

PENGARUH WAKTU APLIKASI DAN KONSENTRASI PUPUK DAUN TERHADAP PROSES FISILOGIS DAN PERTUMBUHAN ANGGREK DENDROBIUM

THE EFFECT OF APPLICATION TIME AND CONCENTRATION OF FOLIAR FERTILIZER ON THE PHYSIOLOGICAL PROCESS AND GROWTH OF DENDROBIUM ORCHID.

Didik Indradewa¹, Soebijanti Harsono¹ dan Umul Khoir²

ABSTRACT

Foliar application increases growth of orchids. An experiment to study the effect of application times and concentration of foliar application to physiological processes and growth of ten month old dendrobium orchid has been done at Kotabaru, Yogyakarta, 113 m above sea level from February to July 2000.

The design used was a 3x2 factorial, replicated three times. The fertilizers of concentration 2 ml/l and 4 ml/l were each applied in morning (10.00 am), afternoon (05.00 pm) and at night (08.00 pm). Observation were done for number and aperture of stomates opening, rate of transpiration, N concentration of leaves, water content of leaves, stem and roots, plant height, number of leaves, leaf area, leaf area ratio, specific leaf weight, net assimilation rate, and relative growth rate. Data were analyzed by analysis of variance and Duncan New Multiple Range Test at 5 % level of significance.

Result of the experiment showed that orchid leaves stomates opened in afternoon and stayed up to night. The fastest rate of transpiration occurred in the afternoon when stomates have already opened and atmospheric environments support this process. No significant effect of different times of foliar application on the nitrogen content of leaves, but plants fertilized in afternoon or at night accumulated higher weight of nitrogen compared with those fertilized in the morning. No different effect of application in the afternoon and at night, and also no different effect of concentration was found.

Keywords : dendrobium orchid, foliar fertilizer, physiological processes, growth.

INTISARI

Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman anggrek dapat dilakukan pemupukan lewat daun. Suatu penelitian untuk mengetahui pengaruh waktu dan konsentrasi pupuk daun terhadap proses fisiologis dan pertumbuhan anggrek dendrobium umur 10 bulan telah dilakukan di Kotabaru Yogyakarta 113 m dpl antara Februari sampai dengan Juli 2000.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah faktorial 3x2 tiga ulangan. Faktor pertama adalah waktu penyemprotan pupuk daun Biureq® yaitu pagi (pukul 10.00), sore (pukul 17.00) dan malam (pukul 20.00)

Faktor kedua adalah konsentrasi pupuk daun terdiri dari 2 ml/l dan 4 ml/l. Pengamatan berupa jumlah dan lebar bukaan stomata, laju transpirasi, kandungan N daun, kadar air daun, batang dan akar, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, nisbah luas daun, bobot daun khas, laju asimilasi bersih dan laju pertumbuhan tanaman. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan taraf 5 %.

Hasil penelitian menunjukkan stomata anggrek telah membuka pada sore hari. Transpirasi paling cepat terjadi pada sore hari saat stomata telah membuka dan faktor lingkungan memacu proses tersebut. Tidak ada perbedaan pengaruh waktu penyemprotan terhadap kadar nitrogen daun, namun tanaman yang disemprot pada sore atau malam hari mengakumulasi nitrogen lebih banyak dibanding yang disemprot

¹ Staf pengajar Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada

² Alumni Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada

pada pagi hari, akibatnya tanaman tumbuh lebih cepat. Tidak ada perbedaan pengaruh penyemprotan pada sore hari dan malam hari dan tidak ada perbedaan pengaruh konsentrasi pupuk daun.

Kata kunci : anggrek dendrobium, pupuk daun, proses fisiologis, pertumbuhan.

PENDAHULUAN

Anggrek merupakan tanaman golongan CAM yang membuka stomatanya pada malam hari dan CO₂ difiksasi kemudian disimpan dalam bentuk asam malat (Steven, 1990; Salisbury dan Ross, 1992; Taiz dan Zeiger, 1998). Membukanya stomata pada malam hari memberikan keuntungan bagi tanaman anggrek antara lain, laju transpirasinya rendah karena stomata membuka saat suhu udara lebih rendah dan kelembaban relatif udara lebih tinggi dibanding siang hari. Keuntungan lain adalah kandungan CO₂ yang relatif lebih tinggi pada malam hari karena tidak ada persaingan dengan tanaman inang atau tanaman lain (Steven, 1990).

Kendala utama pada metabolisme CAM adalah kapasitas menyimpan asam malat yang terbatas, sehingga CO₂ yang dapat difiksasi sedikit (Taiz dan Zeiger, 1998), akibatnya anggrek mempunyai pertumbuhan yang lambat. Berbagai cara dapat dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan anggrek antara lain dengan pemupukan. Anggrek dendrobium bersifat epifit mempunyai akar lekat dan akar udara. Akar lekat berperan sebagai penahan tanaman, sedangkan akar udara berfungsi untuk kelangsungan hidup tanaman, yaitu menyerap air dan nutrisi (Solvia dan Sutater 1997). Di alam bebas air hujan merupakan sumber nutrisi yang sangat berguna karena mengandung debu dari udara, atau mineral serta bahan organik yang terdiri dari daun tanaman inang (Steven, 1990).

Pupuk tertentu yang larut air dapat diberikan langsung ke tajuk tanaman. Nutrisi masuk melewati kutikula daun atau stomata ke dalam sel. Dengan cara ini pupuk dapat diserap dan dapat menghilangkan defisiensi lebih cepat dibanding pemupukan lewat tanah (Perez, 1999).

Tahun 1877 Bohn telah melaporkan bahwa larutan garam, misalnya kalsium dapat diserap oleh permukaan daun dan dipergunakan dalam metabolisme. Tahun 1916 di Hawaii, Johnson melakukan penyemprotan tanaman nanas yang mengalami klorosis karena kekurangan besi dengan larutan besi sulfat dan tanaman kembali menghiijau dalam waktu beberapa minggu. Sejak

1920 petani di Amerika mulai banyak melakukan pemupukan lewat daun untuk nutrisi mikro (Franke, 1986).

Hasil penelitian pada anggrek dendrobium menunjukkan bahwa konsentrasi pupuk daun antara 1 – 3 g/l tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan. Mungkin konsentrasi yang digunakan masih perlu ditingkatkan, seperti yang dinyatakan oleh Santi *et al.* (1996) bahwa anggrek adalah jenis tanaman yang banyak memerlukan pupuk, dan jumlah pupuk yang dibutuhkan sesuai dengan umur tanaman. Ditambahkan oleh Santi *et al.* (1996) bahwa tidak terdapat pengaruh waktu pemupukan terhadap tinggi, panjang dan lebar daun secara nyata. Tidak adanya perbedaan pengaruh waktu penyemprotan antara pagi dan sore hari juga tidak dijelaskan. Meskipun demikian terdapat kemungkinan pada sore hari stomata tanaman anggrek belum membuka, sehingga pupuk daun yang disemprotkan tidak dapat terserap. Penyemprotan pada malam hari saat stomata membuka diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di Kotabaru Yogyakarta dengan tinggi tempat ± 113 m dpl, antara bulan Februari - Juli 2000. Percobaan menggunakan anggrek Dendrobium umur 10 bulan dalam pot berdiameter 10 cm dengan medium akar pakis.

Rancangan percobaan adalah Rancangan Acak Lengkap faktorial 4x2 dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah waktu penyemprotan pupuk daun terdiri dari tiga aras yaitu pagi (pukul 10.00), sore (17.00), dan malam (20.00). Faktor kedua adalah konsentrasi pupuk daun terdiri dari dua aras yaitu 2ml/l dan 4ml/l. Pupuk daun yang digunakan adalah Biureq.

Tanaman dipelihara di bawah paranet 55%, penyiraman dilakukan sehari dua kali yaitu pagi dan sore. Penyemprotan pupuk daun dilakukan dua kali seminggu.

Pengamatan yang dilakukan berupa tinggi tanaman setiap dua minggu sekali, jumlah dan bukaan stomata, laju transpirasi, kadar N daun, bobot segar dan bobot kering daun, batang dan

akar, jumlah daun, panjang dan lebar daun dan luas daun. Pengamatan stomata dengan cetakan cat kuku diamati dibawah mikroskop, pengamatan Nitrogen daun menggunakan Kjeldahl-mikro dilanjutkan dengan titrasi. Untuk mendapatkan tolak ukur pengamatan awal tanaman berupa luas daun dan bobot kering tanaman digunakan tanaman korban. Pada tanaman korban diamati panjang dan lebar daun dikorelasikan dengan luas daun, serta tinggi tanaman dan diameter batang dikorelasikan dengan bobot kering tanaman. Pada tanaman percobaan dilakukan pengamatan panjang dan lebar daun untuk mendapatkan luas daun serta tinggi dan diameter batang untuk mendapatkan bobot kering tanaman.

Pada akhir percobaan setelah enam bulan dilakukan pengamatan luas daun, bobot segar dan bobot kering tanaman. Dari data yang diperoleh dilakukan perhitungan kadar air daun, batang dan akar. Analisis pertumbuhan berupa laju asimilasi bersih, laju pertumbuhan nisbi, nisbah luas daun dan bobot daun khas seperti dalam Gardner *et al.* (1985). Data dianalisis dengan sidik ragam, bila ada beda nyata untuk membandingkan lebih dari dua perlakuan dengan uji jarak berganda Duncan jenjang 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyemprotan pupuk daun mempengaruhi jumlah stomata yang terbentuk. Penyemprotan dengan konsentrasi 4 ml/l pada pagi hari menyebabkan jumlah stomata lebih sedikit dibanding dengan konsentrasi 2 ml/l. Dengan konsentrasi 4 ml/l, penyemprotan pada pagi hari menyebabkan jumlah stomata yang terbentuk juga lebih sedikit dibanding penyemprotan pada sore hari.

Jumlah stomata permukaan daun bagian bawah bervariasi antara 28-40/mm², setara dengan yang dikemukakan oleh Dwijoseputro *cit.* Santi *et al.* (1996) pada anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis*) sebanyak 30/mm². Jumlah tersebut sangat sedikit dibanding yang ditemukan pada tanaman C₃ misalnya kedelai sebanyak 316/mm² (Brun 1978).

Stomata anggrek dendrobium menutup pada pagi hari, mulai membuka sore dan terus membuka pada malam hari (Tabel 1), Seperti yang dinyatakan Steven (1990), Taiz dan Zeiger (1998). Tidak ada perbedaan lebar bukaan stomata antara sore dan malam hari dan tidak ditemukan penga-

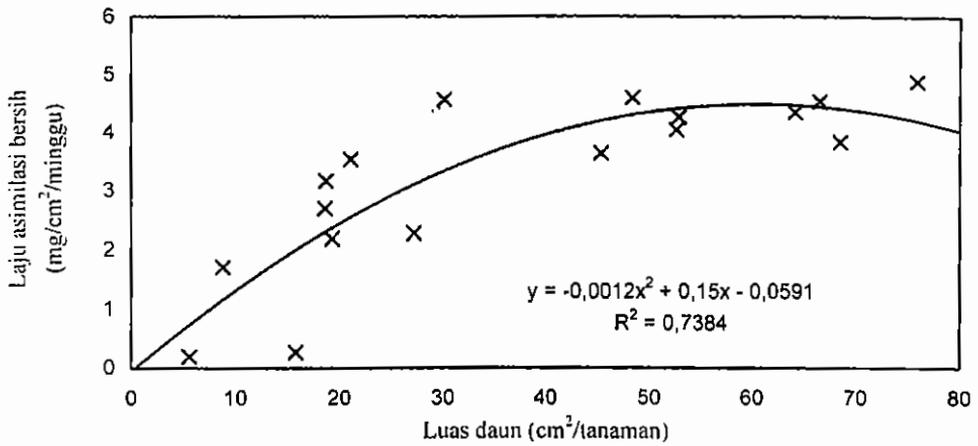
ruh konsentrasi pemupukan lewat daun terhadap lebar bukaan stomata.

Laju transpirasi dapat diukur dengan indikator waktu berubah warna kertas kobal klorid (Akunda dan Kumar, 1981). Semakin cepat laju transpirasi semakin pendek waktu yang diperlukan untuk berubah warna. Tabel 1 menunjukkan bahwa pada pagi hari, tidak terjadi perubahan warna kertas kobal klorid sampai lebih dari dua jam. Ini terjadi karena pada pagi hari stomata menutup sehingga tidak terjadi transpirasi.

Pada sore hari stomata mulai membuka, mulai terjadi transpirasi dan kertas kobal klorid dengan cepat berubah warna. Pada malam hari tetap terjadi transpirasi, namun dengan laju yang sedikit lebih lambat. Meskipun tidak nyata diperlukan waktu yang lebih lama untuk berubah warna.

Faktor lingkungan berupa suhu yang lebih rendah dan kelembaban udara relatif yang lebih tinggi menyebabkan penurunan laju transpirasi dibanding sore hari (Taiz dan Zeiger, 1998). Tidak terdapat pengaruh waktu maupun konsentrasi penyemprotan pupuk daun terhadap kadar nitrogen daun. Meskipun demikian, penyemprotan pada sore atau malam hari menyebabkan jumlah nitrogen daun lebih banyak dibanding penyemprotan pagi hari. Stomata yang membuka lebih besar pada sore dan malam hari memungkinkan terjadinya difusi nutrisi yang terkandung didalam pupuk daun lebih cepat dibanding pada pagi hari. Menurut Perez (1999) pupuk daun dapat masuk kedalam daun melalui kutikula dan stomata.

Selain itu, rendahnya suhu dan tingginya kelembaban udara pada sore hari dan malam hari, menyebabkan rendahnya laju evaporasi air pada larutan pupuk daun. Dengan demikian pupuk daun mempunyai waktu yang lebih lama untuk berdifusi ke dalam daun. Difusi pupuk daun mungkin tidak dapat melewati stomata seperti yang dinyatakan oleh Franke (1986), namun evaporasi yang lebih rendah memungkinkan difusi melalui kutikula lebih lama. Selain memberikan nutrisi, pupuk yang disemprotkan ke daun juga dapat memberikan tambahan air bagi tanaman. Meskipun demikian hasil pengamatan menunjukkan tidak terdapat pengaruh, baik waktu maupun konsentrasi penyemprotan pupuk daun terhadap kadar air semua organ vegetatif anggrek dendrobium. Tabel 2 menunjukkan kadar air tertinggi terdapat di daun, disusul di batang dan yang



Gambar 1. Hubungan luas daun dengan laju asimilasi bersih pada anggrek dendrobium

terendah di akar. Ini berlawanan dengan yang terjadi pada tanaman yang tumbuh di tanah (Taiz dan Zieger, 1998).

Tabel 4 menunjukkan pengaruh pupuk daun terhadap daun anggrek dendrobium. Penyemprotan pada sore atau malam hari menyebabkan tanaman mempunyai daun lebih banyak dibanding penyemprotan pada pagi hari, terutama dengan konsentrasi pupuk daun 4 ml/l. Antara pemberian pupuk pada malam dengan sore hari tidak ada perbedaan yang nyata terhadap pengaruh pertambahan jumlah daun.

Sejalan dengan pertambahan jumlah daun, juga terjadi pertambahan luas daun dengan pola yang serupa. Pemberian pupuk daun pada sore

atau malam hari menyebabkan pertambahan daun yang nyata lebih luas dibanding pemberian pagi hari.

Cepatnya pertambahan luas daun tidak mempunyai korelasi dengan nisbah luas daun ($r = 0,44^{ln}$). Tidak terdapat pengaruh waktu maupun konsentrasi penyemprotan pupuk daun terhadap nisbah luas daun. Tanaman dengan pertambahan luas daun cepat, bukan tanaman dengan kemampuan membentuk daun lebih luas tiap satuan bahan kering yang dibentuk, namun tanaman dengan kemampuan membentuk bahan kering yang besar.

Laju asimilasi bersih tanaman yang disemprot pupuk daun pada sore atau malam hari lebih

Tabel 1. Jumlah, bukaan stomata dan laju transpirasi anggrek dendrobium pada berbagai waktu dan konsentrasi penyemprotan pupuk daun.

Tolok ukur Konsentrasi (ml/l)	Waktu pemupukan		
	Pagi	Sore	Malam
Jumlah stomata per mm ²			
2	38,8 ^a	34,5 ^{nb}	32,6 ^{nb}
4	37,9 ^b	39,6 ^a	34,3 ^{nb}
Bukaan stomata (µm)			
2	4,4 ^b	29,1 ^a	26,1 ^a
4	7,0 ^b	26,4 ^a	31,7 ^a
Waktu berubah warna (menit)			
2	*	8,6 ^b	10,1 ^b
4	*	12,0 ^{nb}	15,7 ^a

Keterangan : Nilai diikuti huruf sama pada kolom dan baris tiap tolok ukur tidak berbeda nyata dengan uji jarak berganda Duncan jenjang 5 %; Waktu berubah warna kertas kobal klorid digunakan sebagai indeks laju transpirasi: * Lebih dari dua jam tidak terjadi perubahan warna kertas kobal klorid.

Tabel 2. Kadar dan jumlah nitrogen daun, kadar air daun, batang dan akar anggrek dendrobium pada berbagai waktu dan konsentrasi penyemprotan pupuk daun.

Tolok ukur	Waktu penyemprotan			Konsentrasi (mg/l)	
	Pagi	Sore	Malam	2	4
Kadar N daun (%)	1,19 ^a	1,08 ^a	1,07 ^a	1,16 ^p	1,06 ^p
Jumlah N daun (g/tanaman)	4,51 ^b	7,89 ^a	8,78 ^a	7,30 ^p	6,81 ^p
Kadar air daun (%)	90,9 ^a	90,5 ^a	90,9 ^a	90,6 ^p	90,9 ^p
Kadar air batang (%)	86,2 ^a	87,2 ^a	88,0 ^a	87,1 ^p	87,1 ^p
Kadar air akar (%)	83,4 ^a	83,9 ^a	85,0 ^a	83,6 ^p	84,8 ^p

Keterangan: Nilai diikuti huruf yang sama pada baris tiap tolak ukur tidak berbeda nyata pada jenjang 5 % untuk waktu penyemprotan dengan uji jarak berganda Duncan.

cepat dibanding yang disemprot pada pagi hari (Tabel 2). Gambar 1 menunjukkan bahwa terdapat hubungan kuadrat laju asimilasi bersih dengan luas daun. Peningkatan luas daun sampai dengan 62,5 cm²/tanaman disertai dengan peningkatan laju asimilasi bersih.

Di atas luas daun optimum tersebut peningkatan luas daun menyebabkan penurunan laju asimilasi bersih. Tanaman yang mendapat penyemprotan pupuk daun pada sore hari dengan konsentrasi 2 ml/l mempunyai luas daun rata-rata 97,3 cm²/tanaman. Dengan pertambahan 73,7 cm²/tanaman luas daun tersebut melebihi nilai optimum, sehingga tanaman pada perlakuan tersebut mempunyai laju asimilasi bersih meskipun tidak nyata cenderung lebih rendah dibanding yang disemprot malam hari. Peningkatan luas daun yang disertai dengan peningkatan laju asimilasi bersih terjadi karena peningkatan penyerapan nutrisi dari pupuk daun yang diberikan. Sebaiknya peningkatan luas daun yang disertai dengan penurunan laju asimilasi bersih karena peningkatan efek saling naung antar daun. Saat luas daun bertambah di atas nilai optimum, daun bagian bawah mulai temaungi oleh daun yang lebih atas sehingga menerima cahaya kurang dari titik kompensasi. Penurunan cahaya yang diterima daun

bagian bawah lebih membatasi pertumbuhan tanaman daripada peningkatan penyerapan nutrisi.

Tidak terdapat korelasi antara laju asimilasi bersih dengan bobot daun khas ($r = -0,35$), padahal menurut Wooge dan Barden (1987) bobot daun khas merupakan indeks potensi fotosintesis suatu daun. Analisis statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh waktu maupun konsentrasi penyemprotan pupuk daun terhadap bobot daun khas (Tabel 3).

Laju pertumbuhan nisbi tanaman yang diberi pupuk daun pada sore atau malam hari lebih cepat dibanding yang disemprot pagi hari. Tingginya laju pertumbuhan nisbi tanaman yang disemprot pupuk daun pada sore atau malam hari mempunyai korelasi dengan laju asimilasi bersih yang tinggi ($r=0,93^{**}$) ditambah dengan daun yang luas ($r=0,81^*$).

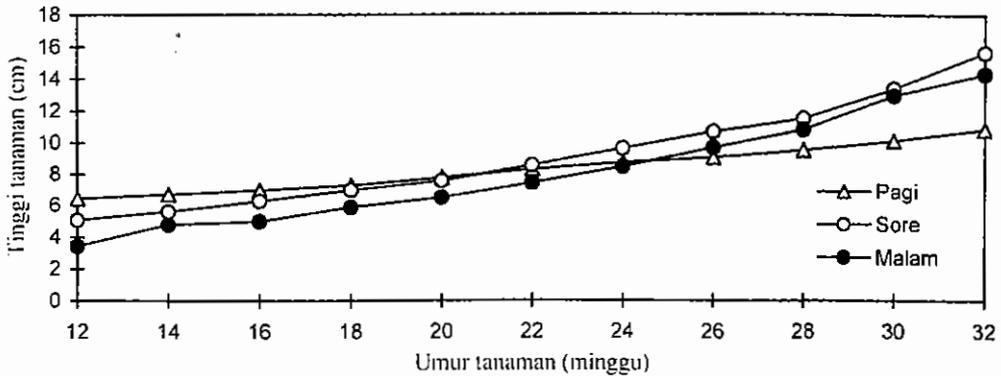
Terdapat korelasi antar jumlah nitrogen daun dengan laju pertumbuhan nisbi tanaman ($r=0,91^{**}$). Tanaman yang disemprot pupuk daun pada sore atau malam hari menyerap pupuk tersebut lebih banyak, sehingga mampu tumbuh lebih cepat daripada yang disemprot pada pagi hari.

Terdapat korelasi laju pertumbuhan nisbi dengan pertambahan tinggi tanaman ($r=0,94^{**}$) dan pertambahan diameter batang ($r=0,95^{**}$).

Tabel 3. Proses fisiologis anggrek dendrobium pada berbagai waktu dan konsentrasi penyemprotan pupuk daun.

Tolok ukur	Waktu		Konsentrasi (g/l)		
	Pagi	Sore	Malam	2	4
Nisbah luas daun (cm ² /g)	23,9 ^a	23,5 ^a	26,9 ^p	24,0 ^p	25,4 ^p
Bobot daun khas (mg/cm ²)	10,8 ^a	10,2 ^a	10,7 ^p	10,4 ^p	10,4 ^p
Laju asimilasi bersih (mg/cm ²)	1,56 ^b	3,98 ^a	4,46 ^p	3,38 ^p	3,38 ^p
Laju pertumbuhan nisbi (g/g/minggu)	0,08 ^b	0,12 ^a	0,11 ^p	0,11 ^p	0,11 ^p

Keterangan: Nilai diikuti huruf yang sama pada baris masing-masing faktor tidak berbeda pada jenjang 5 % untuk waktu penyemprotan dengan uji jarak berganda Duncan.



Gambar 2. Pertambahan tinggi tanaman anggrek dendrobium yang disemprot pupuk daun pada pagi, sore dan malam hari.

Pada tanaman yang disemprot pupuk daun pada sore hari tidak terdapat pengaruh konsentrasi pupuk daun yang disemprotkan terhadap laju pertumbuhan anggrek dendrobium. Ini terjadi karena tidak terdapat pengaruh konsentrasi terhadap jumlah nitrogen daun sebagai salah satu indikator banyaknya penyerapan pupuk daun yang disemprotkan atau malam hari dengan laju pertumbuhan nisbi yang lebih tinggi dibanding yang disemprot pada pagi hari, juga mempunyai pertambahan tinggi dan diameter batang yang besar (Tabel 3) Gambar 2 menunjukkan tanaman yang disemprot pada sore dan malam hari mula-mula lebih pendek dibanding yang disemprot pada pagi

hari. Dengan laju pertambahan tinggi yang lebih besar, tanaman yang disemprot sore dan malam hari pada akhir penelitian lebih tinggi dibanding yang disemprot pagi hari. Tidak ada perbedaan pertumbuhan tanaman yang disemprot sore dan malam hari yang nyata.

Tidak terdapat perbedaan pengaruh konsentrasi pupuk daun yang nyata pada sebagian besar tolok ukur pertumbuhan kecuali yang disemprot pada malam hari dengan konsentrasi pupuk daun 4 ml/l air menyebabkan pertambahan tinggi tanaman lebih lambat dibanding konsentrasi 2 ml/l air.

Tabel 4. Pertumbuhan anggrek dendrobium pada berbagai waktu dan konsentrasi penyemprotan pupuk daun.

Tolok ukur	Konsentrasi (ml/l)	Waktu		
		Pagi	Sore	Malam
Pertambahan jumlah daun (helai/tanaman)	2	2,47 ^{ab}	3,87 ^{ab}	3,87 ^{ab}
	4	2,00 ^b	3,80 ^{ab}	4,40 ^a
Pertambahan luas daun (cm ² /tanaman)	2	27,6 ^b	73,7 ^a	69,2 ^a
	4	32,7 ^b	56,1 ^{ab}	68,3 ^a
Pertambahan tinggi tanaman (cm)	2	4,67 ^c	10,08 ^{ab}	12,43 ^a
	4	4,15 ^c	10,17 ^{ab}	9,41 ^b
Pertambahan diameter batang (cm)	2	0,27 ^b	0,50 ^{ah}	0,63 ^a
	4	0,28 ^b	0,53 ^a	0,58 ^a

Keterangan : Nilai diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom tiap tolok ukur, tidak berbeda nyata dengan uji jarak berganda Duncan jenjang 5 %

KESIMPULAN

1. Penyemprotan pupuk daun pada sore atau malam hari saat stomata membuka, menyebabkan jumlah nitrogen yang diserap daun lebih banyak sehingga anggrek dendrobium tumbuh lebih cepat dibanding yang disemprot pada pagi hari. Tidak ada perbedaan antara yang disemprot sore dengan malam hari.
2. Tidak terdapat perbedaan pengaruh konsentrasi pupuk daun 2 ml/l dengan 4 ml/l terhadap nitrogen yang diserap dan pertumbuhan anggrek dendrobium.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui jalan masuk pupuk ke dalam daun apakah melalui stomata atau kutikula.

DAFTAR PUSTAKA

- Akunda, F.M.W. dan D. Kumar. 1981. A simple technique for timing irrigation in coffee using cobalt chloride paper disk. *Irrig. Sci.* 3: 57-62.
- Brun, W. A. 1978. Assimilation. Dalam: A.G. Norman (ed.). *Soybean Physiology, Agronomy, and Utilization*. Academic Press. New York.
- Franke, W. 1986. The basis of foliar absorption of fertilizers with special regard to the mechanism. Dalam: A. Alexander (ed.). *Foliar Fertilization*. Martinus Nijhoff Publ. Dordrecht. pp. 17-25.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce dan R.L. Mitchell. 1985. *Physiology of Crop Plants*. Iowa State University Press. Ames. pp.200-206.
- Perez, M.P.Y. 1999. *Handbook of Agriculture*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Santi, A., Suciandini, Goenadi, D. H. 1996. Pengaruh waktu pemupukan dan konsentrasi asam humik terhadap pertumbuhan anggrek dendrobium White Candy. *J. Hort.* 6 (1): 29-34.
- Solvía, N dan T. Sutater. 1997. Bioekologi tanaman anggrek dendrobium. Dalam: *Anggrek*. Balai Penelitian Tanaman Hias. Jakarta. pp.1-13.
- Steven, M.L.G. 1990. The multifunctional aerial root of epiphytic orchids. *Proceedings of the 13th World Orchid Conference*. Auckland New Zealand. pp. 285-288.
- Salisbury, F.B dan C.W. Ross. 1992. *Plant Physiology*. 4th. ed. WordsWorth Publ. Co. California.
- Taiz, L. dan E. Zeiger. 1998. *Plant Physiology* 2nd ed. Sinauer Associates, Inc. Publ. Massachusetts.
- Widiastoety, D. 1997. *Peningkatan Produktivitas dan Mutu Bunga Anggrek*. Balai Penelitian Tanaman Hias. Jakarta. pp. 25-27.
- Wooge, J. D. dan J. A. Barden. 1987. Seasonal changes in specific leaf weight and leaf anatomy of apple. *Hort. Sci.* 22 (2): 292-294.