

HUBUNGAN KEMAMPUAN TRANSPIRASI DENGAN DIMENSI TUMBUH BIBIT TANAMAN *Acacia decurrens* TERKOLONISASI *Glomus etunicatum* DAN *Gigaspora margarita*

*Relationship Transpiration Ability with Growth Dimension of Seedling Acacia decurrens
Inoculated with Glomus etunicatum and Gigaspora margarita*

Arief Budi Setiawan, Sri Wilarso Budi R. dan Cahyo Wibowo

Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB

ABSTRACT

Transpiration plays very important role in ensuring good plant metabolism. However, techniques/methods used for its assessment are difficult and also quite demanding in terms of resources and technical know-how. Again, the results from transpiration measurements are not applicable to different samples and locations. Therefore it is necessary to study the relationship between transpiration ability with growth dimension of seedlings for predicting transpiration ability by a simple method. The research design was the completely randomized design with mycorrhizae arbuscular inoculants. This study used inoculants from silviculture laboratory identified as Glomus etunicatum (M1) and Gigaspora margarita (M2). Regression model analysis was used to determine the relationship between transpiration ability with growth dimension of Acacia decurrens seedling. There was a positive effect of mycorrhizae symbiosis which increased the transpiration ability with a strong relation for increasing seedling growth dimension. Transpiration ability is superior in G. etunicatum of $0.002863 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. The transpiration ability in control and G. etunicatum could be predicted with regression equation of $R^2 > 70\%$, but in M2 intervention the model could not be predicted it was because of multi-colonization between the independent variable.

Key words: *Acacia decurrens, Gigaspora margarita, Glomus etunicatum, Regression, Transpiration*

PENDAHULUAN

Laju transpirasi tanaman sangat beragam dan dipengaruhi oleh banyak faktor, oleh karena itu pengukuran laju transpirasi pada kondisi lingkungan yang tidak terkontrol dengan baik akan menjadi sangat rumit (Wallace & Stout 1962). Pengukuran transpirasi memerlukan alat yang bekerja berdasarkan pada metode poorometer berkuvet (Long SP 1982), dan atau dengan metode lisieter gravimetric (Hanks RJ 1982), dan atau dengan metode aliran bahang (Baker JM dan Van Bavel CHM 1987), sehingga pengukuran transpirasi umumnya cukup mahal. Pengukuran transpirasi yang rumit dan mahal, kurang efektif apabila dilakukan terhadap banyak sampel, oleh karena itu perlu diteliti sebuah pendekatan sederhana yang dapat menduga kemampuan transpirasi tanaman.

Pendekatan yang diusulkan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan hasil pengukuran dimensi tumbuh tanaman meliputi diameter, tinggi dan jumlah daun tanaman. Hal ini dengan pertimbangan bahwa pertambahan dimensi pada tanaman merupakan proyeksi dari optimalisasi proses metabolisme dalam tubuh tanaman seperti fotosintesis, transpirasi, respirasi dan proses metabolisme lainnya (Salisbury & Ross 1992). Pengukuran dimensi tumbuh mudah dilakukan dan murah, selain itu pendekatan untuk mengetahui laju transpirasi tanaman dengan cara ini belum pernah dijumpai dalam publikasi jurnal ilmiah. Faktor

lingkungan yang digunakan sebagai variabel pendukung adalah suhu media/tanah. Suhu tanah yang tidak optimum dapat berakibat terganggunya proses metabolisme pada tanaman (Anderson & McNaughton 1973).

Proses metabolisme pada tumbuhan sangat bergantung pada tersedianya unsur hara dalam jumlah yang cukup bagi tanaman. Simbiosis antara tanaman dengan fungi mikoriza akan meningkatkan kebugaran salah satu atau kedua mitra yang bersimbiosis (Read 1999). Tanaman yang terkolonisasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) akan memperoleh cukup unsur hara dari dalam tanah khususnya unsur P sehingga pertumbuhan tanaman akan menjadi lebih baik (Kartika 2006).

Fungi MA *Glomus etunicatum*, diketahui dapat meningkatkan suplay unsur P bagi padi gogo pada tanah dengan kondisi P tersedia rendah (Adriani 2008). Penelitian yang menggunakan inokulan FMA jenis *Gigaspora margarita* pada bibit jabon diketahui dapat meningkatkan diameter, tinggi, berat kering pucuk dan akar secara signifikan dibandingkan bibit tanpa perlakuan (Budi & Christina 2012). *Glomus* dan *Gigaspora* termasuk genus yang memiliki sifat adaptif terhadap berbagai tanaman inang (Brundrett *et al.* 1996), sedangkan *A. decurrens* merupakan salah satu jenis tumbuhan dalam genus *Acacia* yang terkenal memiliki *range* sebaran yang cukup luas, mulai ketinggian 0 hingga 2 500 mdpl (Lemmens *et al.* 1995).

Karakteristik khas yang dimiliki oleh *G. etunicatum*, *G. margarita* dan *A. decurrens* merupakan potensi untuk dikembangkan dalam rangka merehabilitasi lahan kritis. Aplikasi mikoriza diketahui dapat membantu rehabilitasi lahan kritis dan meningkatkan produktivitas tanaman pertanian, perkebunan, kehutanan pada lahan-lahan marginal dan pakan ternak (Syah *et al.* 2007).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah transpirasi pada bibit tanaman *A. decurrens* dapat diduga dengan hasil pengukuran dimensi tumbuh. Harapannya, penelitian ini dapat menjadi tambahan informasi bagi yang ingin mengetahui laju transpirasi tanaman dengan cara yang lebih murah dan sederhana.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Mei 2014 hingga bulan September 2014 di rumah kaca Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor (IPB).

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain inokulan mikoriza *G. etunicatum* (M1) dan *G. margarita* (M2) yang diperoleh dari Laboratorium Mikoriza dan Kualitas Bibit Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan IPB. Benih *Acacia decurrens* yang diunduh dari tegakan alam di Pemalang Jawa Tengah pada bulan Juni Tahun 2013, media tanah, alat licor 6400Xt untuk mengukur transpirasi tanaman, meteran, jangka sorong digital, termometer tanah digital, kamera saku dan kamera mikroskop jenis *optilab camera*, tally sheet, timbangan analitik, gunting, kertas label, tally sheet, cawan Petri, saringan ukuran 500 μ , 125 μ , 63 μ , mikroskop *compound* dan *dissecting*, sprayer, kompor gas dan kertas lakmus 4 warna.

Desain Penelitian dan Prosedur Kerja

Penelitian dilakukan dalam model rancangan acak lengkap, dimana perlakuan yang akan diberikan adalah inokulan mikoriza. Inokulan Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) yang akan digunakan merupakan campuran antara propagul FMA dan media *ziorite*. Inokulan selanjutnya di aduk lalu diambil sampel sebanyak 4 kali masing-masing seberat 5 gram, disaring dengan teknik tuang saring Pacioni (1992), lalu dihitung jumlah sporanya sehingga kemudian dapat diduga rata-rata jumlah spora dalam setiap gramnya. Penelitian ini menggunakan rata-rata 50 buah spora dalam setiap inokulan yang diberikan kepada tanaman.

Bibit yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebanyak 60 batang, terdiri atas 20 ulangan, 2 perlakuan yaitu diberi inokulan *G. etunicatum* (M1) dan diberi inokulan *G. margarita* (M2) serta 1 kontrol (CT). Benih *A. decurrens* disemaikan dalam bak semai dan dipelihara selama \pm 4 minggu, disapih ke *polybag* dengan cara di buat lubang pada media di *polybag* dengan diameter 1.5 cm dan kedalaman 8-10 cm, mikoriza dimasukkan kedalam lubang terlebih dahulu, baru setelah itu di tanam semai yang telah dipersiapkan diatasnya, semai ditanam hingga sedalam \pm 5 cm dari

ujung akar. Media tanah yang akan digunakan sebagai media tanam disterilisasi dengan cara di sangrai. Keasaman media diukur pada awal dan akhir masa penelitian dengan menggunakan kertas lakmus 4 warna serta tekstur media diidentifikasi dengan metode S. Nortcliff (Lal 2006) pada media tanam sebelum proses penyapihan.

Pengamatan yang dilakukan terhadap bibit, meliputi diameter batang, tinggi bibit, jumlah daun, kemampuan transpirasi serta suhu media. Tata waktu pengukuran parameter diatur sehingga dilakukan pada hari yang sama, khusus untuk suhu media dan kemampuan transpirasi dilakukan berurutan pada hari yang sama dengan cara mengukur suhu lebih dahulu lalu kemudian mengukur transpirasi, demikian diulang terus menerus pada semua bibit. Pengukuran parameter dilakukan pada RH 51-53% dan suhu udara dalam ruangan 29-30°C. Transpirasi pada tanaman diukur pada 700 PAR (Photosynthetic Activity Radiation).

Analisis Data

Pengolahan data statistik menggunakan bantuan software MiniTab 16. Hubungan di analisa dengan metode regresi yang mengacu pada Koopmans LH (1987), dimana model matematikanya adalah sebagai berikut:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_4 x_4$$

Dimana:

Y = Nilai yang diramalkan

β_0 = Konstanta

β_1 = Koefisien regresi

x = Variabel bebas

Analisis sidik ragam menggunakan (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% sesuai dengan model rancangan percobaan masing-masing mengacu pada Mattjik dan Sumertajaya (2002), dimana rumus matematikanya adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Dimana:

i = 1, 2, ..., 6 dan j=1, 2, ..., r

Y_{ij} = Pengamatan pada perlakuan ke-i dan kelompok ke-j

μ = Rataan umum

τ_i = Pengaruh perlakuan ke-i

β_j = Pengaruh kelompok ke-j

ε_{ij} = Pengaruh acak pada perlakuan ke-i dan kelompok ke-j

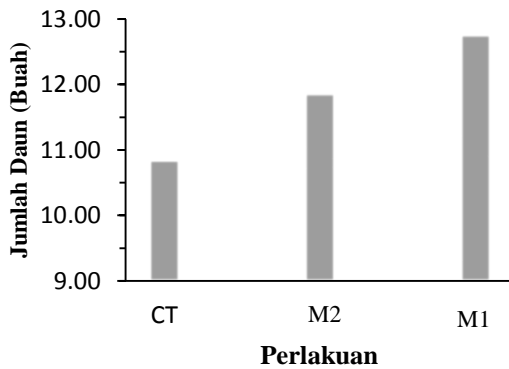
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan

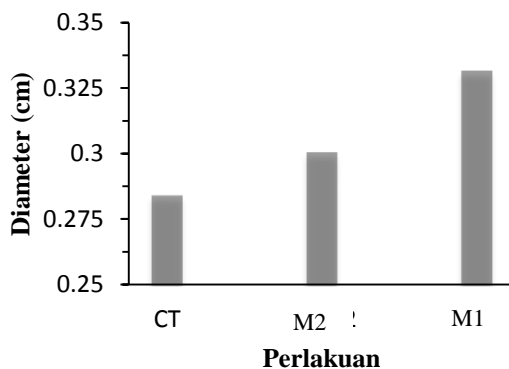
Rata-rata jumlah daun terbanyak (Gambar 1), ada pada tanaman dengan perlakuan M1 yaitu sebanyak 12.75 buah, sedangkan jumlah daun paling sedikit ada pada rata-rata jumlah daun tanaman kontrol (CT), yaitu rata-rata sebanyak 10.85 buah daun. Rata-rata diameter (Gambar 2) terbesar ada pada tanaman dengan perlakuan M1 yaitu sebesar 0.33125 cm, sedangkan rata-rata diameter terkecil ada pada tanaman kontrol (CT), yaitu sebesar 0.2841 cm. Hasil pengukuran

parameter tinggi (Gambar 3) menunjukkan bahwa performa terbaik ada pada tanaman dengan perlakuan M2, yaitu dengan tinggi rata-rata mencapai 9.7 cm, sementara itu, tanaman kontrol (CT) memiliki performa paling rendah, yaitu dengan rata-rata tinggi tanaman 8.4 cm.

Pengukuran tinggi, diameter dan jumlah daun menunjukkan bahwa performa bibit *A. decurrens* yang diberikan perlakuan mikoriza lebih baik dibandingkan tanaman kontrol, hal ini sejalan dengan hasil penelitian Budi *et al.* (2012) yang menyebutkan bahwa pertambahan tinggi dan berat kering daun mindi dapat ditingkatkan dengan memberikan inokulan *G. margarita* secara tepat, selanjutnya Budi dan Christina (2012) menyebutkan bahwa inokulan *Gigaspora margarita* dapat meningkatkan pertambahan diameter batang pada bibit jabon. Huang *et al.* (2009) menuliskan dalam jurnalnya, bahwa pemanfaatan mikoriza *G. etunicatum* pada tanaman jagung memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dibandingkan tanaman kontrol.



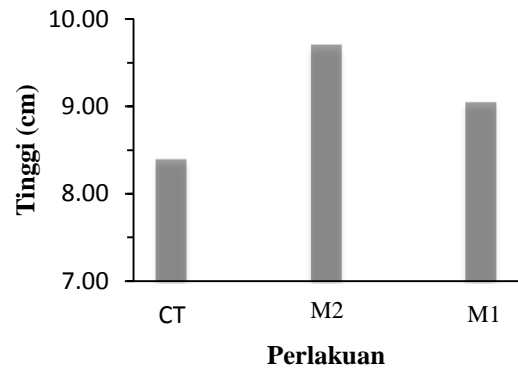
Gambar 1. Rata-rata jumlah daun. CT= tanaman kontrol, M1= tanaman dengan perlakuan *G. etunicatum*, M2= tanaman dengan perlakuan *G. margarita*



Gambar 2. Rata-rata diameter. CT= tanaman kontrol, M1= tanaman dengan perlakuan *G. etunicatum*, M2= tanaman dengan perlakuan *G. margarita*

Performa tumbuh yang baik pada tanaman terinokulasi mikoriza disebabkan simbiosis yang terjadi antara tanaman inang dengan fungi mikoriza berjalan dengan baik. Read (1999) menjelaskan bahwa kehadiran mikoriza bila ditelaah berdasarkan aspek fungsional dalam penyerapan berbagai substansi dari dalam tanah dapat meningkatkan kebugaran salah satu atau kedua mitra yang bersimbiosis. Pfeffer *et al.* (2001)

menegaskan bahwa nilai positif dari simbiosis ini adalah akibat dari terbentuknya antar-muka spesifik untuk keperluan pertukaran bahan dan energi bagi kedua organisme.

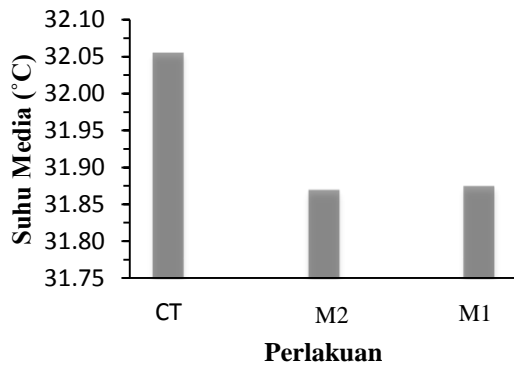


Gambar 3. Rata-rata tinggi. CT= tanaman kontrol, M1= tanaman dengan perlakuan *G. etunicatum*, M2= tanaman dengan perlakuan *G. margarita*

Hasil pengukuran pH menunjukkan bahwa media tanam yang digunakan memiliki pH yang mengarah ke asam, yaitu 5.5 dengan tekstur *clay loam*. Tekstur media menjadi penting karena apabila media memiliki nilai *clay* yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi aerasi pada tanah sehingga dapat berdampak langsung pada pertumbuhan tanaman. Kramer dan Kozlowski (1960), menjelaskan bahwa aerasi tanah yang baik dapat menyediakan oksigen yang cukup bagi pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman. Kondisi media yang mengarah pada asam, berakibat unsur hara esensial yang ada pada media menjadi terikat dalam bentuk senyawa sehingga sulit untuk dimanfaatkan oleh tanaman. Sopandie (2013) menjelaskan bahwa meningkatnya keasaman tanah berakibat pada penghambatan pertumbuhan akar dan kemampuan serap terhadap molekul air, penyebabnya ialah toksisitas logam berat serta terjadinya penurunan kelarutan P dan Mo.

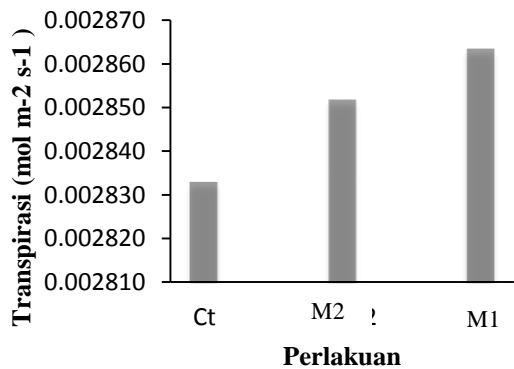
Perhitungan anova pada parameter suhu media, menunjukkan bahwa dari ketiga perlakuan, suhu media tidak berbeda nyata (Tabel 1), walaupun dalam rata-rata pengukuran (Gambar 4), menunjukkan bahwa, rata-rata suhu media tertinggi ada pada tanaman kontrol (CT), yaitu sebesar 32.055°C, sedangkan suhu terendah ada pada rata-rata tanaman dengan perlakuan M2, yaitu sebesar 31.87°C. Homogeny yang diperoleh dari parameter iklim selama pengukuran transpirasi dalam rumah kaca merupakan faktor yang dapat dimaklumi, namun yang menjadi fokus dalam pengamatan adalah heterogeny diluar dari faktor iklim (Demrati *et al.* 2007; Yang 1995).

Kemampuan transpirasi (Gambar 5), yang diukur dengan menggunakan alat licor 6400xt, menunjukkan bahwa, tanaman dengan perlakuan M1 memiliki rata-rata performa terbaik, yaitu sebesar 0.002863 mol.m⁻².s⁻¹, sedangkan performa terendah, ada pada tanaman kontrol yaitu sebesar 0.002833 mol.m⁻².s⁻¹.



Gambar 4. Rata-rata suhu media, CT= tanaman kontrol, M1= tanaman dengan perlakuan *G.etunicatum*, M2= tanaman dengan perlakuan *G. margarita*

Tingginya kemampuan transpirasi pada tanaman terinokulasi mikoriza dibandingkan tanaman kontrol diduga karena kehadiran simbiotik mikoriza pada akar tanaman dapat membantu tanaman untuk lebih optimal dalam menyerap molekul air dari dalam tanah, hal ini sejalan dengan penelitian Quilambo *et al.* (2005), yang menjelaskan bahwa simbiosis mikoriza arbuskula berpengaruh secara nyata meningkatkan ketahanan tanaman kacang terhadap cekaman kekeringan dimana struktur hifa mampu mencapai molekul air pada pori mikro tanah yang tidak dapat dijangkau oleh akar.



Gambar 5. Rata-rata transpirasi. CT= tanaman kontrol, M1= tanaman dengan perlakuan *G.etunicatum*, M2= tanaman dengan perlakuan *G. margarita*

Nusantara *et al.* (2012) berpendapat bahwa FMA diketahui memiliki banyak peran fungsional dalam hubungannya dengan tanaman kehutanan, fungsi tersebut antara lain sebagai bioprosesor yang mampu memompa hara dan air bagi tanaman, sebagai bioprotektor yang melindungi tanaman dari cekaman biotik dan abiotik, sebagai bioaktifator yang meningkatkan jumlah simpanan karbon pada lapisan rhizospere serta sebagai bioagregator yang mampu meningkatkan agregasi tanah.

Tabel 1. Rata-rata hasil pengukuran parameter

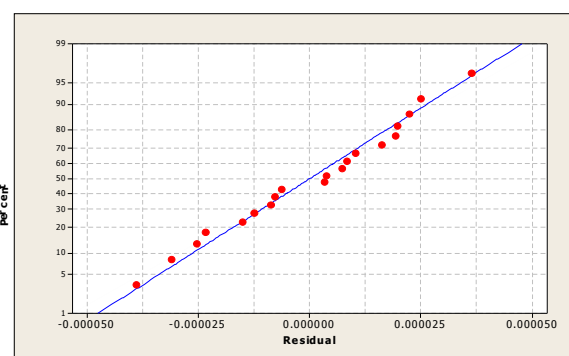
	Σ Daun (Buah)	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Suhu (°C)
CT	10.850b	8.400b	0.284132c	32.0550a
M2	12.750a	9.500a	0.300520b	31.8700a
M1	11.850ab	9.700a	0.331250a	31.8750a

Ket. Huruf pada nilai hasil pengukuran rata-rata merupakan grouping beda nyata pada taraf kepercayaan 95% pada masing masing parameter ukur

Kemampuan transpirasi yang tinggi pada tanaman dengan perlakuan M1 dipengaruhi oleh tingginya rata-rata diameter batang dibandingkan dengan tanaman lainnya. Baker and Van Bavel (1987) menjelaskan bahwa laju transpirasi sangat dipengaruhi oleh kecepatan pengangkutan molekul air pada xylem, dimana kecepatan angkut sangat dipengaruhi oleh ukuran pembuluh xylem pada batang. Jumlah daun pada tanaman M1 yang lebih banyak dibandingkan tanaman lain berperan penting untuk meningkatkan kemampuan tanaman B4A2 melakukan transpirasi karena bertambahnya jumlah daun berarti bertambah pula jumlah stomata tersedia. Sejalan dengan hal tersebut, Lakitan (2011) berpendapat bahwa tersedianya stomata dengan kemampuan bukaan yang optimum dapat meningkatkan laju transpirasi pada tanaman.

Hubungan antara kemampuan transpirasi dengan dimensi tumbuh tanaman dapat dijelaskan dari model regresi yang diperoleh pada penelitian ini. Levin dan Rubin (1997) menjelaskan bahwa regresi digunakan untuk menentukan sifat-sifat dan kekuatan hubungan antara dua variabel serta memprediksi nilai dari suatu variabel yang belum diketahui dengan didasarkan pada observasi masa lalu terhadap variabel tersebut dan variabel-variabel lainnya. Model regresi yang diperoleh dari pendugaan parameter Y (kemampuan transpirasi) oleh parameter X (jumlah daun, diameter, tinggi dan suhu media) pada tanaman kontrol menunjukkan R-Sq(adj) sebesar 73.31%. Sebaran data menunjukkan regresi positif terhadap garis linier (Gambar 6). Formula yang dihasilkan dari model regresi pada tanaman *A. decurrens* kontrol adalah sebagai berikut:

$$\text{Transpirasi} = 0.00979367 + 2.18769 \times 10^{-5} \text{ Jumlah Daun} - 0.0256876 \text{ Diameter} + 2.52763 \times 10^{-5} \text{ Tinggi} - 3.48695 \times 10^{-6} \text{ Suhu Media}$$



Gambar 6. Grafik linier regresi tanaman kontrol

Bentuk lain dari formula regresinya dengan mentransformasi data X menjadi per 1000 adalah:

$$\text{Transpirasi} = 0.00464 + 0.0480 \text{ Suhu Media} + 0.0246 \text{ Tinggi} + 0.0209 \text{ Jml Daun} - 13.3 \text{ Diameter}$$

Model regresi pada tanaman dengan perlakuan M2 menghasilkan formula sebagai berikut :

$$\text{Transpirasi} = 0.000684451 + 0.00567293 \text{ Diameter} + 4.30008 \times 10^{-6} \text{ Jml Daun} + 5.45679 \times 10^{-6} \text{ Tinggi} + 1.12497 \times 10^{-5} \text{ Suhu Media}$$

Tabel 2. Hasil regresi tanaman kontrol

	R-Sq(adj)	VIF	P Value	Durbin Watson
X/1000	74.4%	Suhu media =5.154 Tinggi=4.106 Jml Daun =6.019 Diameter =4.914	0.000	1.33654
X	74.4%	Suhu media =5.154 Tinggi=4.106 Jml Daun =6.019 Diameter =4.914	0.000	1.36042

Tabel 3. Hasil regresi tanaman M2

	R-Sq(adj)	VIF	P Value	Durbin Watson
X	95.43%	Diameter =17.0174 Jml Daun =20.7515 Tinggi =16.0812 Suhu Media =9.7077	0.000	0.923411

Tabel 4. Hasil regresi Tanaman M1

	R-Sq(adj)	VIF	P Value	Durbin Watson
X/1000	73.66%	Suhu media =4.5365 Tinggi=1.7753 Jml Daun =4.8736 Diameter =5.8871	0.000	1.14107
X	73.66%	Diameter =5.8871 Jml Daun =4.8736 Tinggi =1.7753 Suhu Media =4.5365	0.000	1.14001

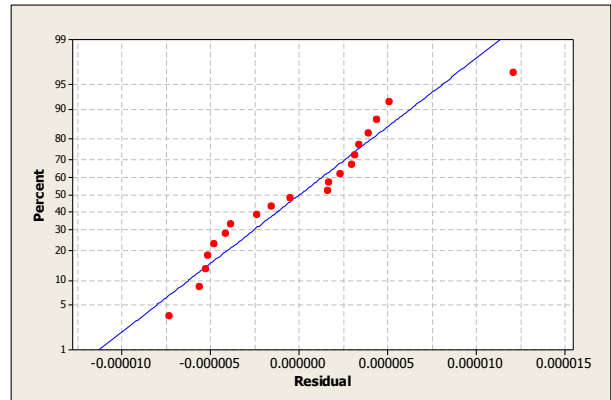
Model regresi pada tanaman *A. decurrens* dengan perlakuan M2 memiliki R-Sq(adj) sebesar 95.43% dan terdapat korelasi positif (gambar 7), sayangnya nilai VIF dari regresi ini berada pada nilai > 7 sehingga secara umum metode regresi tidak dapat digunakan untuk pendugaan transpirasi pada tanaman disebabkan adanya multikolinieritas didalam data X (Tabel 3). Kondisi multikolinieritas dalam penelitian ini tidak dapat diatasi dengan mengurangi jumlah parameter yang diamati pada X, karena hasilnya tetap menghasilkan VIF > 7. Anderson dan Krathwohl (2001), menjelaskan bahwa syarat untuk menggunakan model regresi sebagai formula pendugaan Y oleh X adalah nilai VIF berkisar antara > -7 sampai < 7.

Model regresi yang diperoleh dari pendugaan kemampuan transpirasi oleh parameter X (jumlah daun, diameter, tinggi dan suhu media) pada tanaman M1 menunjukkan R-Sq(adj) sebesar 73.66%. Sebaran data menunjukkan regresi positif terhadap garis linier (Gambar 8). Formula yang dihasilkan dari model regresi pada tanaman *Acacia decurrens* M1 adalah sebagai berikut:

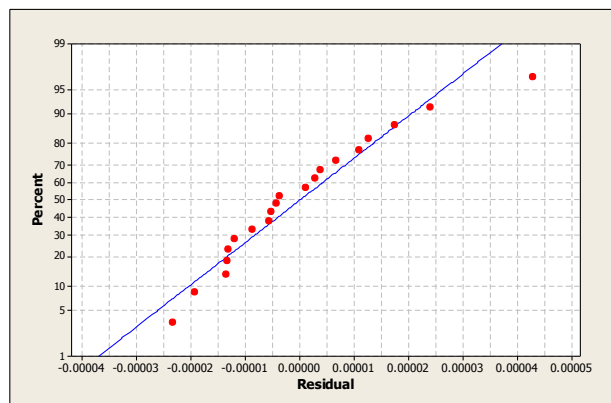
$$\text{Transpirasi} = 0.00110105 + 0.019408 \text{ Diameter} + 1.89006 \times 10^{-5} \text{ Jml Daun} - 4.18572 \times 10^{-6} \text{ Tinggi} + 2.87449 \times 10^{-5} \text{ Suhu Media}$$

Bentuk lain dari formula regresinya dengan mentransformasi data X menjadi per 1000 adalah:

$$\text{Transpirasi} = 0.00110105 + 1.9408 \text{ Diameter} + 0.0189006 \text{ Jml Daun} - 0.00418572 \text{ Tinggi} + 0.0287449 \text{ Suhu Media}$$



Gambar 7. Grafik linier regresi tanaman M2



Gambar 8. Grafik linier regresi tanaman M1

Regresi pada perlakuan M1 yang memiliki P Value = 0.000 (Tabel 4), menegaskan bahwa formula regresi pada perlakuan ini dapat digunakan untuk menduga kemampuan transpirasinya. Capaian R-Sq(adj) hingga lebih dari 70% untuk menduga transpirasi pada penelitian ini cukup menggembirakan, mengingat parameter X yang digunakan dalam penelitian merupakan parameter yang dapat diukur secara sederhana, sedangkan pada penelitian yang dilakukan Carmassia *et al.* (2013) untuk menduga transpirasi pada tanaman *Gerbera jamesonii*, walaupun diperoleh R-Sq(adj) hingga 80-95%, namun parameter-parameter yang digunakan sebagai variable bebas adalah parameter-parameter khusus dari fisiologis didalam daun.

KESIMPULAN

Penggunaan *G. etunicatum* dan *G. margarita* terbukti meningkatkan pertumbuhan tanaman *A. decurrens* dibandingkan kontrol. Bertambahnya dimensi tanaman berkorelasi kuat dengan meningkatnya kemampuan transpirasi tanaman. Kemampuan transpirasi tanaman *A. decurrens* pada rumah kaca, dapat diduga dengan menggunakan formula regresi kecuali pada tanaman dengan perlakuan M2 dimana perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menambah dan atau mengganti variable bebasnya sehingga nilai VIF pada formula regresi menjadi dibawah 7.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani Y. 2008. *Respons Pertumbuhan Padi Gogo dan Sawah Terhadap Inokulasi Glomus Etunicatum dan Pengurangan P.* [Skripsi]. Bogor(ID). Repostory Intitut Pertanian Bogor.
- Anderson JE, McNaughton SJ. 1973. Effects of low soil temperature on transpiration, photosynthesis, leaf relative water content and growth among elevation diverse plant population. *Ecology*. 54: 1220-1233.
- Anderson LW, Krathwohl DR. 2001. *A Taxonomy for learning Teaching and Assesing; A Revision of Bloom's Taxonomy of Education Objectives*. New York(US). Addison Wesley Lonman Inc.
- Baker JM, Van Bavel CHM. 1987. Measurement of mass flow of water in the steam of herbaceous plant. *Cell and Environment*. 10: 777-782.
- Brundrett MC, Bougher N, Dell B, Grove T, Malajczuk N. 1996. *Working With Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. Canberra Australia (AU): Australian Centre for International Agricultural Research.
- Budi SW, Christina F. 2012. Coal waste powder amendment and arbuscular mycorrhizal fungi enhance the growth of jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq) seedling in ultisol soil medium. *J Trop Soils*. 18:59-66.
- Budi SW, Bakhtiar Y, Lamaek MN. 2012. Bacteria associated with arbuscula mycorrhizal spores *Gigaspora margarita* and their potential for stimulating root mycorrhizal colonization and neem (*Melia azaderach* Linn) seedling growth. *Microbiology journal*. 6:180-188.
- Carmassia G, Baccib L, Bronzina M, Incroccia L, Magginia R, Bellocchic G, Massad D, Pardossia A. 2013. Modelling transpiration of greenhouse gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus) grown in substrate with saline water in a Mediterranean climate. *Scientia Horticulturae*. 156: 9-18.
- Demrati H, Boulard T, Fatnassi H, Bekkaoui A, Majdoubi H, Elattir H, Bouirden L. 2007. Microclimate and transpiration of a greenhouse banana crop. *Biosyst. Eng*. 98: 66-78.
- Hanks RJ. 1982. Predicting crop production as related to drought stress under irrigation. *Utah Agriculture Experiment Station Research Report*. 65:367.
- Huang H, Zhang S, Wu N, Luo L, Christie P. 2009. Influence of *Glomus etunicatum*/*Zea mays* mycorrhiza on atrazine degradation, soil phosphatase and dehydrogenase activities, and soil microbial community structure. *Soil Biology & Biochemistry*. 41: 726-734.
- Kartika E. 2006. *Tanggap Pertumbuhan, Serapan Hara dan Karakter Morfologi Terhadap Cekaman Kekeringan pada Bibit Kelapa Sawit yang Bersimbiosis dengan FMA*. [Desertasi]. Bogor (ID). Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Koopmans LH. 1987. *Introduction to Contemporary Statistical Methods Second Edition*. Boston(US). PWS Publisher.
- Kramer PJ, Kozlowski TT. 1960. *Physiology of Tree*. London (UK). McGraw Hill Book Company London.
- Lakitan B. 2011. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta(ID). Rajawali Pers.
- Lemmens RHMJ, Soerianegara I, Wong WC. 1995. *Plant Resources of South-East Asia-Minor Commercial Timbers Vol 5(2)*. Bogor(ID). Prosea.
- Levin RI, Rubin DS. 1997. *Statistics for Management*, (7th edn.). New Jersey(US). Prentice-Hall International.
- Long SP. 1982. *Measurement of Photosynthetic Gas Exchange*. Oxford(UK). J-Coombs and DO-Hall, Pergamon Press Oxford.
- Luthi D, Schar C, Frei C, Davies HC. 1997. *The Influence of Initial Soil Moisture Upon The Hydrological Cycle In a Regional Climate Model*. California(US). 13th Conference on Hydrology, Long Beach, CA.
- Mattjik AA, Sumertajaya IM. 2002. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Bogor (ID): IPB Press.
- Nusantara AD, Bertham YH, Mansur I. 2012. *Bekerja dengan Fungi Mikoriza Arbuskula*. SEAMEO BIOTROP. Bogor(ID). Percetakan IPB.
- Pacioni G. 1992. *Wet sieving and decanting techniques for the extraction of spores of VA mycorrhizal fungi*. Edr: Norris JR, Read and Varma (Fds). Methods in Microbiology, Vol 24, Academic Press Inc, San Diego. Hal 317-322.

- Pfeffer PE, Bago B, Shachar-Hill Y. 2001. Exploring mycorrhizal function with NMR spectroscopy. *New Phytol.* 150: 543–553.
- Quilambo OA, Weissenhorn I, Doddema H, Kuiper PJC, Stulen I. 2005. Arbuscular mycorrhizal inoculation of peanut in low-fertile tropical soil. II. Alleviation of drought stress. *Journal of Plant Nutrition.* 28: 1645–1662.
- Rattal Lal. 2006. *Encyclopedia of Soil Science (Second Edition)*. New York(US). Taylor and Francis/CRC Press.
- Read DJ. 1999. *Mycorrhiza—The State Of The Art*. Varma AK, Hock B (editor). *Mycorrhiza: Structure Function, Molecular Biology and Biotechnology* 1st. Berlin(DU) Springer-Verlag.
- Salisbury FB, Ross CW. 1992. *Plant Physiology* 4th. California (US). Wadsworth Publishing.
- Sopandie D. 2013. *Fisiologi Adaptasi Tanaman Terhadap Cekaman Abiotik pada Agroekosistem Tropika*. Bogor(ID). IPB Press.
- Syah MJA, Irwan Was, Herizal Y. 2007. *Pemanfaatan Cendawan Mikoriza Arbuskula untuk Memacu Pertumbuhan Bibit Manggis*. Bogor(ID). Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika- SINAR TANI Edisi 24–30 Oktober 2007.
- Von Caemmerer, Suzanne, Graham Farquhar. 1981. Some relationship between the biochemistry of photosynthesis and gas exchange of leaves. *Planta.* 153: 376–387.
- Wallace AM, Stout NB. 1962. Transpiration rates under controlled environment: species, humidity and available water as variables. *Ohio Journal of Sciences.* 62: 18–26.
- Yang XS. 1995. Greenhouse micrometeorology and estimation of heat and watervapor fluxes. *J. Agric. Eng. Res.* 61: 227–237.