

Efek Pemberian Fosfor terhadap Pertumbuhan dan Status Hara pada Bibit Manggis

Liferdi, L.

Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Jl. Raya Solok-Aripan Km. 8, Solok 27301
Naskah diterima tanggal 12 Maret 2009 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 4 Desember 2009

ABSTRAK. Fosfor (P) dikatakan sebagai salah satu kunci kehidupan, karena fungsinya yang sangat sentral dalam proses kehidupan. Fungsi utama P dalam tanaman adalah menyimpan dan mentransfer energi dalam bentuk ADP dan ATP. Energi diperoleh dari fotosintesis dan metabolisme karbohidrat yang disimpan dalam campuran fosfat untuk digunakan dalam proses-proses pertumbuhan dan produksi. Tanpa P, proses-proses tersebut tidak dapat berlangsung. Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2004 sampai Mei 2006 di Kebun Pembibitan Pusat Kajian Buah Tropika Institut Pertanian Bogor, Tajur, Bogor pada ketinggian 200 m dpl.. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan pengaruh P terhadap pertumbuhan dan status hara P pada bibit manggis. Tanaman manggis umur 17 bulan digunakan dalam penelitian ini. Penelitian disusun dalam rancangan acak kelompok, dengan enam perlakuan dan enam ulangan. Perlakuan terdiri atas enam tingkat dosis pupuk P, yaitu 0, 25, 50, 100, 200, dan 400 ppm/tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa P memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit manggis, terutama untuk peubah tinggi tanaman, panjang cabang, jumlah cabang, dan jumlah daun. Konsentrasi P daun berdasarkan hasil analisis, statusnya dikelompokkan sebagai berikut: $<0,05\%$ = sangat rendah, $0,05 - <0,10\%$ = rendah, $0,10 - <0,19$ = sedang, dan $>0,19\%$ = sangat tinggi. Untuk mendapatkan pertumbuhan maksimum dibutuhkan dosis pupuk P optimum sebanyak 130 ppm P/tanaman bibit. Bila mempergunakan model *linear plateau* maka dosis yang direkomendasikan adalah 84 ppm P/tanaman bibit. Implikasi dari hasil penelitian ini adalah sebagai pedoman dalam menyusun rekomendasi pemupukan P untuk bibit manggis.

Katakunci: *Garcinia mangostana*; Bibit manggis; Pertumbuhan; Status hara P; Dosis rekomendasi.

ABSTRACT. Liferdi, L. 2010. **The Effect of Phosphor Application on the Growth and Nutrient Status of Mangosteen Seedling.** Phosphor (P) is often called as a key in life because of its central function in the living process. The most essential function of P in plant is energy storage and transfer within adenosine di and tri phosphates (ADP and ATP) forms. Energy obtained from photosynthesis and metabolism of carbohydrate is stored in phosphate compounds for subsequent use in growth and reproduction processes. Without P, those processes can not occur. The experiment was conducted on June 2004 until May 2006 at the nursery of Center for Tropical Fruits Study, Bogor Agricultural University (elevation 200 m asl.). The objective of this experiment was to examine the effect of P on the growth and nutrient status of mangosteen seedling. The experiment was arranged in a randomized complete block design, consisting of six treatments with six replications. The treatments were six levels of P dosage: 0, 25, 50, 100, 200, and 400 ppm/plant. All treatments were applied on 17-months mangosteen seedlings. The results showed that P significantly affected plant height, branch length, branch number, and leaf number of mangosteen seedlings. Based on leaf tissue analysis, the leaf with concentration of P less than 0.05% was classified as very low, 0.05 to $<0.10\%$ was low, 0.10 to $<0.19\%$ was medium, and $>0.19\%$ was very high. To obtain the maximum growth of mangosteen seedling the optimum dosage of P of 130 ppm P/plant was needed. By using a linear plateau model, the recommended dosage was 84 ppm P/plant. The results of this research can be used as a guide to estimate P fertilization, especially for mangosteen seedling.

Keywords: *Garcinia mangostana*; Mangosteen seedling; Growth; Nutrient status of P; Recommendation dosage.

Fosfor adalah hara makro esensial yang memegang peranan penting dalam berbagai proses, seperti fotosintesis, asimilasi, dan respirasi. Fosfor merupakan komponen struktural dari sejumlah senyawa molekul pentransfer energi ADP, ATP, NAD, NADH, serta senyawa sistem informasi genetik DNA dan RNA (Gardner *et al.* 1985). Embleton *et al.* (1973) menyatakan bahwa P berperan dalam pertumbuhan tanaman (batang, akar, ranting, dan daun). Fosfat dibutuhkan oleh tanaman untuk pembentukan sel pada jaringan akar dan tunas yang sedang tumbuh serta

memperkuat batang, sehingga tidak mudah rebah pada ekosistem alami (Thompson dan Troeh 1978, dan Aleel 2008).

Mengingat fungsi P yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman, maka penambahan P untuk memenuhi kebutuhan hara P pada pertumbuhan bibit manggis harus dilakukan. Hal ini merupakan salah satu upaya mempercepat pertumbuhan bibit manggis, karena masalah serius dalam budidaya manggis adalah laju pertumbuhan tanaman yang sangat lambat dan panjangnya masa remaja (Anwarudin *et al.* 2007).

Hasil penelitian sebelumnya tahun 2004 (Liferdi 2010) melaporkan bahwa kebutuhan hara nitrogen bibit manggis yang terpenuhi dapat meningkatkan pertumbuhan 57% lebih cepat daripada bibit manggis yang kebutuhan nitrogennya tidak terpenuhi.

Namun demikian, informasi mengenai hara P yang optimum untuk pertumbuhan bibit manggis belum tersedia. Petani belum mempertimbangkan kaidah pemupukan secara ilmiah dan melakukan pemupukan secara rasional pada bibit manggis. Pemupukan yang rasional dan ilmiah didasari pada potensi atau status hara dan kebutuhan tanaman. Hal ini sesuai dengan filosofi pemupukan sebagai upaya untuk menambah hara ke dalam tanah, agar tanaman dapat tumbuh dan berproduksi secara maksimum bila tanah tidak mampu menyediakannya (Dahnke dan Olson 1990).

Kebutuhan hara tanaman dapat dideteksi melalui analisis daun. Analisis daun telah digunakan sebagai petunjuk dalam mendiagnosis masalah hara dan sebagai dasar rekomendasi pemupukan pada tanaman buah-buahan di berbagai negara (Smith 1962, Leece 1976, Shear dan Faust 1980). Sementara itu, analisis daun pada tanaman buah-buahan di Indonesia masih jarang dilakukan.

Dari hasil penelitian sebelumnya tahun 2004 (Liferdi *et al.* (2008) diperoleh yang tepat untuk dijadikan sampel pada tanaman manggis. Daun yang tepat sebagai daun sampel adalah daun berumur lima bulan (ditandai sejak pecah tunas), yaitu daun yang mempunyai korelasi terbaik dengan hasil dan pertumbuhan tanaman. Analisis jaringan daun berumur lima bulan dapat diinterpretasikan jika dikalibrasikan dengan hasil dan pertumbuhan. Studi ini menentukan hubungan antara nilai analisis jaringan daun dengan respons tanaman di lapangan. Dengan demikian, uji kalibrasi memberikan makna nilai analisis jaringan daun yang diperoleh dari laboratorium menjadi data interpretasi, yang menandakan kandungan unsur dalam daun tersebut sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, atau sangat tinggi. Melalui studi kalibrasi, nilai hasil analisis jaringan daun dari laboratorium dapat memberikan indikasi (1) tingkat defisiensi atau tingkat kecukupan unsur hara dan (2) jumlah hara yang harus ditambahkan apabila unsur tersebut kurang. Hanya tanaman yang tergolong memiliki kandungan hara sangat rendah, rendah,

hingga sedang saja yang perlu penambahan unsur hara.

Berdasarkan pemikiran tersebut, penelitian ini diarahkan untuk (1) mengetahui pengaruh pemberian P terhadap pertumbuhan bibit manggis, (2) memperoleh data interpretasi status hara P daun pada bibit manggis, dan (3) memprediksi kebutuhan pupuk P optimum untuk mendapatkan pertumbuhan bibit manggis yang maksimum.

Hipotesis penelitian ialah terdapat respons pertumbuhan bibit manggis akibat pemberian P, diperoleh kaitan antara kebutuhan pupuk P dengan status hara P pada daun manggis, dan terlihat gejala yang berbeda dan spesifik pada kondisi kekurangan, kecukupan, dan kelebihan P pada bibit manggis.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2004 sampai dengan Mei 2006 di Kebun Pembibitan Pusat Kajian Buah-buahan Tropika, IPB, Tajur. Lokasi penelitian berada pada ketinggian 200 m dpl. dengan suhu berkisar 20-32°C. Analisis kimia dilakukan di Laboratorium Departemen Agronomi dan Hortikultura serta Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Percobaan terdiri dari enam perlakuan, yaitu dosis pupuk P, yang disusun dalam rancangan acak kelompok, setiap unit perlakuan terdiri dari tiga tanaman, yang diulang tiga kali. Dosis perlakuan adalah P0 = 0 ppm, P1 = 25 ppm, P2 = 50 ppm, P3 = 100 ppm, P4 = 200 ppm, dan P5 = 400 ppm.

Bibit tanaman manggis yang digunakan ialah bibit berumur 17 bulan. Bibit dipilih yang belum mempunyai cabang dan pertumbuhannya relatif seragam (tinggi, diameter batang, dan jumlah daun). Bibit tersebut dipindahkan ke dalam polibag warna hitam ukuran 30x20 cm dengan media pasir kali. Pemindahan bibit dilakukan dengan cara membuang media tumbuh asal, kemudian akarnya dicuci hingga bersih, lalu ditanam kembali pada polibag yang telah disediakan. Larutan nutrisi diberikan seminggu tiga kali sesuai dengan masing-masing perlakuan dengan cara disiramkan ke dalam polibag. Fosfor sebagai perlakuan bersumber dari KH₂PO₄. Aplikasi pupuk selain perlakuan juga diberikan

larutan hara standar sebagai pupuk dasar, yaitu N 200 ppm, K 100 ppm, Ca 100 ppm, Mg 70 ppm, Fe 0,8 ppm, B 0,5 ppm, Mn 0,8 ppm, Zn 0,05 ppm, Cu 0,05 ppm, dan Mo 0,03 ppm (Ismadi 2004).

Pemeliharaan dilakukan sesuai kebutuhan tanaman. Penyiraman diberikan 250 ml/tanaman/hari bersamaan dengan pupuk untuk tanaman yang mendapat perlakuan pada jadwal yang telah ditentukan, sedangkan di luar ketentuan tersebut hanya diberikan air. Penyiangian dan pengendalian hama dilakukan secara manual.

Pengamatan

1. Pengamatan pertumbuhan dilakukan setiap minggu meliputi:
 - tinggi tanaman, diukur dari pangkal tanaman sampai buku teratas,
 - diameter batang, pengukuran dilakukan 5 cm di atas media tumbuh,
 - jumlah dan panjang cabang primer,
 - jumlah daun, jumlah daun yang tumbuh selama penelitian, tunas daun muda dianggap sebagai daun apabila tunas tersebut sudah membuka dan membentuk daun (trubus awal).
2. Analisis kandungan hara P daun dilakukan di akhir penelitian menggunakan metode pengabuan kering. Daun yang digunakan untuk analisis ini adalah daun berumur lima bulan.
3. Untuk mengetahui gejala kekurangan dan kelebihan P dilakukan pengamatan secara visual.

Semua data pertumbuhan dan kandungan hara daun yang disajikan adalah data pada akhir penelitian, karena data pada awal penelitian relatif seragam.

Data hasil pengamatan pertumbuhan dianalisis dengan sidik ragam. Apabila diperoleh pengaruh yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf kepercayaan 5%, sedangkan untuk mengetahui pola respons dilakukan uji ortogonal polinomial.

Untuk mengetahui status hara P dari data analisis daun dilakukan tahapan kegiatan sebagai berikut:

1. Menghitung pertumbuhan relatif (%) (misal rerata tinggi tanaman dari setiap ulangan) sebagai berikut:

$$\text{Pertumbuhan relatif} = \frac{Y_i}{Y_{\text{maks}}} \times 100\%$$

Y_i = pertumbuhan pada perlakuan hara P ke-i,

Y_{maks} = pertumbuhan maksimum (misal tinggi tanaman relatif 100% ialah tanaman yang tertinggi pada percobaan tersebut).

2. Selanjutnya nilai pertumbuhan relatif sebagai *dependent variable* (Y) dihubungkan dengan nilai kandungan hara P daun sebagai *independent variable* (X), kemudian dianalisis dengan beberapa model regresi (kuadratik, logistik, linier, dan eksponensial). Model yang mempunyai kriteria terbaik secara statistik digunakan untuk menentukan status hara P pada bibit manggis.

Berdasarkan model yang ditetapkan, maka ditarik garis untuk menghubungkan antara kadar hara P daun dengan pertumbuhan relatif untuk menentukan kelas status hara. Kidder (1993) membagi ke dalam lima kategori kelas status hara berdasarkan persentase hasil relatif yaitu (1) sangat rendah (<50%), (2) rendah (50-<75%), (3) cukup (75-<100%), (4) tinggi (100%), dan (5) sangat tinggi (hasil <100% akibat keracunan).

Untuk mengetahui kebutuhan dosis pupuk optimum agar tanaman dapat tumbuh secara maksimum digunakan model regresi kuadratik. Model ini merupakan hubungan antara dosis pupuk dengan parameter pertumbuhan (misal tinggi tanaman relatif) sebagai respons pemupukan.

Persamaan garis regresinya adalah:

$$RY = a + bP + cP^2$$

di mana:

RY = pertumbuhan relatif (%),
 P = dosis pupuk P (ppm/tanaman),
 a , b , dan c = konstanta.

Selanjutnya penentuan dosis pupuk P yang menunjukkan hasil relatif maksimum dengan rumus turunan dari persamaan regresinya yaitu:

$$RY/P = b + 2cP = 0; P = -b/2c$$

di mana:

RY = hasil relatif (%),
 P = dosis pupuk P (ppm/tanaman),
 b dan c = konstanta.

Cara kedua adalah menggunakan model regresi *linear plateau*, yaitu dengan mematok persamaan regresi linier pada hasil relatif 90%. Persamaan regresinya yaitu:

$$RY = a + bP$$

Dosis rekomendasi ditetapkan saat tanaman mencapai pertumbuhan 90% dari pertumbuhan maksimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Respons Pertumbuhan Tanaman terhadap Pemberian P

Secara umum pemberian pupuk P berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman manggis. Hal ini terlihat dari peningkatan pertumbuhan bibit manggis yang mendapat pupuk P dibandingkan dengan yang tidak mendapatkan pupuk P. Apabila dosis pupuk P berlebihan, pertumbuhan tajuk terhambat, bahkan dapat menyebabkan kematian. Pola respons tinggi tanaman dan panjang cabang terhadap pemberian pupuk P adalah kuadratik, sedangkan untuk jumlah cabang dan jumlah daun meningkat sejalan dengan meningkatnya dosis nitrogen dengan pola respons linier.

Bila dibandingkan antarperlakuan, maka tanaman manggis yang terbaik pertumbuhannya diperoleh pada perlakuan P 50 ppm. Tanaman ini mempunyai tinggi, panjang cabang, jumlah cabang, dan jumlah daun yang lebih tinggi dan lebih banyak dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 1). Tinggi tanaman P2 (83,47 cm) berbeda

nyata dengan tinggi tanaman manggis yang tidak mendapat hara P sama sekali, yaitu P0 (40,93 cm), demikian pula dengan tanaman P4 (69,85 cm) dan P5 (67,20 cm) yang kelebihan hara P. Jumlah cabang P2 (8,33) berbeda nyata dengan P0 (3,50) dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Panjang cabang P2 (26,08 cm) berbeda nyata dengan P0 (14,50 cm) dan P5 (19,10 cm), sedangkan jumlah daun P2 (59,00) berbeda nyata dengan P0 (27,33) dan P5 (37,67). Secara visual tanaman dengan perlakuan P2 tidak menunjukkan perbedaan yang cukup berarti dengan P1 dan P3. Tanaman manggis yang tumbuh baik dan lebih subur mengindikasikan terpenuhinya kebutuhan hara P.

Respons pemberian P lebih terlihat pada parameter tinggi tanaman, jumlah cabang, dan jumlah daun dibandingkan dengan diameter batang. Perlakuan 50 ppm P signifikan meningkatkan tinggi tanaman, jumlah cabang, dan jumlah daun lebih dari dua kali lipat daripada tanaman kontrol, sedangkan diameter batang relatif sama. Terjadinya perbedaan respons tanaman terhadap pemberian P ini kemungkinan erat kaitannya dengan peranan P dalam pembentukan sel baru pada jaringan yang sedang tumbuh. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Thompson dan Troeh (1978) bahwa fosfat dibutuhkan oleh tanaman untuk pembentukan sel pada jaringan akar dan tunas yang sedang tumbuh.

Pada penelitian sebelumnya dilakukan upaya-upaya untuk mempercepat pertumbuhan bibit manggis, antara lain melalui perendaman biji manggis dalam larutan GA₃ dapat mempertinggi

Tabel 1. Tinggi tanaman, diameter batang, jumlah cabang, dan jumlah daun pada bibit manggis 14 bulan setelah perlakuan (*Plant height, stem diameter, branch number, and leaf number on mangosteen seedling after 14 months of treatments*)

Perlakuan P (P treatments) ppm	Tinggi tanaman (Plant height) cm	Diameter batang (Stem diameter) cm	Panjang cabang (Branch length) cm	Jumlah cabang (Branch number)	Jumlah daun (Leaf number)
0	40,93 b	0,84 a	14,50 b	3,50 b	27,33 b
25	78,73 a	0,81 a	25,67 a	8,00 a	59,00 a
50	83,47 a	0,87 a	26,08 a	8,33 a	58,00 a
100	72,82 a	0,86 a	24,17 a	8,33 a	45,33 ab
200	69,85 a	0,86 a	23,77 a	7,83 a	49,17 ab
400	67,20 a	0,86 a	19,10 ab	7,67 a	37,67 ab
Pola respons (Response pattern)	Q*	-	Q*	L*	L*

Pola respons diuji dengan ortogonal polinomial (*Response pattern tested by polynomial orthogonal*); * = nyata pada taraf uji 5% (*significant at test level of 5%*), ** = nyata pada taraf uji 1% (*significant at test level of 1%*), tn (ns) = tidak nyata (*not significant*)

tanaman (Anwarudin *et al.* 1996). Naungan 50-75% memberikan pertumbuhan semai manggis yang lebih baik daripada naungan 25% atau tanpa naungan (Sadwiyanti *et al.* 1996). Penggunaan lapisan *top soil* tanah Latosol memberikan pertumbuhan semai yang cukup baik (Anwarudin *et al.* 1998). Media tumbuh campuran pasir, tanah, dan kotoran sapi (3:2:1) dapat meningkatkan tinggi semaian (Rukaya dan Zabedah 1992).

Sejumlah penelitian mengenai pemacu pertumbuhan manggis yang dilakukan menunjukkan bahwa perlakuan dari setiap penelitian hanya mampu mempercepat pertumbuhan sebesar 10-18% dibandingkan dengan kontrol (Anwarudin *et al.* 2007), sedangkan pada penelitian ini dengan memenuhi kebutuhan hara P bibit manggis hasilnya 49% lebih tinggi daripada kontrol.

Terobosan lain yang lebih baru untuk memacu pertumbuhan bibit manggis adalah melalui manipulasi CO₂, perbaikan sistem perakaran, dan pemanfaatan mikoriza (Anwarudin *et al.* 2007). Bibit manggis umur dua bulan setelah satu tahun diberi CO₂ dapat tumbuh hampir dua kali lebih cepat dibandingkan kontrol (Anwarudin *et al.* 2002a). Penggunaan akar ganda dapat memacu pertumbuhan dan pembentukan cabang lateral (Anwarudin *et al.* 2002b), sedangkan penggunaan cendawan mikoriza mampu mempercepat pertumbuhan semaian manggis hampir 50% dibandingkan dengan kontrol (Muas *et al.* 2002).

Status Konsentrasi Hara Daun

Konsentrasi P pada daun mengalami peningkatan dengan bertambahnya dosis pemberian pupuk P. Tanaman yang tidak mendapatkan pupuk P (P0) konsentrasi P pada daunnya <0,05%. Tanaman yang pertumbuhannya paling baik didapatkan pada perlakuan 50 ppm P/tanaman. Perlakuan ini menghasilkan tanaman tertinggi, jumlah cabang, dan daun terbanyak. Konsentrasi P daun berkisar 0,14-0,19%, sedangkan pada perlakuan P 100 ppm/tanaman, pertumbuhan mulai terhambat, akan tetapi belum terlihat perbedaan warna daun dengan tanaman yang normal. Konsentrasi hara P daun berkisar 0,24-0,27%.

Gejala kelebihan P mulai terlihat pada perlakuan P 200 ppm dengan ciri daun berwarna coklat keabu-abuan pada ujung daun. Tanaman ini mempunyai konsentrasi hara P daun >0,32% (Tabel 2). Pada perlakuan P 400 ppm gejalanya

makin terlihat jelas, bahkan ada tanaman yang mengalami kematian (data tidak ditampilkan).

Berdasarkan uji model regresi linier, kuadratik, logistik, dan eksponensial, maka model kuadratik mempunyai kriteria terbaik secara statistik. Oleh karena itu, model kuadratik digunakan untuk menentukan status hara P pada tanaman bibit manggis. Untuk mengetahui kisaran status konsentrasi hara P pada daun, maka dihubungkan dengan respons tanaman. Kidder (1993) menghubungkan konsentrasi hara dengan respons tanaman, dalam hal ini adalah dengan tinggi tanaman relatif. Dengan demikian konsentrasi hara P daun dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kelompok status hara, yaitu sangat rendah (<0,05%), rendah (0,05-<0,10%), sedang (0,10-<0,19%), tinggi (0,19%), dan sangat tinggi (>0,19).

Pendekatan yang lain adalah metode Cate dan Nelson. Metode ini menetapkan batas kritis pada sekumpulan data, sehingga terlihat hubungan konsentrasi hara dengan pertumbuhan relatif. Data-data tersebut dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok tinggi dan rendah, pemisahan tersebut merupakan titik yang diproyeksikan ke konsentrasi hara. Titik kritis konsentrasi P daun adalah 0,17% (Tabel 2 dan Gambar 1).

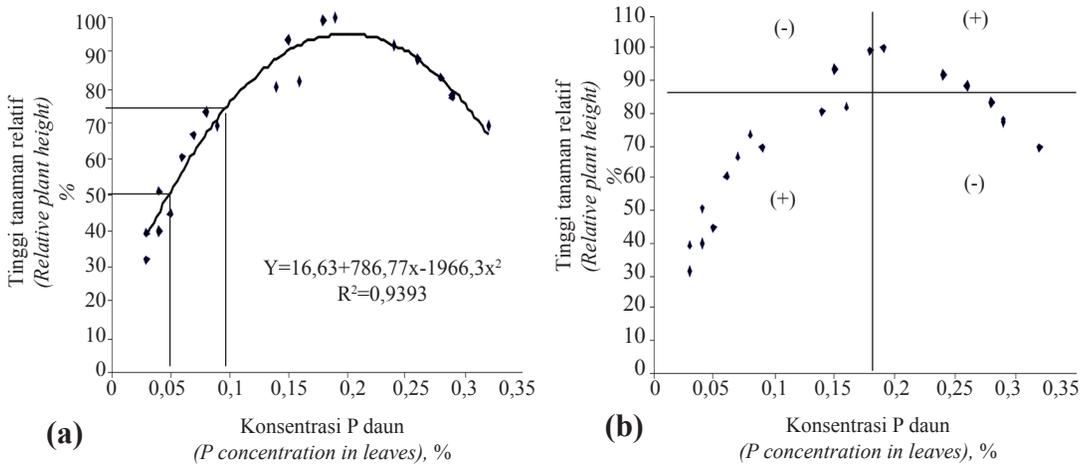
Untuk status hara pada daun yang tergolong sangat rendah hingga sedang (menurut pendekatan Kidder) atau kelompok rendah (menurut Cate dan Nelson), maka tanaman perlu penambahan hara untuk mengestimasi jumlah dosis hara yang dibutuhkan agar tanaman dapat tumbuh secara maksimum, diperlukan uji optimasi pada setiap status hara tersebut. Dalam penelitian ini, uji optimasi hanya dilakukan pada status hara P daun yang sangat rendah.

Kriteria Kekurangan dan Kelebihan P Secara Visual

Bibit manggis dengan status hara P sangat rendah adalah tanaman pada perlakuan P0, yaitu yang tidak mendapatkan perlakuan P. Sepintas tanaman yang kekurangan P ini terlihat normal, akan tetapi bila dibandingkan dengan tanaman status hara P cukup (P2), maka jelas terlihat perbedaan terhadap parameter pertumbuhan. Kekurangan P pada tanaman P0 menyebabkan kemunculan tunas baru atau trubus terhambat, sehingga jumlah cabang dan daun sedikit, serta

Tabel 2. Status konsentrasi P pada daun bibit manggis dengan pendekatan tiga metode: Visual, Kidder, serta Cate dan Nelson (*Phosphor concentration status in leave of mangosteen seedling by three method approaches: Visual, Kidder, and Cate & Nelson*)

Metode (Method)	Perlakuan P (Phosphor treatments), ppm				
	0	25	50	100	200
	Kisaran status hara P (Range of P nutreint status), %				
	Sangat rendah (Very low)	Rendah (Low)	Sedang (Medium)	Tinggi (High)	Sangat tinggi (Very high)
Visual	<0,05	0,06-0,09	0,14-0,19	0,24-0,27	>0,32
Kidder	<0,05	0,05-<0,10	0,10- <0,19	0,19	>0,19
Cate & Nelson			0,17		



Gambar 1. Hubungan konsentrasi P daun dengan tinggi bibit manggis relatif menurut pendekatan (a) Kidder (b) Cate dan Nelson (*Relationship between P concentration in leaves and relative height of mangosteen seedling according to (a) Kidder (b) Cate and Nelson approach*)

tanaman terlihat pendek. Selain itu, tanaman dengan perlakuan P0 mempunyai cabang pendek dan jumlah daun yang sedikit dibandingkan tanaman lainnya (Tabel 1).

Gejala kekurangan P pada daun tidak begitu terlihat jelas, tetapi bila diperhatikan lebih cermat, maka dapat dibedakan antara daun pada tanaman yang kekurangan P dengan daun pada tanaman yang normal atau berkecukupan hara P. Warna daun manggis yang kekurangan P adalah hijau tua kusam/pudar dengan daun berukuran sempit. Daun muda pada keadaan kekurangan P cenderung menjadi sempit dibanding bentuk aslinya yang *ovate*. Ukuran daun yang sempit kemungkinan ada kaitannya dengan fungsi P dalam pertumbuhan dan metabolisme tanaman. Pendapat ini didukung oleh Terry dan Ulrich (1993) yang menyatakan bahwa P berfungsi dalam

pertumbuhan dan metabolisme tanaman, maka kekurangan P mengindikasikan pengurangan secara umum sebagian besar proses metabolisme, seperti pembelahan dan pembesaran sel. Selain itu, Terry dan Ulrich (1993) juga menyatakan bahwa perluasan daun dan sel lebih terhambat daripada pembentukan klorofil. Oleh karena itu, kandungan klorofil per unit luas daun sangat banyak, tetapi efisiensi fotosintesis per unit klorofil sangat rendah.

Embleton *et al.* (1973) menyatakan bahwa tanaman yang kekurangan P menampilkan gejala terhambatnya pertumbuhan tanaman, batang lemah dan kerdil, serta perkembangan akar terhambat. Daun lebar berwarna hijau tua kebiru-biruan mengkilap yang tidak normal atau kusam. Proses pembentukan dan pematangan buah terhambat, kulit tebal dengan warna tidak

menarik, dan rasanya masam. Selain itu, juga diketahui bahwa tanaman yang kekurangan P menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan menurunnya tingkat produksi di dunia sampai 30-40% (Wissuwa 2003 dan Wissuwa *et al.* 2005).

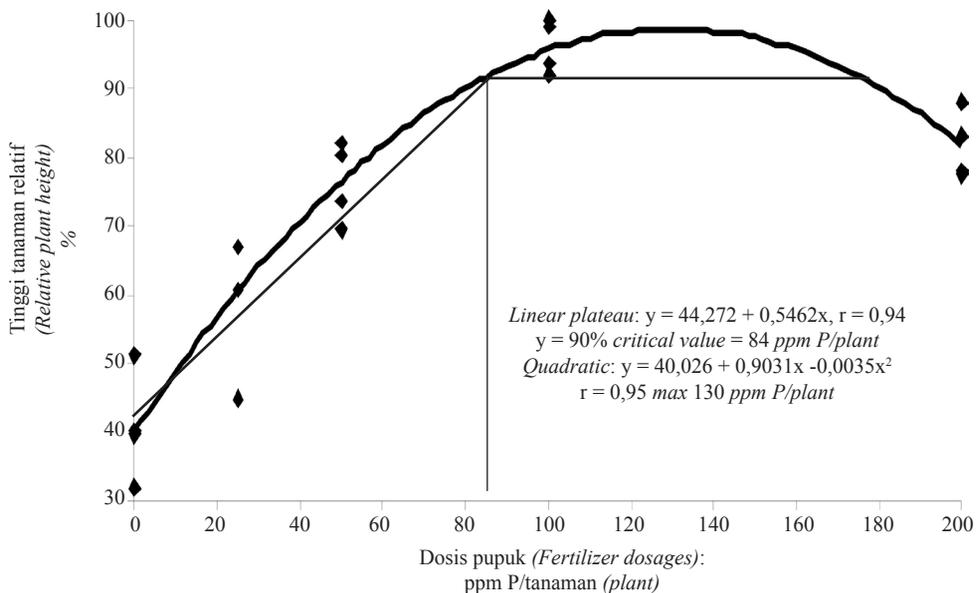
Tanaman yang kelebihan P terlihat jelas pada perlakuan 200 dan 400 ppm. Dari hasil analisis ortogonal polinomial pola responsnya untuk tinggi tanaman dan panjang cabang menunjukkan pola kuadratik atau mengalami penurunan, sedangkan untuk jumlah cabang dan jumlah daun meskipun pola responsnya masih linier pada akhir penelitian, akan tetapi data (angka-angka) jumlah cabang dan daun lebih rendah dari tanaman perlakuan P 50 ppm.

Tanaman yang kelebihan P memperlihatkan gejala terhambatnya pertumbuhan. Hal ini terlihat dari tinggi tanaman pada perlakuan P 200 dan 400 ppm yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan P 50 ppm yaitu 83,47 cm. Jumlah cabang juga mengalami penurunan, yaitu dari 8,33 pada tanaman normal (50 dan 100 ppm P) menjadi 7,83 pada perlakuan P 200 ppm dan 7,67 pada perlakuan P 400 ppm. Meskipun demikian, jumlah cabang tanaman P2, P3 dengan P4, P5

secara statistik tidak berbeda nyata. Hal ini karena penambahan cabang tanaman manggis hanya dua kali dalam satu tahun untuk tanaman dewasa dan tiga hingga empat kali untuk tanaman bibit, sedangkan jumlah daun mengalami penurunan dari perlakuan P 100 ppm dengan jumlah 45,33 helai daun. Peningkatan perlakuan P menjadi 200 dan 400 ppm makin menurunkan jumlah daun, yaitu masing-masing menjadi 49,17 dan 37,67 helai (Tabel 1). Padahal tanaman yang mendapatkan P cukup (perlakuan P 50 ppm) jumlah daunnya 59 helai.

Gejala kelebihan P mulai terlihat pada daun dengan perlakuan P 200 ppm. Gejala kelebihan tersebut terlihat makin jelas pada tanaman dengan perlakuan P 400 ppm. Kelebihan P menyebabkan daun berwarna coklat keabu-abuan. Daun yang pertama kali memperlihatkan gejala kelebihan P tersebut adalah daun dewasa pada cabang bagian bawah. Gejala perubahan warna dari hijau tua menjadi coklat berawal dari ujung daun kemudian merambat menuju pangkal daun dan akhirnya daun mengering dan rontok.

Pemberian dosis P tinggi dapat menyebabkan efek antagonis, yaitu kekurangan hara lain.



Gambar 2. Hubungan antara dosis P dengan tinggi tanaman relatif bibit manggis menggunakan regresi linear plateau dan kuadratik (*Relationship between P dosages and relative plant height of mangosteen seedling as estimated by linear plateau regression and quadratic*)

Marschner (1995) menyatakan bahwa konsentrasi P yang tinggi dapat menghambat Fe dan Zn. Analisis jaringan untuk membuktikan bahwa P dengan dosis tinggi dapat menghambat penyerapan hara-hara lain perlu dilakukan.

Dosis Optimum Pupuk P

Persamaan model regresi hubungan antara dosis pupuk P dengan pertumbuhan sebagai respons pemupukan dapat memberikan indikasi kebutuhan pupuk optimum. Kebutuhan pupuk P optimum berdasarkan persamaan regresi kuadratik $Y = -0,0035x^2 + 0,9031x + 40,026$ adalah 130 ppm/tanaman, sedangkan kalau menggunakan model *linear plateau* pupuk P yang dibutuhkan hanya 84 ppm/tanaman (Gambar 2).

Mempergunakan model regresi *linear plateau* dalam menyusun rekomendasi pemupukan P pada bibit manggis menghasilkan dosis pupuk lebih rendah daripada model kuadratik. Dengan demikian, model di atas menghasilkan rekomendasi yang lebih efisien dan ekonomis. Model tersebut juga digunakan pada tanaman semangka, karena model ini lebih sesuai untuk memprediksi respons tanaman terhadap pemberian pupuk P dibandingkan model kuadratik (Hochmuth *et al.* 1993). Selain itu penyusunan rekomendasi pupuk menggunakan model *linear plateau* juga dapat mencegah pemberian pupuk yang berlebihan, sehingga dapat mengurangi pencemaran air tanah dibandingkan dengan model kuadratik.

Pemberian pupuk P melebihi kebutuhan tanaman dapat menghambat pertumbuhan, bahkan pada tingkat dosis yang lebih tinggi menyebabkan kematian. Pemberian pupuk P berlebihan pada bibit manggis menyebabkan kerusakan pada daun dan akar.

Metode analisis jaringan daun cukup baik sebagai alat peringatan dini adanya gangguan hara. Hal ini dimungkinkan karena gejala defisiensi hara maupun kelebihan hara baru muncul pada tingkat defisiensi berat atau keracunan berat. Oleh karena itu, apabila diketahui kisaran konsentrasi hara pada daun, maka dengan mudah menginterpretasikan statusnya tergolong sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, atau sangat tinggi.

KESIMPULAN

1. Fosfor memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit manggis, terutama untuk peubah tinggi tanaman, panjang cabang, jumlah cabang, dan jumlah daun.
2. Konsentrasi P daun berdasarkan data interpretasi, statusnya dikelompokkan sebagai berikut: <0,05% (sangat rendah), 0,05-<0,10% (rendah), 0,10-<0,19 (sedang), 0,19% (tinggi), dan >0,19% (sangat tinggi).
3. Untuk mendapatkan pertumbuhan maksimum pada status hara sangat rendah dibutuhkan dosis pupuk P optimum, yaitu 130 ppm/tanaman model kuadratik, sementara itu, jika menggunakan model *linear plateau*, maka dosis yang direkomendasikan adalah 84 ppm P/tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Program Riset Unggulan Strategis Nasional (RUSNAS) Pengembangan Buah-Buahan Unggulan Indonesia. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktur Pusat Kajian Buah-Buahan Tropika-IPB dan Kementerian Negara Riset dan Teknologi atas bantuan dananya.

PUSTAKA

1. Aleel, K.G. 2008. Phosphate Accumulation in Plant: Signaling. *Plant Physiol.* 148:3-5.
2. Anwarudin, M.J., S. Hadiati, NLP. Indriyani, dan E. Mansyah. 1996. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman GA_3 terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Bibit Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *J. Hort.* 6(1):1-5.
3. _____, A. Susiloadi, dan NLP. Indriyani. 1998. Pengaruh Media Tumbuh terhadap Pertumbuhan Semai Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *J. Stigma* 6(2):213-219.
4. _____, E. Mansyah, dan F. Usman. 2002a. Pengaruh Sungkup Plastik dan Sistem Perakaran terhadap Pertumbuhan Semai Manggis. *J. Hort.* 12(3):158-164.
5. _____, F. Usman, dan T. Purnama. 2002b. Teknik Akar Ganda Memperpendek Masa Remaja Manggis. *Warta Penel. dan Pengembangan Pertanian.* 24(6):13-15.
6. _____, S. Hadiati, D. Fatria, dan F. Usman. 2007. Pembibitan Manggis Secara Cepat Melalui Teknik Penyungkupan Akar Ganda dan Pemberian Cendawan Mikoriza Arbuskula. *J. Hort.* 17(3):237-243.

7. Dahnke, W.C. and R.A. Olson. 1990. Soil Test Correlation, Calibration and Recommendation. In Westerman, R.L. (Ed.). *Soil Testing and Plant Analysis*. 3rd. Ed. *Soil Sci. Soc. Amer.* Madison. Wis. p. 45-71
8. Embleton, T.W., W.W. Jones, C.K. Lebanauskas, and W. Reuther. 1973. Leaf Analysis as a Diagnostic Tool and Guide to Fertilization. In W. Reather (Ed.). *The Citrus Industry*. Rev. Ed. Univ. Calif. *Agr. Sci. Barkely*. 3:183-210.
9. Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1985. *Physiology of Crop Plant*. Alih bahasa. Susilo, H. 1991. UI Press. Jakarta. 455 Hlm.
10. Hochmuth, G.J., E.A. Hanion, and J. Cornell. 1993. Watermelon Phosphorus Requirements in Soil with Low Mehlich-I-Extractable Phosphorus. *HortSci*. 28(6):630-632.
11. Ismadi. 2004. Pemberian Nitrogen Melalui Batang Bawah Ganda dan Grafting pada Bibit Manggis (*Garcinia mangostana* L.). Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 95 Hlm.
12. Kidder, G. 1993. Methodology for Calibrating Soil Test. *Soil and Crop Sci. Soc. Florida Proc*. 52:70-73
13. Liferdi L., R. Poerwanto, A.D. Susila, K. Idris, dan I.W. Mangku. 2008. Korelasi Kadar Hara Fosfor Daun dengan Produksi Tanaman Manggis. *J. Hort*. 18(3):283-292
14. _____. 2010. Status Hara Nitrogen sebagai Pedoman Rekomendasi Pupuk pada Bibit Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *J. Agrivita*. 32(1):76-82.
15. Leece, D.R. 1976. Diagnosis of Nutritional Disorder of Fruit Trees by Leaf and Soil Analysis and Biochemical Indices. *J. Aust Inst. Sci*. 42:3-19.
16. Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition In Higher Plants*. Academic Press, New York. 748 P.
17. Muas, I., M.J. Anwarudin, dan Y. Herizal. 2002. Pengaruh Inokulasi Cendawan Mikoriza Arbuskula terhadap Pertumbuhan Bibit Manggis. *J. Hort*. 12(3):165-171.
18. Sadwiyanti, L., NLP. Indriyani, A. Susiloadi, dan M.J. Anwarudin. 1996. Pengaruh Naungan dan Konsentrasi Asam Indol Butirat terhadap Pertumbuhan Bibit Batang Bawah Manggis *J. Hort*. 6(3):220-226.
19. Shear, C.B. and M. Faust. 1980. Nutritional Ranges in Deciduous Tree Fruits and Nut. *Hort. Rev*. 2:142-163.
20. Smith, P.F. 1962. Mineral Analysis in Plant Tissue. *Annu. Rev. Plant Physiol*. 13:81-108.
21. Rukaya, A. and M. Zabedah. 1992. Studi on Early Growth of Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.). *Acta Hort*. 292:93-100.
22. Terry, N. and A. Ulrich. 1993. Effect of Phosphorus Deficiency on the Photosynthesis and Respiration of Leaves in Sugar Beet. *Plant Physiol*. 51:43-47.
23. Thompson, L.M. and F.R. Troeh. 1978. *Soil and Fertility*. New York, Mc Graw-Hill Book Company. 368 p.
24. Wissuwa M. 2003. How do Plants Achieve Tolerance to Phosphate Deficiency Small Causes with Big Effects. *Plant Physiol*. 133:1947-1958.
25. _____, G. Gamat, and A.M. Ismail. 2005. Is Root Growth under Phosphorus Deficiency Affected by Source Or Sink Limitations. *J. Experimental Botany*. 56(417): 1943-1950.