf signifikansi 0,5% dan 0,1%, hal ini menunjukkan bahwa perbedaan intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi densitas stomata pada daun tumbuhan antanan. Tumbuhan antanan yang tumbuh didaerah tidak ternaung memiliki densitas stomata daun lebih tinggi dibandingkan dengan densitas stomata daun tumbuhan antanan yang tumbuh didaerah ternaung. Dalam hal ini cahaya matahari memegang peranan penting dalam pembentukan stomata daun tumbuhan antanan.

Antanan merupakan tumbuhan herba tahunan yang tumbuh menjalar dan berbunga sepanjang tahun. Tumbuhan

antanan tidak memiliki batang tetapi memiliki rimpang pendek dengan stolon-stolon yang menjalar dengan panjang 10-80 cm. Daun tumbuhan antanan merupakan daun tunggal, tersusun dalam roset yang terdiri dari dua sampai sepuluh daun. Struktur daun antanan merupakan daun lengkap karena memiliki pelepah, tangkai dan helai daun.

Helai daun tumbuhan antanan berbentuk ginjal, lebar dan bundar dengan garis tengah 1-7cm. Tumbuhan antanan dapat tumbuh baik pada tanah yang agak lembab dengan sedikit ternaung. Perlakuan dengan taraf naungan yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda juga terhadap luas helaian daun tumbuhan antanan. Tumbuhan antanan yang tumbuh di daerah ternaung 65% menunjukkan ukuran daun lebih lebar dibandingkan dengan helai daun tumbuhan antanan yang tumbuh didaerah ternaung 55% (Musyarofah *et al.*, 2007).

Tabel 1. Hasil uji-t menggunakan SPSS 21 dengan tingkat kepercayaan 5%.

	Paired Differences					T	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 TIDAK TERNAUNG – TERNAUNG	64.333	32.484	5.931	52.204	76.463	10.848	29	0.0000

Tumbuhan antanan yang dijadikan sampel pada penelitian ini memiliki ukuran daun yang relatif sama. Faktor pembeda pada penelitian ini adalah lingkungan tumbuh di daerah dengan intensitas cahaya matahari tinggi (tidak ternaung) dan intensitas cahaya matahari rendah (ternaung).

Menurut Salisbury dan Ross (2010) cahaya matahari mempunyai peranan besar dalam proses fisiologi tumbuhan seperti fotosintesis, respirasi, pertumbuhan dan perkembangan, menutup dan membukanya stomata, perkecambahan tanaman, dan metabolisme tanaman hijau. Cahaya matahari mempengaruhi fisiologis tumbuhan baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh cahaya matahari secara langsung terhadap tumbuhan misalnya pada proses fotosintesis karena cahaya matahari berperan secara langsung dalam proses fotosintesis. Pengaruh tidak langsung misalnya pada proses pertumbuhan dan perkembangan, sebab cahaya tidak dimanfaatkan langsung tetapi zat makanan yang dihasilkan pada fotosintesis dibutuhkan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan.

Proses fotosintesis tumbuhan hijau dipengaruhi oleh tingkat intensitas cahaya matahari, kualitas dan lamanya penyinaran, tetapi yang terpenting adalah intensitasnya (Daniel *et al.*, 1979). Bila intensitas cahaya

yang diterima rendah, maka jumlah cahaya yang diterima oleh satuan luas permukaan daun dalam jangka waktu tertentu juga rendah (Gardner *et al.*, 1991). Salah satu faktor yang mempengaruhi intensitas cahaya yang sampai pada daun adalah naungan. Perbedaan intensitas cahaya yang diterima tumbuhan akan mempengaruhi ketersediaan energi cahaya yang akan diubah menjadi energi kimia. Energi cahaya tersebut diubah menjadi energi kimia melalui proses fotosintesis untuk menghasilkan karbohidrat. Karbohidrat hasil fotosintesis akan digunakan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

Adanya naungan baik secara alami maupun buatan mengakibatkan terjadinya penurunan intensitas cahaya yang diterima oleh tumbuhan. Pengaruh naungan terhadap tanaman disamping mengurangi intensitas cahaya matahari yang sampai pada permukaan daun, dapat juga mempengaruhi iklim mikro tanaman. Naungan dapat mempengaruhi beberapa faktor lingkungan tumbuhan diantaranya, temperatur, kelengasan tanah, dan pergerakan udara (Chambers, 1978). Tumbuhan dalam kondisi kekurangan cahaya berakibat terganggunya metabolisme, sehingga menyebabkan penurunan laju fotosintesis dan sintesa karbohidrat (Sopandie *et al.*, 2003). Energi

cahaya sebagai energi utama tumbuhan dalam proses fotosintesis dan sejumlah pengikatan N melalui reaksi kimia. Untuk mengatasi rendahnya intensitas cahaya tumbuhan yang hidup dibawah naungan harus melakukan adaptasi sehingga menjadi toleran dengan intensitas cahaya yang rendah. Sesuai dengan yang dikemukakan oleh Gregoriou *et al.*, (2007), bahwa adaptasi pada tanaman yang tumbuh pada intensitas cahaya rendah dilakukan dengan memaksimalkan penangkapan cahaya dengan cara mengubah anatomi dan morfologi daun untuk fotosintesis yang efisien. Adaptasi tersebut dapat berlangsung karena tumbuhan memiliki kemampuan mendeteksi keberadaan, arah, intensitas dan panjang gelombang cahaya.

Peningkatan toleransi terhadap intensitas cahaya bertujuan agar proses dan fungsi fisiologi tumbuhan tidak terganggu. Evans & Poorter (2001) menjelaskan bahwa respon menghindar (*shade avoidance response*) tanaman yang mengalami cekaman intensitas cahaya rendah dilakukan dengan memaksimalkan penangkapan cahaya dengan cara mengubah anatomi dan morfologi daun sehingga proses fotosintesis berlangsung efisien, yaitu daun tanaman yang ternaung menjadi lebih tipis dan luas permukaan daun menjadi lebih lebar sehingga jaringan

daun tumbuhan yang terpapar cahaya menjadi lebih luas. Sebaliknya pada tanaman yang menerima intensitas cahaya tinggi menghasilkan daun yang lebih kecil, lebih tebal, lebih kompak, dinding sel lebih tebal dengan ruang antar sel lebih kecil dan tekstur daun keras. Menurut Haris (1999) peningkatan luas daun pada tumbuhan yang ternaung merupakan salah satu mekanisme toleransi terhadap naungan untuk memperoleh cahaya yang lebih tinggi atau optimalisasi penerimaan cahaya oleh tanaman. Pernyataan Haris didukung dengan yang dikemukakan oleh Hale dan Orcutt (1987), bahwa semakin tinggi tingkat naungan semakin luas helaian daun sebagai bentuk mekanisme adaptasi tanaman terhadap cekaman intensitas cahaya rendah yang bertujuan untuk memperbesar area penyerapan cahaya matahari. Cahaya merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat penting dalam kehidupan tumbuhan.

Agar dapat bertahan hidup setiap makhluk hidup harus beradaptasi terhadap lingkungan hidupnya. Adanya faktor intensitas cahaya tumbuhan melakukan adaptasi untuk mendukung kelangsungan fungsi fisiologis tubuh tumbuhan. Salah satu bentuk adaptasi tumbuhan yaitu respon pembentukan stomata pada daerah ternaung dan tidak ternaung. Champbell *et al.*, (2010) kerapatan stomata pada daun

dipengaruhi oleh genetik dan lingkungan. Hal ini didukung juga dari pernyataan Kimball dalam Sundari dan Atmaja (2011) bahwa tingkat kerapatan stomata dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, intensitas cahaya, dan kelembaban.

Menurut Wahyuningsih dkk (2006) bahwa daun pada tumbuhan yang terpapar cahaya dengan intensitas tinggi mempunyai stomata lebih kecil serta jumlahnya banyak dibandingkan dengan yang tumbuh ditempat naungan dan lembab. Hal ini sejalan dengan Treshow (1970) yang menyatakan bahwa stomata akan berukuran besar jika tumbuhan berada tumbuh pada daerah dengan intensitas cahaya matahari rendah (ternaung). Hal ini didukung dengan yang dikemukakan oleh Willmer (1983) nilai kerapatan stomata dipengaruhi oleh besarnya ukuran stomata, semakin kecil stomata ukuran semakin besar nilai kerapatannya.

Menurut Salisbury & Ross (1995) variasi ukuran stomata dipengaruhi oleh penebalan sel penjaga terhadap respon cahaya, CO₂, dan konservasi air. Tumbuhan yang tumbuh di lingkungan ternaung dan tidak ternaung, ukuran stomata dan jumlah stomata merupakan faktor penting dalam transpirasi (penguapan). Penguapan merupakan proses yang sangat penting bagi tumbuhan karena

berperan dalam meningkatkan laju angkutan air dan garam mineral, mengatur suhu daun dengan cara melepaskan panas dan kelebihan air dari tubuh serta mengatur tekanan turgor optimum didalam sel (Sasmitamihardja *et al.*, 1990).

Dalam batas tertentu, jika jumlah stomata semakin banyak laju penguapan akan semakin cepat. Laju penguapan akan maksimal jika jarak antara stomata 20 kali diameternya (Dwijoseputro, 1978). Artinya, jika jarak antara stomata kurang dari 20 kali diameternya laju penguapan menurun. Apabila ukuran stomata semakin besar maka dibutuhkan jarak antar stomata yang semakin jauh sehingga proses penguapan dapat berlangsung optimal. Tumbuhan yang tumbuh di daerah dengan intensitas cahaya matahari tinggi (tidak ternaung) dengan ukuran stomata daun lebih kecil maka diperlukan jumlah stomata yang banyak sehingga laju penguapan tetap optimal. Hal ini didukung dengan pendapat dari Dwijoseputro (1978) yang menyatakan bahwa jika jarak stomata terlalu dekat akan menghambat proses penguapan. Terhambatnya penguapan melalui stomata pada daun terjadi karena jalur yang ditempuh molekul-molekul air melewati stomata tidak lurus, melainkan berbelok akibat dari sudut-sudut sel-sel penjaga stomata.

Dalam penelitian ini tumbuhan

antanan yang tumbuh di lingkungan yang tidak ternaung memiliki kerapatan stomata lebih tinggi dibandingkan dengan kerapatan stomata tumbuhan antanan yang tumbuh di lingkungan ternaung. Penelitian yang dilakukan Fahn (1991) menggunakan daun iris yang tumbuh di bawah intensitas sinar yang berbeda menunjukkan bahwa kerapatan stomata menurun dengan menurunnya intensitas sinar. Menurut Batos *et al.*, (2010) daun yang terpapar oleh sinar matahari pada intensitas cahaya tinggi memiliki kerapatan stomata yang lebih tinggi dibandingkan daun yang ternaung. Hal ini didukung pula dengan pernyataan Campbell, *et al.* (2010) bahwa paparan sinar yang tinggi dengan kadar CO₂ yang rendah selama perkembangan daun menyebabkan peningkatan kerapatan stomata pada berbagai tumbuhan. Hasil ini juga sejalan dengan pernyataan Bolhar Nordenkamp *et al.* (1993), bahwa tanaman di bawah naungan memiliki sedikit stomata.

Stomata mulai berkembang menjelang aktivitas meristematik pada epidermis dan terus berkembang selama beberapa waktu pada saat daun memanjang dan meluas karena perbesaran sel. Pada tumbuhan yang memiliki tulang daun sejajar memiliki stomata yang tersusun dalam deretan memanjang. Stomata terbentuk mulai dari ujung dan berlanjut

kearah dasar daun atau basipetal. Pada tumbuhan yang memiliki pertulangan daun berbentuk jala misalnya pada kebanyakan tumbuhan dikotil memiliki stomata dalam taraf perkembangan yang berbeda-beda.

Stomata terdapat pada semua bagian tumbuhan di atas tanah, tetapi paling banyak ditemukan pada daun. Stomata merupakan celah pada lapisan epidermis yang diapit dua sel penjaga. Lakitan (1996) menjelaskan bahwa pertumbuhan awal daun terjadi karena meristem apikal dan marginal memiliki pola pembelahan berbeda. Pada daun pembelahan sel akan membentuk ruang-ruang antar sel. Pembentukan ruang-ruang tersebut diikuti pula dengan pembentukan stomata (Hamim & Sulistyaningsih, 2005). Pada tumbuhan Angiospermae stomata berkembang dari protoderm yang membelah menjadi sel besar dan sel kecil. Sebelum sel membelah inti berpindah ke ujung dan vakuola menempati ujung sel yang lain kemudian inti membelah. Sel kecil membelah menjadi dua dan berdiferensiasi menjadi sel penjaga. Selama perkembangannya, lamela tengah diantara kedua sel penjaga membengkak dan berbentuk seperti lensa kemudian terurai membentuk lubang stomata. Menurut Steven & Martin dalam Mulyani (2006) pembentukan lubang stomata berlangsung secara enzimatik melalui

proses osmosis dan hidrolisis tepung, sehingga kedua sel penjaga terpisah. Sel penjaga dikelilingi oleh 4 sampai 6 sel tetangga, 2 diantaranya berbentuk bulat dan lebih kecil dari yang lain, terletak pada ujung sel penutup. Sel tetangga pada stomata merupakan sel-sel yang mengelilingi sel penjaga (*guard cell*). Sel-sel tetangga ini terdiri dari dua buah sel atau lebih yang secara khusus melangsungkan fungsinya dengan berasosiasi dengan sel-sel penjaga.

Sel penjaga terdiri dari sepasang sel yang kelihatannya semetris, umumnya berbentuk ginjal, pada dinding sel atas dan bawah tampak adanya alat yang berbentuk birai (*ledges*), kadang-kadang birai tersebut hanya terdapat pada dinding sel bagian atas. Adapun fungsi birai pada dinding sel bagian atas itu adalah sebagai pembatas ruang depan (*front cavity*) di atas porusnya sedangkan pembatas ruang belakang (*basic cavity*) antara porus dengan ruang udara yang terdapat dibawahnya. Sel penjaga memiliki serat selulosa halus (*cellulose microfibril*) pada dinding selnya, yang tersusun melingkari sel penjaga. Serat selulosa tersusun melingkari sel penjagan sehingga dikenal sebagai miselasi radial (*radial micellation*). Sifat serat selulosa tidak

elastis sehingga apabila sel penjaga menyerap air akan mengakibatkan sel tidak dapat membesar diameternya melainkan memanjang. Kedua ujung sel penjaga menyatu satu sama lain, sehingga apabila terjadi penyerapan air kedua ujung sel penjaga akan memanjang yang mengakibatkan kedua selnya akan melengkung ke arah luar. Akibat adanya lengkungan ke bagian luar sehingga bagian tengah menjadi terbuka, kejadian ini yang menyebabkan celah stomata membuka.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang diuraikan dapat ditarik kesimpulan yaitu 1) Intensitas cahaya mayahari mempengaruhi perbedaan densitas stomata pada daun tumbuhan antanan dengan rata-rata kerapatan $128,68/\text{mm}^2$ dan tempat tidak ternaung sebanyak $386,00/\text{mm}^2$. 2) Naungan mempengaruhi mempengaruhi pembentukan stomata pada tumbuhan antanan. Pengaruh tersebut dapat terlihat dari hasil statistik uji-t pada taraf 5% yaitu $t_{\text{hitung}} = 10,848 > t_{\text{tabel}} = 2,045$. Artinya densitas stomata daun tumbuhan antanan di tempat tidak ternaung lebih tinggi dibandingkan dengan densitas stomata di tempat yang ternaung.

DAFTAR PUSTAKA

- Asadi, Dimiarti, Arsyad. 1991. *Adaptasi varietas kedelai pada pertumbuhan tumpang sari dan naungan buatan*. Seminar hasil penelitian tumbuhan pangan, Bogor.
- Baharsyah, J. S., Suwardi, D dan Irsal Las. 1985. *Hubungan Iklim dengan Pertumbuhan Kedelai*. Badan penelitian dan pengembangan tumbuhan pangan. Pusat penelitian dan pengembangan tumbuhan pangan. Bogor.
- Batos, B., D. Vilotic, S. Orlovic and D. Miljkovic. 2010. *Inter and intra-population variation of leaf stomatal traits of Quercus robur L.* In northern serbia. Archives of Biological Science 62: 1125-1136.
- Campbell, N.A., J.B. Reece, L.G. Mitchell. 2010. *Biologi*. Jilid 2 Edisi 8. Terj. Erlangga, Jakarta
- Daniel T. W, Helm J. W, Baker F. S. 1979. *Principles of silviculture*, Edisi ke-2. Mc.Graw Hill, Inc., New York
- Dwijoseputro, D. 1978 *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. PT Gramedia Jakarta.
- Estiti B. Hidayat. 1995. *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Bandung. ITB. Bandung.
- Evans, J.R., H. Poorter. 2001. *Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain*. Plant Cell Environ. 24:755-767.
- Fahn, A . 1992. *Anatomi Tumbuhan*. Yogyakarta. Gadjah Mada Press
- Gardner F. P, Pearce R. B, Mitchell R. L (1991) *Physiology of crop plants*. Diterjemahkan oleh H. Susilo. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Gregoriou, K, Pentikis, K, Vemmos, K, 2007, 'Effects Of Reduced Irradiance On Leaf Morphology, Photosynthetic Capacity, and Fruit Yield in Olive (*Olea europaea* L.)', Photosynthica, vol.45, no.2, hal.172-181
- Hale, M. G., D. M. Orcutt. 1987. *The Physiology of Plant Under Stress*. Canada: John Wiley and Sons. 206pp.
- Hamim, Sulistyaningsih Yohana C. 2005. *Perkembangan Tumbuhan*. Universitas Terbuka. Jakarta.
- Haryati, Sri. 2010a. *Pengaruh Naungan yang Berbeda terhadap Jumlah Stomata dan Ukuran Porus Stomata Daun Zephyranthes Rosea*. Buletin Anatomi dan Fisiologi. Vol. XVIII.
- Haryanti, Sri. 2010b. *Jumlah dan distribusi stomata pada daun beberapa spesies tumbuhan dikotil dan monokotil*. Jurnal Anatomi Fisiologi 18.2.
- Hetherington, A. M., dan Woodward, F. (2003). *The role of stomata in sensing and driving environmental change*. Nature, 424(6951), 901.
- Januwati M., Yusron. 2004. Standar Operasional : *Budidaya Pegagan, Lidah Buaya, Sambiloto dan Kumis Kucing*. Circular No. 9. Bogor: Balai Penelitian Tumbuhan Rempah dan Obat.
- Lakitan, B. 1996. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan*. P.T. Grafindo Persada. Jakarta.
- Lukitasari, M. 2010. *Ekologi Tumbuhan*. Diktat Kuliah. IKIP PGRI Press. Madiun
- Martin, J. T. dan Juniper, B. E. 1970. *The Cuticle of Plants*. E. Arnotld. London
- Mayer, E. E. dan Meola, S. M. 1978 *Morphological Characteristics of Leaves and Stems of Selected Texas Woody Plants*. USDA. Technical Bull, No 1564.
- Mulyani, Sri. 2006. *Anatomi Tumbuhan*. Yogyakarta : Kanisius
- Musyarofah, N., Susanto, S., Aziz, S. A., Kartosoewarno, S. 2007. *Respon Tanaman Pegagan (Centella asiatica L. Urban) Terhadap Pemberian Pupuk Alami di Bawah Naungan*. Bul. Agron. (35) (3) 217 – 224

- Pazourek , J. 1970. *The effect of light intensity on stomatal frequency in leaves of Iris hollandica hort. Var. Wedgwood*. Biol. Plant 12: 208-15
- Rachmawaty, R. 2005. *Pengaruh Naungan dan Jenis Pegagan (Centella asiatica. L) Terhadap pertumbuhan, Produksi dan Kandungan Triterpenoinya Sebagai Bahan Obat*. Departemen Budidaya Pertanian Faperta IPB.
- Sallisbury, F.B. dan Ross,C.W. 1992. *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Company Belmont, California.
- Sasmitamihardja, Dardjat dan Arbayah H.S. 1990. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Bandung: FMIPA-ITB.
- Sopandie, D., M.A. Chozin, S. Sastrosumarjo, T. Juhaeti, Sahardi. 2003b. Toleransi terhadap naungan pada padi gogo. Hayati. 10:71-75
- Sundari, T dan R. P. Atmaja. 2011. *Bentuk Sel Epidermis, Tipe dan Indeks Stomata 5 Genotipe Kedelai pada Tingkat Naungan Berbeda*. Jurnal Biologi Indonesia. 7 (1): 67-69.
- Syamsuhidayat, S.S and Hutapea, J.R, 1991, *Inventaris Tanaman Obat Indonesia*. edisi kedua. Departemen Kesehatan RI, Jakarta
- Tjitrosoepomo, Gembong. 2000. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Gajah Mada University Press.Yogyakarta.
- Treshow, M. L. 1970. *Environment and plant response*. Mc Graw Hill Company, New York
- Wahyuningsih, Elimasni, R. Sinaga. 2006. Buku ajar “*Inovasi Pembelajaran Melalui ELearning Untuk Meningkatkan Belajar Mahasiswa Pada Matakuliah Fisiologi Tumbuhan*”. Hibah Kompetisi Konten Matakuliah E-Learning, Departemen Biologi, FMIPA, Universitas Sumatera Utara.
- Willmer, C.M. 1983. *Stomata*. London: Longman Group limited.