

Respons Pertumbuhan Bibit Manggis pada Berbagai Interval Penyiraman dan Porositas Media

Mustaha, MA¹⁾, Poerwanto, R²⁾, Susila, AD²⁾, dan Pitono, J³⁾

¹⁾Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara, Jl. Prof. Muh. Yamin No. 89, Kendari 93114

²⁾Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB, Jl. Meranti Dramaga Bogor 16680 dan Pusat Kajian Buah Tropika IPB

³⁾Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Jl. Tentara Pelajar 1, Cimanggu, Bogor 16111.

Naskah diterima tanggal 31 Januari 2012 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 6 Maret 2012

ABSTRAK. Tanaman manggis memiliki karakteristik pertumbuhan yang lambat yang antara lain disebabkan oleh sistem perakaran yang buruk, terbatasnya akar lateral, serta mudah terganggu oleh aerasi yang kurang baik dan kekeringan atau kelebihan air. Oleh karena itu rekayasa media tumbuh melalui pendekatan porositas untuk mendapatkan keseimbangan antara aerasi dan ketersediaan air untuk memacu pertumbuhan sangat diperlukan. Penelitian dilaksanakan di Rumah Plastik Pusat Kajian Buah Tropika, Institut Pertanian Bogor, Tajur dan Balai Penelitian Tanah Bogor mulai Januari 2009 sampai dengan Agustus 2010. Penelitian disusun menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial dengan tiga ulangan. Faktor pertama ialah porositas media, terdiri atas empat taraf yaitu: 51–55, 56–60, 61–65, dan 66–70% dan faktor kedua ialah interval penyiraman yang terdiri atas empat taraf yaitu: 2, 4, 6 dan 8 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi porositas media 61–65% dengan penyiraman 6 hari + polimer penyimpanan air (PPA) memberikan respons tertinggi terhadap tinggi tanaman (19,27 cm) dan pertambahan jumlah daun (9 helai), panjang akar (37,19 cm), dan potensial air jaringan daun (-7,23 bar). Pertumbuhan tajuk dan akar (khususnya panjang akar) berhubungan dengan gradien potensial air jaringan, dimana kombinasi porositas media 61–65% dengan penyiraman 6 hari + PPA memiliki gradien potensial jaringan tertinggi (5,86 bar). Gradien potensial yang tinggi mendorong laju serapan dan translokasi air, sehingga respons yang nyata nampak pada peningkatan pertumbuhan tanaman. Media tumbuh dengan porositas 61–65 % dan penyiraman setiap 6 hari + PPA dapat diterapkan pada pembibitan manggis.

Katakunci: Manggis; Porositas; Media tumbuh; Interval penyiraman

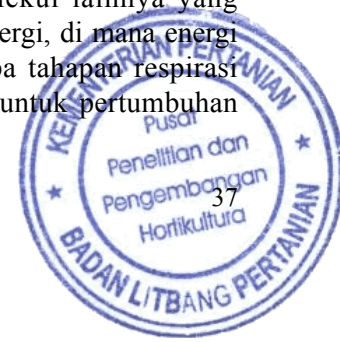
ABSTRACT. Mustaha, MA, Poerwanto, R, Susila, AD, and Pitono, J. 2012. **Growth Response of Mangosteen Seedling on Several Watering Interval and Media Porosity.** Mangosteen plant has the characteristics of slow growth is partly due to poor root system, the lack of lateral roots and are easily distracted by poor aeration and drought or excess water. Therefore conducted engineered growing media porosity approach to strike a balance between aeration and water availability to spur growth. The research was conducted in Plastichouse at Centre for Tropical Fruit Studies Bogor Agricultural Institute, Tajur and Soil Research Institute, Bogor, from January 2009 to August 2010. The study was compiled using a complete randomized block design in factorial pattern and repeated three times. The first factor is the media porosity, wich consists of four levels are: 51–55, 56–60, 61–65, and 66–70% and the second factor is the watering interval, wich consists of four levels, namely: 2, 4, 6, and 8 days. The results showed that the combination of media porosity of 61–65% with 6 day interval watering + polymer water storage (PWS) gave the highest response to the additional plant height (19.27 cm) and the accretion number of leaves (9 number), root lengh (37.19 cm), and tissue water potential (-7.23 bar). Canopy and root growth (especially root length) associated with tissue water potential gradient, in wich combinations of 61–65% porosity media with PWS + 6 days watering network has the highest potential gradient (5.86 bar). High potential gradient driving the pace of uptake and translocation of water so it seems obvious response to increased plant growth. Growing media with 61–65% porosity and watering every 6 days + PWS can be applied to mangosteen seedlings.

Keywords: Mangosteen; Porosity; Growing media; Watering interval

Manggis merupakan salah satu buah segar yang digemari masyarakat Indonesia dan dunia karena mempunyai rasa dan aroma yang lezat. Buah manggis memiliki perpaduan warna yang indah dengan cita rasa yang lezat, sehingga layak dikembangkan sebagai salah satu komoditas ekspor non-migas.

Menurut Poerwanto (2000) kendala utama pengembangan manggis di Indonesia ialah lambatnya pertumbuhan yang disebabkan sistem perakaran yang buruk (menyebabkan serapan air dan unsur hara rendah, laju fotosíntesis dan laju pembelahan sel pada meristem pucuk rendah). Faktor lainnya ialah terbatasnya akar lateral dan mudah terganggu oleh faktor aerasi yang kurang baik dan ketersediaan air yang berlebih ataupun kondisi kekeringan (Cox 1988).

Salah satu cara memacu pertumbuhan bibit manggis ialah perbaikan media tumbuh dengan mempertimbangkan aspek aerasi dan ketersediaan air. Selama ini media tumbuh hanya berupa tanah atau campuran tanah dan sedikit pupuk kandang. Kondisi demikian mendorong terjadinya pemadatan media yang menyebabkan jumlah pori-pori makro berkurang, sehingga konsentrasi oksigen (O₂) juga menurun, akibatnya laju respirasi akar terhambat. Penurunan laju respirasi akar memengaruhi laju pertumbuhan tanaman. Hal ini karena respirasi merupakan proses penguraian senyawa karbohidrat atau molekul lainnya yang menghasilkan CO₂, H₂O, dan energi, di mana energi yang dihasilkan dalam beberapa tahapan respirasi tersebut antara lain digunakan untuk pertumbuhan tanaman (Taiz & Zeiger 2012).



Ketersediaan air media dapat memengaruhi besarnya penyerapan dan translokasi air dari media ke jaringan tanaman. Air pada jaringan tanaman sangat penting dalam hubungannya dengan proses fotosintesis dan transpirasi. Proses fotosintesis penting dalam pembentukan senyawa karbohidrat, sedangkan transpirasi dalam kaitannya dengan proses pembukaan dan penutupan stomata, pengangkutan hara melalui pembuluh xilem dan stabilitas suhu daun. Oleh karena itu penting dilakukan rekayasa media tumbuh untuk meningkatkan porositas media yang bertujuan untuk memperbaiki aerasi. Namun peningkatan porositas sampai batas ideal untuk tanaman manggis belum diketahui. Pada porositas tinggi biasanya aerasi berlangsung sangat baik tapi kekurangannya ialah kapasitas menyimpan air rendah, sehingga harus sering dilakukan penyiraman.

Untuk mengurangi frekuensi penyiraman dengan tetap mempertahankan ketersediaan air yang cukup, maka dilakukan penambahan bahan yang dapat meningkatkan daya simpan air. Polimer penyimpan air (PPA) Alcosorb merupakan salah satu polimer sintetik yang dapat digunakan karena dapat menyerap air dalam jumlah besar dan cepat, sebaliknya dapat melepaskannya secara lambat saat kandungan air media mulai berkurang. Beberapa polimer sintetik efektif dalam mengatasi masalah ketersediaan air, baik saat pembibitan maupun setelah penanaman di lapangan (Viero *et al.* 2002, Rowe *et al.* 2005, Thomas 2008, Andry *et al.* 2009).

Beberapa hasil penelitian terdahulu yang bertujuan untuk memacu pertumbuhan tanaman manggis antara lain melalui aplikasi zat pemecah dormansi CPPU sebanyak 5 ppm, saat 1 bulan setelah dorman menghasilkan siklus trubus terpendek dan pertumbuhan tunas terbaik (Hidayat 2002). Manipulasi CO₂, perbaikan sistem perakaran, dan pemanfaatan mikoriza arbuskular (Anwarudin *et al.* 2007). Bibit manggis umur 2 bulan, setelah 1 tahun diberi perlakuan CO₂ tumbuh hampir dua kali lebih cepat dibanding kontrol (Anwarudin *et al.* 2002a). Penggunaan akar ganda dapat memacu pertumbuhan dan pembentukan cabang lateral (Anwarudin *et al.* 2002b), sedangkan penggunaan cendawan mikoriza arbuskular mampu mempercepat pertumbuhan semaian manggis hampir 50% dibandingkan dengan kontrol (Muas *et al.* 2002).

Pada penelitian ini upaya pemacuan pertumbuhan melalui perbaikan media tumbuh dipandang dapat diaplikasikan dalam pembibitan tanaman manggis. Tujuan penelitian untuk mengetahui porositas yang ideal dan seberapa jarang interval penyiraman masih dapat mempertahankan pertumbuhan manggis.

Hipotesis yang diajukan ialah terdapat porositas media dan interval penyiraman yang menghasilkan pertumbuhan yang optimal pada tanaman manggis.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Rumah Plastik Pusat Kajian Buah Tropika (PKBT) IPB Tajur dan Balai Penelitian Tanah Bogor, yang berlangsung mulai bulan Januari 2009 hingga Agustus 2010. Bibit manggis yang digunakan berumur 1 tahun dan berasal dari biji, PPA Alcosorb, pupuk NPK Growmore (20-20-20), polibag hitam 35x35 cm, media tanah berasal dari tanah Inceptisol Cicadas, pasir, arang sekam, dan pupuk kandang kambing.

Penelitian dilakukan dalam dua tahap yaitu: penetapan porositas media (percobaan pendahuluan) dan respons pertumbuhan bibit manggis pada berbagai interval penyiraman dan porositas media (percobaan utama).

Penetapan Porositas Media

Pada tahap awal dilakukan analisis sifat fisik dan kimia tanah Inceptisol dari Cicadas, dengan variabel yang diamati antara lain tekstur, kandungan hara makro, kapasitas tukar kation, dan kejenuhan basa. Pada tahap penelitian ini dilakukan penetapan porositas media dari beberapa sumber media. Sumber bahan media ialah arang sekam padi, pupuk kandang kambing, pasir, dan tanah. Arang sekam, pasir, dan pupuk kandang merupakan bahan yang memiliki permukaan yang kasar, sehingga strukturnya lebih remah dibanding media tanah. Oleh karena itu dilakukan pencampuran beberapa sumber media yang bertujuan mendapatkan nilai porositas yang beragam.

Kegiatan percobaan diawali dengan pembuatan berbagai komposisi media tumbuh dengan perbandingan volume. Lalu media dijenuhkan dan dibiarkan sampai mencapai kapasitas lapang. Dilakukan penimbangan media setiap hari sampai hari ke-8 dan diulang tiga kali dan pada akhir percobaan dilakukan pengambilan sampel tanah untuk menentukan porositas total. Penetapan porositas total menggunakan data bobot isi dan bobot jenis partikel (Richards *et al.* 2009).

$$BI = \frac{100(X-Y)}{(100+Z)V}$$

di mana:

BI = Bobot isi (g/cm³);

X = Berat sampel + ring;

Y = Berat ring sampel;

V = Volume sampel;

Z = Kadar air = $\{(BB - BK) / BK\} \times 100\%$.



$$BJP = \frac{\rho f \cdot M_3}{M_1 + M_2 - M_3}$$

di mana:

BJP = Bobot jenis partikel (g/cm^3);

ρf = Berat jenis etil alkohol;

M_1 = Berat piknometer + etil alkohol;

M_2 = Berat sampel;

M_3 = Berat piknometer + etil alkohol + sampel.

Dengan demikian porositas total atau ruang pori total dapat dihitung:

$$RPT = \left(1 - \frac{BI}{BJP}\right) \times 100\%$$

di mana:

RPT = Ruang pori total atau porositas total (%);

BI = Bobot jenis (g/cm^3);

BJP = Bobot jenis partikel (g/cm^3).

Respons Pertumbuhan Bibit Manggis pada Berbagai Interval Penyiraman dan Porositas Media

Percobaan disusun menggunakan rancangan acak lengkap dalam pola faktorial dengan tiga ulangan. Faktor pertama ialah porositas media (diperoleh dari hasil percobaan pendahuluan), terdiri atas empat taraf yaitu: p_1 = porositas 51–55% (media tanah); p_2 = porositas 56–60% (campuran tanah, arang sekam, dan pasir (2:1:1)); p_3 = porositas 61–65% (campuran tanah dan arang sekam) (2:1); dan p_4 = porositas 66–70% (campuran tanah dan pupuk kandang) (3:1). Faktor kedua ialah interval penyiraman air dan aplikasi polimer penyimpan air (PPA) Alcosorb, terdiri atas 4 taraf: a_0 = disiram air setiap 2 hari + tanpa PPA; a_1 = 4 hari + PPA; a_2 = 6 hari + PPA; dan a_3 = 8 hari + PPA.

Media terlebih dahulu disterilisasi dengan cara dikukus di dalam drum selama 8 jam. Selanjutnya pengisian media sesuai perlakuan sebanyak 8 l dengan perbandingan volume dan ditambahkan 5 g PPA Alcosorb per polibag (kecuali perlakuan a_0 tanpa aplikasi PPA). Berikutnya media dijenuhkan dengan air lalu dibiarkan sampai kapasitas lapang. Penanaman dengan memilih bibit tanaman yang pertumbuhannya relatif seragam. Pemupukan dengan pupuk NPK Growmore (20-20-20), dosis 2 g/l air yang diaplikasikan dengan cara disiram ke media tumbuh setiap minggu. Pengendalian penyakit dilakukan dengan fungisida mankozeb 80% dan pengendalian hama dilakukan dengan deltametrin dan dimetoat.

Pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah, dan luas daun yang diukur setiap bulan. Tinggi tanaman diukur dari pangkal tanaman sampai buku teratas.

Jumlah daun dihitung berdasarkan semua daun yang terbentuk (tunas daun muda dianggap sebagai daun apabila tunas tersebut sudah membuka dan membentuk daun). Luas daun dihitung dengan mengukur panjang dan lebar seluruh daun, lalu dimasukkan ke dalam persamaan: $Y = 10,09X_1 + 3,07X_2 - 51,87$, Y = luas daun (cm^2), X_1 = lebar daun (cm) dan X_2 = panjang daun (cm) serta $R^2 = 0,98$. Pengamatan bobot kering tanaman dan panjang akar dilakukan pada 11 bulan setelah perlakuan (BSP). Bobot kering tanaman diperoleh setelah berangkas dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 48 jam. Pengamatan panjang akar dilakukan pada *pinboard*, dengan cara diukur mulai dari leher akar sampai ujung akar primer. Pengukuran potensial air jaringan dilakukan dengan metode ruang tekan (Taiz & Zeiger 2012) dan analisis kandungan prolin daun dengan metode Bates *et al.* (1973) dilakukan pada 11 BSP. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam dan apabila terdapat perbedaan maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda duncan pada taraf kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian Pendahuluan: Penetapan Porositas Media

Berdasarkan Tabel 1, karakteristik umum tanah Inceptisols Cicadas yang dijadikan sebagai salah satu media tumbuh ialah memiliki tekstur liat. Kandungan hara makro N, P, dan K tergolong sangat rendah sampai sedang. Kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa tergolong rendah. Kondisi awal media tanah utamanya tekstur liat (Tabel 1) memungkinkan untuk dilakukan rekayasa media dengan menambahkan bahan-bahan media lainnya, sehingga diperoleh nilai porositas yang beragam.

Bahan media tumbuh yang digunakan seperti arang sekam, pasir, dan pupuk kandang kambing memiliki permukaan yang kasar, sehingga setelah dicampur dengan media tanah dapat meningkatkan porositas total. Hal ini terlihat pada Tabel 2, bahwa setelah tanah dicampur dengan bahan-bahan tersebut menyebabkan porositas total mengalami peningkatan dari 53,45 sampai 67,09%. Penambahan bahan-bahan tersebut juga menyebabkan struktur media menjadi remah, sehingga memudahkan akar dalam menyerap air dan unsur hara serta menjadi medium yang baik untuk pertumbuhan akar. Hal ini sejalan hasil penelitian Caron *et al.* (2005) bahwa penambahan fragmen yang berukuran besar seperti butiran perlite nyata meningkatkan porositas media dan meningkatkan difusi gas. Demikian pula bahwa penggunaan media berupa campuran tanah dan arang sekam dapat



Tabel 1. Karakteristik fisik dan kimia tanah Inceptisols Cicadas (*Characteristic of soil physic and chemical from on Cicadas Inceptisols*)

Peubah (Variables)	Hasil analisis (Analysis result)	Harkat (Category)
Tekstur (Texture), %		
Pasir (Sand)	70	
Debu (Silt)	23	Liat (Clay)
Liat (Clay)	70	
pH:		
H ₂ O	5,54	Agak masam (Slightly acid)
KCl	4,42	
Bahan organik (Organic matter), %		
C	1,27	Rendah (Low)
N	0,11	Rendah (Low)
Rasio C/N (Ratio C/N)	12	Sedang (Moderate)
P ₂ O ₅ (ppm) HCl 25%	5,62	Sangat rendah (Very low)
P ₂ O ₅ (ppm) Bray 1	8,00	Sangat rendah (Very low)
K ₂ O (ppm) HCl 25%	37,00	Sedang (Moderate)
Basa-basa dapat tukar (Basics exchangeable), me/100 g		
K	0,04	Sangat rendah (Very low)
Ca	2,82	Rendah (Low)
Mg	1,12	Sedang (Moderate)
Na	0,22	Rendah (Low)
Kapasitas tukar kation (Cation exchange capacity) (me/100 g)		
	14,10	Rendah (Low)
Kejenuhan basa (Base saturation) (%)		
	30	Rendah (Low)

Dianalisis di Balai Penelitian Tanah (*Analyzed in Soil Research Institute*), Bogor (2009)

meningkatkan kapasitas menyimpan air secara nyata (Verhagen 2004).

Porositas total merupakan salah satu sifat fisik tanah yang penting diperhatikan dalam pemilihan media tumbuh karena berhubungan dengan aerasi dan drainase yang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman. Menurut Cai *et al.* (2010), media tumbuh merupakan unsur penting dalam pertumbuhan tanaman karena sebagai *bedding plant* sebelum bibit siap dipindahkan ke lapangan. Berdasarkan hasil analisis fisik terhadap beberapa komposisi media, maka ditetapkan empat porositas media tumbuh seperti yang disajikan pada Tabel 2.

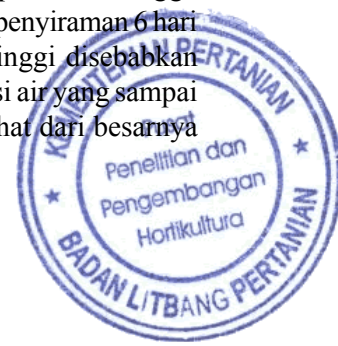
Respons Pertumbuhan Bibit Manggis pada Berbagai Interval Penyiraman dan Porositas Media

Pertambahan tinggi tanaman, jumlah, dan luas daun

Pada Tabel 3 disajikan pengaruh interaksi perlakuan antara porositas media dengan interval penyiraman terhadap pertambahan tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas daun selama 1 tahun. Kombinasi antara perlakuan porositas 61–65% dengan penyiraman 6

hari + PPA menghasilkan pertambahan tinggi tanaman dan jumlah daun yang tertinggi masing-masing 19,27 cm dan 9 helai. Sebagai perbandingan kombinasi perlakuan porositas media 51–55% dengan penyiraman 2 hari sekali hanya menghasilkan pertambahan tinggi tanaman dan jumlah daun masing-masing 9,38 cm dan 4 helai. Hal ini berarti terdapat perbedaan pertumbuhan yang sangat jelas di antara dua taraf porositas media dan interval penyiraman, di mana porositas 61–65% (*media porous*) dengan penyiraman yang relatif lebih panjang (6 hari) + PPA, masih dapat menghasilkan pertumbuhan yang terbaik.

Pertumbuhan tajuk yang tinggi pada kombinasi porositas media 61–65% dengan interval penyiraman 6 hari + PPA (Tabel 3), disebabkan ketersediaan air yang optimal akibat kondisi media yang baik. Ketersediaan air pada kombinasi perlakuan ini banyak dipengaruhi oleh PPA yang dapat meningkatkan kapasitas menyimpan air dari media yang porous, sehingga penyiraman mampu bertahan sampai penyiraman 6 hari berikutnya. Ketersediaan air yang tinggi disebabkan meningkatnya serapan dan translokasi air yang sampai ke jaringan daun. Hal ini dapat dilihat dari besarnya



Tabel 2. Bobot jenis, bobot jenis partikel dan porositas total berbagai jenis media tumbuh (Bulk density, particle density, and total porosity from several growing media)

Perlakuan (Treatments)	Bobot jenis (Bulk density) g/cm ³	Bobot jenis partikel (Particle density) g/cm ³	Porositas total (Total porosity) %	Kisaran porositas (Range of porosity) %
Tanah (soil)	1,23	2,64	53,48	51-55
Tanah + arang sekam + pasir (Soil + husk charcoal + sand) (2:1:1)	1,00	2,33	57,20	56-60
Tanah + arang sekam (Soil + husk charcoal)(2:1)	0,92	2,41	61,81	61-65
Tanah + pupuk kandang kambing (soil + goat manure (3:1)	0,77	2,35	67,09	66-70

gradien potensial air jaringan akar dan daun yaitu 5,86 bar pada kombinasi perlakuan tersebut (Tabel 5). Menurut Taiz & Zeiger (2012), semakin besar gradien potensial jaringan akar dan daun, maka semakin besar pula serapan air dari media dan semakin banyak air yang ditranslokasikan ke jaringan daun. Peningkatan kandungan air jaringan daun dapat meningkatkan

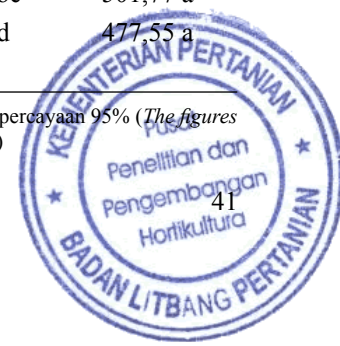
aktivitas metabolisme tanaman yang akhirnya meningkatkan laju pertumbuhan tanaman.

Pertumbuhan tajuk yang terhambat nampak pada kombinasi porositas 51–55% dengan interval penyiraman 8 hari + PPA (Tabel 3). Hal ini diduga terjadinya cekaman kekeringan akibat ketidakmampuan media mempertahankan ketersediaan air akibat

Tabel 3. Pengaruh interaksi porositas media dan interval penyiraman terhadap pertambahan tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas daun selama 1 tahun (The effect of interaction between media porosity and watering interval on additional of plant height, number of leaf and leaf area after 1 years)

Porositas media (Media porosity) %	Interval penyiraman air (Interval of watering)				Rerata (Average)
	2 hari + tanpa PPA (2 days + without PWS)	4 hari + PPA (4 days + PWS)	6 hari + PPA (6 days + PWS)	8 hari + PPA (8 days + PWS)	
..... Pertambahan tinggi tanaman (Additional of plant height), cm					
51–55	9,38 e	9,78 e	12,12 cde	10,67 de	10,49 b
56–60	9,60 e	9,76 e	13,24 cd	13,95 bc	11,64 b
61–65	9,45 e	13,90 bc	19,27 a	14,08 bc	14,18 a
66–70	10,02 e	13,67 bcd	16,36 b	13,21 cd	13,31 a
Rerata (Average)	9,62 c	11,78 b	15,25 a	12,98 b	
..... Pertambahan jumlah daun (Additional of number of leaf), helai (number)					
51–55	4,00 e	4,50 de	5,33 bcde	4,17 e	4,50 c
56–60	4,67 de	4,83 de	6,67 bc	4,67 de	5,21 bc
61–65	4,67 de	6,00 bcd	9,33 a	4,67 de	6,17 a
66–70	4,67 de	6,67 bc	7,00 b	5,00 cde	5,83 ab
Rerata (Average)	4,50 c	5,50 b	7,08 a	4,63 c	
..... Pertambahan luas daun (Additional of leaf area), cm ²					
51–55	314,55 d	397,11 cd	403,89 cd	331,96 d	361,88 b
56–60	325,17 d	432,04 bcd	572,79 ab	582,24 a	478,06 a
61–65	317,27 d	559,90 ab	610,00 a	519,90 abc	501,77 a
66–70	347,10 d	542,86 abc	610,11 a	410,12 cd	477,55 a
Rerata (Average)	326,02 c	482,98 b	549,20 a	461,06 b	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji berganda Duncan pada taraf kepercayaan 95% (The figures are followed by the same letter indicates not significantly different according to Duncan's multiple test at 95% confidence level)



interval penyiraman yang panjang (8 hari sekali). Hal ini dibuktikan dari kandungan asam amino prolin (Tabel 5), di mana pada kombinasi perlakuan tersebut memiliki kandungan prolin tertinggi yaitu 4,66 $\mu\text{mol/g}$ berat basah. Berdasarkan beberapa hasil penelitian diketahui bahwa kandungan prolin yang tinggi merupakan indikasi tanaman mengalami cekaman kekeringan (Husni *et al.* 2006, Riduan *et al.* 2010). Cekaman kekeringan pada tanaman manggis dapat menghambat pertumbuhan dan apabila cekaman tersebut berlangsung lama dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan yang serius seperti ukuran daun menjadi lebih kecil dan warna daun pada saat trubus awal menjadi kekuning-kuningan serta menyebabkan siklus trubus berikutnya menjadi lebih panjang (Hidayat 2002).

Faktor tunggal porositas media menunjukkan porositas 61–65% menghasilkan pertambahan tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas daun yang tertinggi serta berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 3). Porositas 61–65% menghasilkan pertambahan luas daun sebesar 501,77 cm^2 , sedangkan porositas 51–55% hanya sebesar 361,88 cm^2 , artinya terdapat perbedaan luas daun yang cukup besar (139,89 cm^2) atau sekitar 72%. Hal ini disebabkan pada kondisi media yang poros (51–55%), tanaman dapat tumbuh secara optimal karena kondisi aerasi yang baik, sehingga respirasi akar berlangsung secara optimal. Respirasi yang optimal dapat menghasilkan energi yang antara lain digunakan untuk pertumbuhan (Taiz & Zeiger 2012). Kondisi sebaliknya terjadi pada media yang *massive* (porositas 51 sampai 55%).

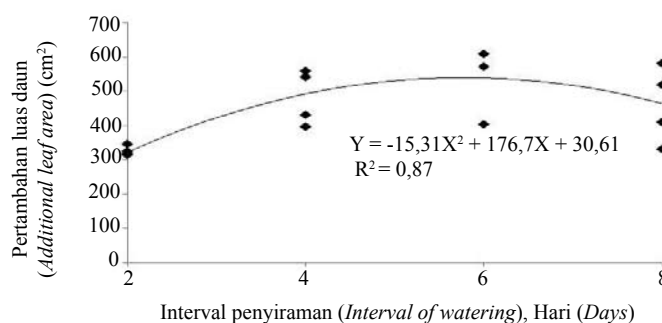
Faktor tunggal interval penyiraman air menunjukkan bahwa penyiraman dengan interval 6 hari sekali menghasilkan pertambahan tinggi tanaman, jumlah, dan luas daun yang tertinggi dibanding perlakuan lainnya (Tabel 3). Namun terdapat pola hubungan yang parabolik yang fungsinya kuadratik antara interval penyiraman dengan pertambahan luas daun: $Y = -15,31x^2 + 176,7x + 30,61$ dengan $R^2 = 0,87$, yang menunjukkan bahwa pertambahan luas daun

(Y) meningkat sejalan dengan peningkatan interval penyiraman (X) dari 2 sampai 6 hari sekali. Apabila interval penyiraman ditingkatkan lagi menjadi 8 hari, maka terjadi penurunan pertambahan luas daun (Gambar 1). Hal ini menunjukkan kemampuan PPA dalam menyimpan air untuk mempertahankan ketersediaan air media maksimal 6 hari dan ini terlihat jelas dengan meningkatnya pertambahan luas daun pada tingkat tersebut. Selanjutnya dengan peningkatan interval penyiraman menjadi 8 hari sekali menyebabkan PPA tidak lagi mampu menyediakan air yang cukup, sehingga terjadi defisit air yang menyebabkan terjadinya penurunan pertambahan luas daun.

Bobot Kering Tanaman dan Panjang Akar

Pada Tabel 4 terlihat adanya interaksi antara porositas media dengan interval penyiraman terhadap bobot kering tajuk dan bobot kering total. Kombinasi perlakuan porositas 66–70% dengan penyiraman 6 hari + PPA menghasilkan bobot kering (tajuk dan total) yang tertinggi, masing-masing 28,84 dan 36,16 g per tanaman. Selanjutnya dengan penyiraman dijarangkan sampai 8 hari pada porositas yang sama, maka bobot kering (tajuk dan total) mengalami penurunan masing-masing 17,19 dan 23,35 g per tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa bobot kering (tajuk dan total) meningkat sejalan dengan peningkatan porositas media, sedangkan pada perlakuan interval penyiraman, bobot kering (tajuk dan total) meningkat sampai penyiraman 6 hari dan setelah itu mulai menurun. Hal ini menunjukkan peningkatan porositas menyebabkan peningkatan aerasi, sehingga menciptakan medium yang baik untuk pertumbuhan bobot kering. Hal ini berbeda dengan faktor penyiraman, di mana peningkatan pertumbuhan bobot kering (tajuk dan total) maksimal sampai penyiraman 6 hari karena ketersediaan air yang cukup hanya mampu dipertahankan oleh PPA sampai batas 6 hari.

Kombinasi perlakuan porositas 66–70% dengan penyiraman 6 hari, menghasilkan bobot kering (tajuk dan total) yang tertinggi, diduga berkaitan dengan kondisi aerasi yang semakin baik dan ketersediaan air.



Gambar 1. Pertambahan luas daun bibit manggis pada berbagai interval penyiraman selama 1 tahun (Additional leaf area from mangosteen seedling on several interval of watering during 1 year)



Tabel 4. Interaksi porositas media dan interval penyiraman air terhadap bobot kering tanaman (akar, tajuk, dan total) dan panjang akar pada 11 BSP (Interaction between media porosity and interval of watering on weight dry matter plant (root, shoot, and total) and root length 11 MAT)

Porositas media (Media porosity) %	Interval penyiraman air (Interval of watering)				Rerata (Average)
	2 hari + tanpa PPA (2 days + without PWS)	4 hari + PPA (4 days + PWS)	6 hari + PPA (6 days + PWS)	8 hari + PPA (8 days + PWS)	
 Bobot kering akar (Root dry weight), g				
51-55	2,77 i	4,83 fgh	5,28 efgh	4,04 ghi	4,23 b
56-60	3,92 hi	6,22 bcdef	6,63 abcde	7,94 a	6,18 a
61-65	5,44 defg	6,33 bcdef	7,27 abc	6,99 abcd	6,51 a
66-70	5,79 bcdef	5,73 cdef	7,32 ab	6,16 bcdef	6,25 a
Rerata (Average)	4,48 c	5,78 b	6,62 a	6,28 ab	
 Bobot kering tajuk (Shoot dry weight), g				
51-55	10,73 i	13,22 fghi	18,67def	13,38 fghi	14,00 c
56-60	11,80 hi	12,39 ghi	20,76 cde	26,43 ab	17,85 b
61-65	15,27 efghi	21,67 bcd	25,33 abc	22,10 bcd	21,09 a
66-70	16,04 efghi	18,00 defg	28,84 a	17,19 defgh	20,02 ab
Rerata (Average)	13,46 d	16,319 c	23,40 a	19,78 b	
 Bobot kering total (Total dry weight), g				
51-55	13,50 i	18,05 fghi	23,95 def	17,43 ghi	18,23 c
56-60	15,72 hi	18,62 fghi	27,39 cde	34,37 ab	24,02 b
61-65	20,72 fgh	28,00 cde	32,60 abc	29,09 bcd	27,60 a
66-70	21,82 efgh	23,73 def	36,16 a	23,35 defg	26,27 ab
Rerata (Average)	17,94 d	22,09 c	30,02 a	26,06 b	
 Panjang akar (Root length), cm				
51-55	13,00 h	14,67 h	25,38 cde	23,93defg	19,25 d
56-60	14,33 h	22,17efg	21,82 efg	25,17cdef	20,87 c
61-65	22,20 efg	20,82 g	37,19 a	26,07 cd	26,57 a
66-70	12,33 h	21,65 fg	29,48 b	28,15b c	22,90 b
Rerata (Average)	15,47 d	19,83 c	28,47 a	25,83 b	

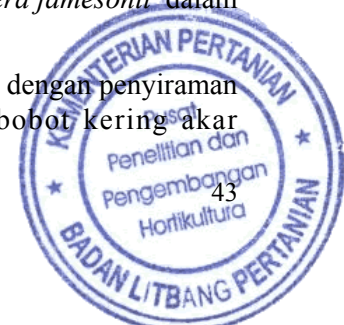
Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji berganda duncan pada taraf kepercayaan 95% (The figures are followed by the same letter indicates not significantly different according to duncan's multiple test at 95% confidence level)

Pada kondisi aerasi yang baik, maka kandungan O₂ meningkat dan hal ini menyebabkan laju respirasi akar turut meningkat (Bartholomeus *et al.* 2008). Respirasi merupakan proses oksidasi bahan organik yang terjadi di dalam sel, berlangsung secara aerobik maupun anaerobik. Dalam respirasi aerobik ini diperlukan oksigen dan dihasilkan karbondioksida serta energi. Energi yang dihasilkan dari oksidasi sempurna antara lain digunakan untuk sintesis molekul lainnya untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Taiz & Zeiger 2012).

Ketersediaan air pada porositas 66–70% dengan penyiraman 6 hari dipengaruhi oleh PPA yang mampu mempertahankan kapasitas menyimpan air, sehingga

penyiraman bisa bertahan sampai 6 hari. Hal ini sesuai Fernandez *et al.* (2001), aplikasi polimer sintetik Guilspare dapat meningkatkan kapasitas menyimpan air dan mengurangi kehilangan air yang terjadi melalui evaporasi. Menurut Caballero *et al.* (2009), media tumbuh dari kompos limbah anggur dan gambut sphagnum dan limbah jamur dengan porositas masing-masing 78 dan 82%, menghasilkan bobot kering tanaman yang terbaik dibandingkan media dari sabut kelapa dan gambut yang porositasnya masing-masing 95 dan 93% pada tanaman *Gerbera jamesonii* dalam pot.

Kombinasi porositas 56–60% dengan penyiraman 8 hari sekali menghasilkan bobot kering akar



yang tertinggi, yaitu 7,94 g/tanaman, sedangkan terendah pada kombinasi porositas 51–55% dengan penyiraman 2 hari sekali, yaitu 2,77 g/tanaman (Tabel 4). Hal ini sejalan dengan peubah bobot kering tajuk yang juga rendah dan memberikan indikasi bahwa kombinasi porositas 51–55% dengan penyiraman setiap 2 hari dapat berdampak negatif terhadap pertumbuhan akar. Hal ini disebabkan pada media yang porositasnya rendah ditambah penyiraman yang intensif dapat menyebabkan terjadinya penggenangan pada permukaan atas sampai lapisan tertentu yang dijangkau oleh air, sehingga terjadinya defisiensi O₂ dan fungsi akar menjadi tidak optimal (Morard & Silvestre 1996, Herrera *et al.* 2008).

Panjang akar tertinggi pada kombinasi porositas 61–65% dengan penyiraman 6 hari sekali terlihat pada Tabel 4. Hal ini menunjukkan media yang poros ditambah air yang cukup dapat mendorong pemanjangan akar. Menurut Dresboll & Kristensen (2011), akar tumbuh dan berkembang secara baik pada media pot dengan porositas yang tinggi karena proses distribusi air dan O₂ dapat berlangsung dengan baik.

Demikian pula Gruda & Schnitzler (2004), bahwa ketersediaan O₂ di dalam media tumbuh sangat esensial untuk respirasi dan pertumbuhan akar. Keberadaan O₂ di dalam media tumbuh sangat dipengaruhi kadar air media dan sifat fisik media seperti distribusi ukuran pori dan arsitektur jaringan pori serta tingkat pemadatan media. Hasil penelitian Rofik & Murniati (2008), menunjukkan penggunaan media yang poros dari arang sekam yang dikombinasikan dengan deoperkulasi benih menghasilkan panjang akar tertinggi pada benih aren karena pada media arang sekam terdapat banyak ruang pori yang memungkinkan akar tumbuh secara optimal.

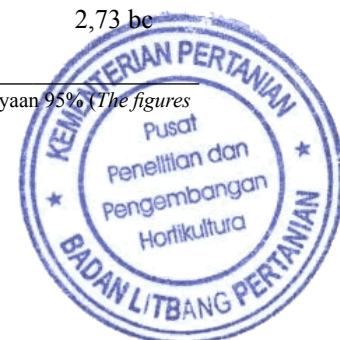
Potensial Air Jaringan Tanaman

Pada Tabel 5 disajikan data interaksi antara porositas media dengan interval penyiraman terhadap potensial air jaringan. Kombinasi porositas 61–65% dengan penyiraman 6 hari menghasilkan potensial air akar (ψ_a) dan potensial air daun (ψ_d) masing-masing -1,37 dan -7,23 bar. Kombinasi perlakuan porositas 51–55% dengan penyiraman 2 hari, menghasilkan

Tabel 5. Interaksi antara porositas media dan interval penyiraman terhadap potensial air jaringan dan kandungan prolin (*Interaction between media porosity and interval of watering on tissue water potential and proline content*)

Porositas media (<i>Media porosity</i>) %	Interval penyiraman air (<i>Interval of watering</i>)				Rataan (<i>Average</i>)
	2 hari + tanpa PPA (2 days + <i>without PWS</i>)	4 hari + PPA (4 days + <i>PWS</i>)	6 hari + PPA (6 days + <i>PWS</i>)	8 hari + PPA (8 days + <i>PWS</i>)	
..... Potensial air akar (<i>Root water potential</i>), bar					
51-55	-8,30 g	-7,33 f	-5,70 e	-5,63 e	-6,74 d
56-60	-5,20 de	-5,13 de	-4,90 cd	-4,70 cd	-4,98 c
61-65	-4,23 c	-2,53 b	-1,37 a	-1,90 ab	-2,51 a
66-70	-4,70 cd	-4,57 cd	-4,37 c	-4,67 cd	-4,58 b
Rerata (<i>Average</i>)	-5,60 c	-4,89 b	-4,08 a	-4,23 a	
..... Potensial air daun (<i>Leaf water potential</i>), bar					
51-55	-10,07 g	-9,57 f	-8,60 e	-8,40 de	-9,16 c
56-60	-8,20 cde	-7,57 ab	-8,07 bcd	-8,13 cde	-7,90 b
61-65	-8,10 bcde	-7,93 bcd	-7,23 a	-7,33 a	-7,65 a
66-70	-8,03 bcd	-8,10 bcde	-7,83 bc	-8,03 bcd	-8,00 b
Rerata (<i>Average</i>)	-8,60 c	-8,29 b	-7,93 a	-7,98 a	
..... Kandungan prolin (<i>Proline content</i>), $\mu\text{mol/g}$ berat basah (<i>wet basis</i>)					
51-55	1,89 e	2,75 cde	3,28 cd	4,66 a	3,14 ab
56-60	3,70 bc	2,92 cde	4,32 ab	2,67cde	3,40 a
61-65	2,86 cde	2,40 de	2,49 de	2,48 de	2,56 c
66-70	2,81 cde	3,06 cd	2,61 de	2,44 de	2,73 bc
Rerata (<i>Average</i>)	2,81	2,78	3,18	3,06	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji berganda duncan pada taraf kepercayaan 95% (*The figures are followed by the same letter indicates not significantly different according to Duncan's multiple test at 95% confidence level*)



-8,30 bar (ψ_a) dan -10,07 bar (ψ_d). Dengan demikian gradien potensial air pada porositas 61–65% (5,86 bar) dan 51–55% (1,77 bar).

Dengan demikian translokasi air dari akar sampai ke daun pada porositas 61–65%, berlangsung lebih baik dibanding porositas 51–55%. Hal ini menunjukkan penyiraman 6 hari pada porositas media 61–65% menghasilkan ketersediaan air media yang optimal, sehingga mampu diserap oleh akar bersama-sama dengan hara mineral yang terlarut di dalamnya dan diangkut secara vertikal. Pergerakan air secara vertikal pada pembuluh xilem karena adanya gradien potensial air, tenaga hidrasi dinding pembuluh xilem, dan gaya kohesi antara molekul air (Taiz & Zeiger 2012).

Kandungan Prolin Daun

Perbedaan kandungan asam amino prolin antara kombinasi porositas 51–55% dengan penyiraman 8 hari dan porositas 61–65% + 6 hari, yaitu 4,66 dan 2,49 $\mu\text{mol/g}$. Kandungan prolin yang tinggi pada kombinasi porositas 51–55% dengan interval penyiraman 8 hari memberikan indikasi terjadinya cekaman kekeringan (Tabel 5). Sebagai perbandingan bibit kelapa sawit yang mengalami cekaman kekeringan memiliki kandungan prolin 2,78–2,86 $\mu\text{mol/g}$ (Palupi & Dedywiryanto 2008). Respons fisiologi untuk mengatasi cekaman kekeringan dengan penyesuaian osmotik, yaitu mempertahankan tekanan turgor dengan menurunkan potensial osmotiknya (Ober & Sharp 2003, Slama et al. 2006). Penyesuaian osmotik berarti menjaga turgor sel sehingga juga menjaga integritas dan proses fisiologi sitoplasma. Penurunan potensial osmotik antara lain disebabkan adanya akumulasi senyawa terlarut seperti prolin, di mana semakin banyak senyawa terlarut maka potensial osmotik semakin rendah.

KESIMPULAN

1. Kombinasi porositas media 61–65% dan interval penyiraman 6 hari sekali disertai aplikasi PPA meningkatkan pertumbuhan bibit manggis secara nyata.
2. Besarnya perbedaan gradien potensial air antara jaringan akar dan daun, pada kombinasi porositas 61–65% dengan penyiraman 6 hari sekali, mendorong peningkatan serapan air, sehingga menghasilkan respons pertumbuhan yang terbaik pada sebagian besar peubah pertumbuhan tajuk dan akar.

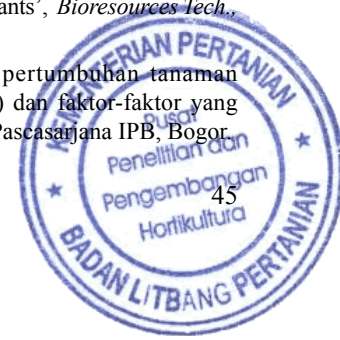
UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini sebagian dibiayai melalui Proyek Penelitian Riset Unggulan Nasional (RUSNAS)

melalui Dewan Riset Nasional, Badan Litbang Pertanian dan PT. Antam Tbk. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Negara Riset dan Teknologi Republik Indonesia, Kepala Badan Litbang Pertanian Departemen Pertanian, Direktur Pusat Kajian Buah Tropika IPB, dan Direktur Utama PT. Antam Tbk, atas bantuan dana yang diberikan, sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

PUSTAKA

1. Andry, H, Yamamoto, T, Irie T, Moritani, S, Inoue, M & Fujiyama, H 2009, 'Water retention, hydraulic conductivity of hydrophilic polymers in sandy soil as affected by temperature and water quality', *Hydro, J.*, no. 373, pp. 177-83.
2. Anwarudin, MJ, Hadiati, S, Mansyah E & Usman, F 2002a, 'Pengaruh sungkup plastik dan sistem perakaran terhadap semai manggis', *J. Hort.*, vol. 12, no. 3, hlm. 158-64.
3. Anwarudin, MJ, Usman, F & Purnama, T 2002b, 'Teknik akar ganda memperpendek masa remaja manggis', *Warta Penel. Pengemb. Pert.*, vol. 24, no. 6, hlm. 13-5.
4. Anwarudin, MJ, Hadiati, S, Fatria, D & Usman, F 2007, 'Pembibitan manggis secara cepat melalui teknik penyungkupan akar ganda dan pemberian cendawan mikoriza Arbuskula', *J. Hort.*, vol. 17, no. 3, hlm. 237-43.
5. Bartholomeus, RP, Witte, JPM, van Bodegom, PM, van Dam, JC & Aerts, R 2008, 'Critical soil conditions for oxygen stress to plant roots: substituting the feddes-function by a process-based model', *J. Hydro.*, no. 360, pp. 147-65.
6. Bates, LS, Waldren, RP & Teare, ID 1973, 'Rapid determination of free proline for water stress studies', *Plant and Soil J.*, no. 39, pp. 205-07.
7. Cai, H, Chen T, Liu, H, Gao, D, Zheng, G & Zhang, J 2010, 'The effect of salinity and porosity of sewage sludge compost on growth of vegetables seedlings', *Sci. Hort.*, no. 124, pp. 381-86.
8. Caron, J, Riviere, LM & Guillemain, G 2005, 'Gas diffusion and air-filled porosity: Effect of some oversize fragments in growing media', *Can. J. Soil Sci.*, no. 85, pp. 57–65.
9. Cox, JEK 1988, '*Garcinia mangostana* - mangosteen; P.361-375. in Gardner, RJ & Chaudori, SA (eds.). *The Propagation of tropical fruit trees* FAO and CAB, England. pp. 361-75.
10. Dresboll, DB & Kristensen, KT 2011, 'Spatial and temporal oxygen distribution measured with oxygen microsensors in growing media with different levels of compaction', *Sci. Hort.* no. 128, pp. 68-75.
11. Fernandez, JE, Moreno, F, Murillo, JM, Cuevas, MY & Kohler, F 2001, 'Evaluating the effectiveness of a hydrophobic polymer for conserving water and reducing weed infection in a sandy loam soil', *Agric. Water Manag.*, no. 51, pp. 29-51.
12. Gruda, N & Schnitzler, WH 2004, 'Suitability of wood fiber substrate for production of vegetable transplants. I. Physical properties of wood fiber substrates', *Sci. Hort.*, no. 100, pp. 309-22.
13. Herrera, F, Castillo JE, Chica, AF & Bellido, LL 2008, 'Use of municipal solid waste compost (MSWC) as a growing medium in the nursery production of tomato plants', *Bioresources Tech.*, no. 99, pp. 287-96.
14. Hidayat, R 2002, 'Kajian ritme pertumbuhan tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.) dan faktor-faktor yang memengaruhi', Disertasi, Program Pascasarjana IPB, Bogor.



15. Husni, A, Kosmiatin & Mariska, I 2006, 'Peningkatan toleransi kedelai Sindoro terhadap cekaman kekeringan melalui seleksi in Vitro', *Bull. Agro.*, vol. 34, no. 1, hlm. 25-31.
16. Morard, P & Silvestre, J 1996, 'Plant injury due to oxygen deficiency in the root environment of soilless culture: A review', *Plant and Soil*, no. 184, pp. 243-54.
17. Muas, I, Anwarudin MJ & Herizal, Y 2002, 'Pengaruh inokulasi cendawan mikoriza Arbuskular terhadap pertumbuhan bibit manggis', *J. Hort.*, vol. 12, no. 3, hlm. 165-71.
18. Ober, ES & Sharp, RE 2003, 'Electrophysiological responses of maize roots to low water potential: Relationship to growth and ABA accumulation', *J. Exp. Botani*, no. 54, pp. 813-24.
19. Palupi, ER & Dedywiryanto, Y 2008, 'Kajian karakter toleransi cekaman kekeringan pada empat genotip bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)', *Bul. Agro.*, vol. 36, no. 1, hlm. 24-32.
20. Poerwanto, R. 2000, 'Budidaya buah-buahan: Teknologi budidaya komoditas unggulan, pengendalian mutu produksi buah mangga, markisa, salak, pisang dan jeruk', Pusat Kajian Buah-buahan Tropika, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
21. Richards, YE, Hansen, J & Dogde, LL 2009, 'Growth of rose roots and shoots is highly sensitive to anaerobic or hypoxic regions of container of substrates', *Sci.Hort.*, no. 119, pp. 286-91.
22. Riduan, A, Aswidinnoor, H, Sudarsono, Santoso, D & Endrizal 2010, 'Toleransi tembakau transgenic yang mengekspresikan gen P5CS terhadap stress kekeringan', *J. Pengkajian dan Pengembangan Tek. Pertanian*, vol. 13, no. 2, hlm. 107-18.
23. Rofik, A & Murniati, E 2008, 'Pengaruh perlakuan deoperkulasi benih dan media perkecambahan untuk meningkatkan viabilitas benih aren (*Arenga pinnata* (Wurmb.) Merr)', *Agron. Bul.*, vol. 36, no. 1, hlm. 33-40.
24. Rowe, EC, Williamson, JC, Jones, DL, Holliman P & Healey, JR 2005, 'Initial tree establishment on blocky quarry waste ameliorated with hydrogel or slate processing fines', *J. Environ. Qual.*, no. 34, pp. 994-1003.
25. Slama, I, Messedi, D, Ghnaya, T, Savoure, A & Abdelly, C 2006, 'Effects of water deficit on growth and proline metabolism in *Sesuvium portulacastrum*', *Env. and Exp. Botany*, no. 56, pp. 231-38.
26. Thomas, DS 2008, 'Hydrogel applied to the root plug of subtropical eucalypt seedlings halves transplant death following planting', *Forest Ecol. and Manag.*, no. 255, pp. 305-14.
27. Taiz, L & Zeiger, E 2012, Plant physiology online, Fifth Edition, Sinauer Associates, <http://www.5e.plantphys.net/4e.php>. diunduh: 19 Pebruari 2012.
28. Verhagen, JBG 2004, 'Effectiveness of clay in peat based growing media', *Acta Hort.*, no. 644, pp. 115-22.
29. Viero, PWM, Chiswell, KEA & Theron, JM 2002, 'The effect of a soil-amended hydrogel on the establishment of a *Eucalyptus grandis* clone on a sandy clay loam soil in Zululand during winter', *South. Afr. For. J.*, no. 193, pp. 65-75.

