

OPTIMASI DOSIS PUPUK KALSIMUM DAN BORON UNTUK MENGENDALIKAN CEMARAN GETAH KUNING PADA BUAH MANGGIS

Optimization of Calcium and Boron fertilization Rates for Controlling the Yellow Latex Contamination in Mangosteen Fruits (Garcinia mangostana L)

Titin Purnama

Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Jl. Raya Solok-Aripan Km. 8, Solok, Sumatera Barat, Indonesia
Telp. (0755) 20137 Fax. (0755) 20592
E-mail: titinpurnama57@yahoo.com

(Makalah diterima, 25 November 2015 – Disetujui, 3 Juni 2016)

ABSTRAK

Getah kuning yang biasa disebut *gamboge* merupakan latek yang dihasilkan di seluruh bagian tanaman manggis. Getah kuning menjadi masalah apabila keluar dari salurannya yang pecah, mencemari daging dan kulit buah. Pecahnya saluran getah kuning diduga karena dinding sel epitel saluran getah kuning kekurangan kalsium. Selain kalsium, unsur boron memiliki fungsi yang sama dalam menjaga integritas dinding sel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran aplikasi kalsium dan boron dalam mengendalikan cemaran getah kuning pada buah manggis, serta mendapatkan kombinasi dosis kalsium dan boron yang tepat untuk mencegah cemaran getah kuning buah manggis. Penelitian dilaksanakan di Purwakarta, Jawa Barat, dari bulan Nopember 2012 sampai Juni 2013. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan tiga ulangan. Perlakuan terdiri atas dua faktor yaitu dosis Ca (0,0, 2,5, 5,0 dan 7,5 kg/pohon) dan dosis B (0,00, 0,77, 1,55 dan 2,32 g/pohon). Secara umum, tidak terdapat pengaruh interaksi antara pupuk kalsium dan boron terhadap sifat fisik dan kimia buah, tetapi memberikan pengaruh interaksi sangat nyata secara kuadrat terhadap tingkat cemaran getah kuning pada buah manggis. Persentase buah yang arilnya bergetah kuning minimum adalah 1,05% diperoleh pada pemberian dosis optimum kombinasi 5,0 kg Ca/pohon dan 1,55 g B₂O₃/pohon.

Kata kunci: manggis, kalsium, boron, gamboge, aril, perikarp

ABSTRACT

Yellow latex is commonly called gamboge and is a latex produced in all parts of the mangosteen. Yellow sap becomes a problem when it gets out of the ruptured channel, and contaminates the aryl and pericarp. Ruptured channel of yellow latex is presumably because the walls of the epithelial cells of the yellow latex channels is Calcium deficiency. In addition, Boron has also the same function in maintaining the integrity of the cell wall. This research was aimed to know the roles of calcium and boron in controlling contamination yellow latex on the mangosteen fruit, and to obtain the best combination between calcium and boron in preventing the yellow latex contamination on mangosteen. The study was conducted in Purwakarta, West Java from November 2012 to June 2013. The study was arranged a randomized factorial with three replications. The treatment consists of two factors: dosages of Ca (0.0; 2.5; 5.0 and 7.5 kg / tree) and of B (0.00; 0.77; 1.55 and 2.32 g/tree). There was no interaction effect observed between calcium and boron fertilizer on fruit physical and chemical variables but there were significant interactions in quadratic levels of yellow latex contaminant in the mangosteen fruit. The percentage of fruit with minimum aryl contamination was 1.05 % at the optimum combination dose of 5.0 kg Ca/tree and 1.55 g B₂O₃/tree.

Key words: mangosteen, calcium, boron, gamboge, aryl, pericarp

PENDAHULUAN

Manggis (*Garcinia mangostana* L.) merupakan tanaman tropis, tumbuh di dataran rendah sampai pada ketinggian 1.000 m di atas permukaan laut. Produksi optimal diperoleh pada ketinggian tempat 0-600 m dari permukaan laut dengan suhu berkisar antara 25-30°C. Curah hujan 1.270-2.500 mm/tahun dengan 10 bulan basah dalam satu tahun dan kelembaban udara sekitar 80%, intensitas cahaya matahari berkisar 40-70%. Tanaman manggis umumnya memiliki adaptasi yang luas pada berbagai jenis tanah, namun untuk pertumbuhan yang baik menghendaki tanah dengan tekstur liat berpasir dan berstruktur remah dengan solum yang dalam (1,5-10 m), derajat keasaman tanah 5-7 (Verveij 1997).

Tanaman manggis potensial mendukung sektor perekonomian. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2012), ekspor manggis pada tahun 2012 mencapai 20 ribu ton, meningkat dibanding tahun 2007 yang hanya 741 ton. Produksi manggis Indonesia juga mengalami peningkatan dari 136.080 ton pada tahun 2011 menjadi 190.287 ton pada tahun 2012 atau meningkat 71%. (Ditjen Hortikultura 2013). Peningkatan produksi manggis tidak diikuti oleh peningkatan mutu, buah sehingga yang dapat diekspor hanya sekitar 10%. Rendahnya persentase buah yang layak ekspor disebabkan oleh rendahnya kualitas sebagian besar buah yang dihasilkan (Widodo 2013)

Faktor penting yang menyebabkan rendahnya kualitas ekspor buah manggis segar adalah cemaran getah kuning. Getah kuning yang mencemari daging buah (aril) menimbulkan rasa pahit, sedangkan pada kulit buah menyebabkan kulit kotor dan tidak menarik. Kriteria standar mutu ekspor buah manggis segar meliputi warna kulit buah seragam dengan kelopak yang masih hijau dan segar, tidak rusak, bersih, bebas dari hama penyakit, tidak terdapat getah kuning pada kulit dan tangkai buah serta daging buah berwarna putih bersih (Badan Standardisasi Nasional 2009).

Cemaran getah kuning pada buah manggis dapat dibedakan atas cemaran getah kuning yang terdapat pada kulit buah bagian luar (perikarp) dan bagian dalam (aril). Cemaran getah kuning pada aril lebih serius daripada perikarp, karena getah kuning yang mencemari daging buah menyebabkan rasanya menjadi pahit dan tidak layak konsumsi. Indriani *et al.* (2002) menyatakan tidak ada korelasi antara getah kuning yang terdapat pada kulit buah bagian luar dengan kulit bagian dalam.

Getah kuning yang juga disebut *gamboge* merupakan lateks yang dihasilkan di seluruh bagian tanaman manggis. Getah kuning menjadi masalah apabila keluar dari salurannya yang pecah, mengotori aril dan kulit buah. Saluran getah kuning pecah diduga berkaitan dengan pecahnya dinding sel-sel epitel saluran getah kuning karena defisiensi Ca (Dorly 2011). Menurut

Marschner (1995), kalsium merupakan bagian integral dari dinding sel, bersama dengan pektat yang berperan menjaga turgiditas sel yaitu membuat dinding sel semakin tegar, kuat dan kokoh. Ca-pektat merupakan bahan perekat antara dinding sel yang satu dengan dinding sel yang lain di lamela tengah. Kalsium berperan sebagai penghubung rantai pektin pada struktur dinding sel (Taiz dan Zeiger 2006). Huang *et al.* (2005) menyatakan, pemberian kalsium dapat mengurangi pecah buah pada tanaman leci. Defisiensi kalsium pada tanaman manggis dapat meningkatkan cemaran getah kuning pada buah (Poovarodom dan Boonplang 2008).

Boron merupakan unsur lain yang berfungsi menjaga integritas dan menstabilkan dinding sel pada tanaman (Huang *et al.* 2008). Dalam fase pertumbuhan, boron berfungsi dalam pembelahan dan pembesaran sel dan sebagai regulator fungsi membran (Dear dan Weir 2004, Dell dan Malajczuk 1995). Defisiensi boron menyebabkan dinding sel tidak berfungsi (O'Neill *et al.* 2004). Menurut penelitian Dear dan Weir (2004), defisiensi boron pada buah apel dan pear mengakibatkan kerusakan jaringan pada daging buah dan warna buah menjadi kecokelatan.

Fungsi kedua unsur ini menjadi pedoman penggunaan kalsium dan boron untuk mengurangi cemaran getah kuning pada buah manggis akibat struktur dinding sel yang lemah. Menurut Poerwanto *et al.* (2010), kalsium dan boron di tanah serta kandungan kalsium dan boron pada jaringan tanaman berkontribusi menekan getah kuning buah manggis. Hasil penelitian Dorly (2009) menunjukkan aplikasi kalsium pada tanaman manggis melalui tanah dapat mengurangi cemaran getah kuning pada perikarp buah tetapi tidak efektif pada aril. Poovarodom (2010) melaporkan bahwa pemberian kalsium melalui tanah menjadi lebih efektif bila dikombinasikan dengan boron.

Informasi dosis optimum dan interaksi kedua hara ini untuk menurunkan cemaran getah kuning pada buah manggis belum ada sampai saat ini. Untuk itu, perlu diketahui dosis optimum kalsium dan boron guna menekan cemaran getah kuning pada buah manggis. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis optimum pupuk kalsium dan boron serta mengetahui interaksinya untuk mengendalikan cemaran getah kuning pada buah manggis, dengan pendekatan regresi polinomial orthogonal.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Purwakarta, Jawa Barat, di kebun manggis milik petani dengan topografi lahan bergelombang, mulai bulan Nopember 2012 sampai Juni

2013. Bahan yang digunakan adalah tanaman manggis asal biji umur \pm 20 tahun, dolomit (30% CaO₃) sebagai sumber Ca, dan Finbor (48% B₂O₃) sebagai sumber boron. Rancangan percobaan yang digunakan ialah acak kelompok faktorial. Perlakuan terdiri atas dua faktor. Faktor pertama, dosis pupuk Ca terdiri atas 0,0, 2,5, 5,0 dan 7,5 kg Ca/pohon dan faktor kedua dosis pupuk B terdiri atas 0,00, 0,77, 1,55 dan 2,32g B/pohon. Setiap unit percobaan terdiri atas satu tanaman sampel di ulang tiga kali, sehingga total tanaman yang digunakan 48 tanaman.

Penggunaan dosis kalsium pada penelitian ini adalah modifikasi dari hasil penelitian Premilestari (2011) yaitu dosis 2 ton Ca/ha sumber dolomit efektif mengendalikan cemaran getah kuning pada aril dan kulit buah. Penggunaan dosis pupuk boron merupakan modifikasi dari dosis hasil penelitian Parlindungan (2011), yaitu 1,55 g B/pohon yang diaplikasikan melalui tanah. Pemberian kalsium dengan cara disebar secara merata di atas piringan tanah, di bawah proyeksi tajuk tanaman, lalu ditutup kembali dengan tanah. Pemberian boron, terlebih dahulu membuat lubang sedalam 10 cm yang melingkari batang selebar tajuk tanaman, kemudian ditaburkan secara merata sepanjang lubang larikan, setelah aplikasi pupuk larikan ditutup kembali dengan tanah.

Aplikasi pupuk dilakukan dua kali, pertama pada saat 80% antesis, diberikan $\frac{2}{3}$ dari dosis perlakuan, dan yang kedua $\frac{1}{3}$ dari dosis perlakuan, pada saat 28 hari setelah perlakuan pertama. Peubah yang diamati adalah: (1) tingkat cemaran getah kuning pada buah manggis, meliputi jumlah buah yang arilnya tercemar getah kuning (CGK aril), jumlah buah yang kulitnya tercemar getah kuning (CGK kulit), juring bergetah kuning (JBK), (2) sifat fisik dan kimia buah, meliputi diameter transversal, bobot buah, *edible portion*, kekerasan, resistensi, tebal kulit, padatan terlarut total (PTT) dan ATT, (3) Analisa tanah.

Persentase buah yang kulitnya tercemar getah kuning dihitung dengan rumus:

$$\frac{\text{Jumlah buah yang kulitnya tercemar getah kuning}}{\text{Jumlah buah manggis yang diamati}} \times 100\%$$

Persentase buah yang arilnya tercemar getah kuning dihitung dengan rumus:

$$\frac{\text{Jumlah buah yang arilnya tercemar getah kuning}}{\text{Jumlah buah manggis yang diamati}} \times 100\%$$

Persentase buah yang bebas cemaran getah kuning dihitung dengan rumus:

$$\frac{\text{Jumlah buah manggis yang bebas cemaran getah kuning}}{\text{Jumlah buah manggis yang diamati}} \times 100\%$$

Pengamatan tingkat cemaran getah kuning dilakukan setelah buah dipanen pada umur 112-16 hari setelah antesis dengan sampel sebanyak 100 buah/pohon. Data dianalisis dengan uji F taraf α 0.05, untuk hasil yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Kontras Polynomial Ortogonal guna menelusuri pola respon suatu faktor yang bersifat kuantitatif (Mattjik dan Sumertajaya 2006). Model matematika untuk analisis ragam rancangan faktorial pada penelitian ini adalah :

$$\gamma_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \rho_k + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

- $i = 1, 2, \dots, a; j = 1, 2, \dots, b$ dan $k = 1, 2, \dots, r$
- γ_{ijk} = pengamatan pada kelompok ke-k yang mendapat perlakuan faktor Kalsium taraf ke-i dan faktor boron taraf ke-j
- μ = rata-rata umum
- α_i = pengaruh faktor kalsium taraf ke-i
- β_j = pengaruh faktor boron taraf ke-j
- ρ_k = pengaruh kelompok ke-k
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = pengaruh interaksi faktor kalsium taraf ke-i dan faktor boron taraf ke-j
- E_{ijk} = komponen galat, asumsi $E_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$

Diambil model tetap dengan asumsi:

$$\sum_{i=1}^a \alpha_i = 0, \sum_{j=1}^b \alpha_j = 0, \sum_{i=1}^a (\alpha\beta)_{ij} = 0, \sum_{i=1}^a (\alpha\beta)_{ij} = 0, \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (\alpha\beta)_{ij} = 0, \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (\alpha\beta)_{ij} = 0, \sum_{k=1}^r \rho_k = 0$$

Uji hipotesis:

- Hipotesis mengenai efek kelompok:
H₀ : $\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_r$
H₁ : paling sedikit ada satu k dengan $\rho_k \neq 0$.
- Hipotesis mengenai efek utama:
H₀ : $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_a$
H₁ : paling sedikit ada satu i dengan $\alpha_i \neq 0$.
H₀ : $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_b$
H₁ : paling sedikit ada satu j dengan $\beta_j \neq 0$.
- Hipotesis mengenai efek interaksi:
H₀ : $(\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} = \dots = (\alpha\beta)_{ab}$
H₁ : paling sedikit ada pasangan (i,j) dengan $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$.

Polinomial Orthogonal

Pada percobaan rancangan faktorial, metode polinomial orthogonal digunakan untuk mendeteksi pengaruh utama dan interaksi yang terjadi dalam percobaan. Selain itu, polinomial orthogonal juga dapat digunakan sebagai penentu nilai optimum dari masing-masing faktor atau variabel bebas agar hasilnya maksimal. Metode polinomial orthogonal hanya dapat diterapkan pada percobaan dengan faktor kuantitatif dan berjarak sama. Persamaan polinomial orthogonal dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y_j = \alpha_0 + \alpha_1 P_1(X_j) + \dots + \alpha_q P_q(X_j) + \epsilon_j \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$P_j(X)$ adalah polinomial dalam X dari ordo ke- i , untuk $i = 1, 2, \dots, q$.

Polinomial Orthogonal dengan Dua Faktor Bertaraf Kuantitatif

Komponen-komponen polinomial dapat ditentukan dari taraf-taraf kuantitatif. Permasalahan dalam penelitian ini ada dua faktor, yaitu dosis pupuk kalsium dan boron masing-masing empat taraf. Dengan polinomial orthogonal dapat dihitung efek linier, kuadrat, dan kubik dari kedua faktor, sehingga dapat diketahui apakah dosis kalsium dan boron dapat mempengaruhi respon. Oleh karena itu perlu dilakukan perhitungan jumlah kuadrat untuk masing-masing efek guna mengetahui perlakuan yang signifikan dan tidak signifikan.

a. Jumlah kuadrat faktor utama menurut Montgomery (1991):

$$\text{Jumlah Kuadrat A (kalsium)} = \frac{\left(\sum_{i=1}^a c_i Y_i\right)^2}{ar \sum_{i=1}^a c_i^2}$$

$$\text{Jumlah Kuadrat B (boron)} = \frac{\left(\sum_{j=1}^b c_j Y_j\right)^2}{br \sum_{j=1}^b c_j^2}$$

Dimana:
 C_i adalah koefisien polinomial orthogonal faktor A
 C_j adalah koefisien polinomial orthogonal faktor B
 r adalah banyaknya kelompok

b. Jumlah kuadrat faktor interaksi:
 Menurut Montgomery (1991), untuk mendapatkan jumlah kuadrat faktor interaksi yang perlu dilakukan pertama kali adalah mencari nilai dari pengaruh faktor interaksi tersebut.

$$\text{Pengaruh AB} = \sum_{i=1, j=1}^{ab} C_{ij} Y_{ij}$$

Dimana : C_{ij} adalah koefisien interaksi polinomial orthogonal

Y_{ij} adalah total perlakuan pada faktor interaksi A dan B

Nilai pengaruh dicari untuk mempermudah perhitungan jumlah kuadrat interaksi. Perhitungan jumlah kuadrat, interaksinya menurut Montgomery (1991) adalah sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Kuadrat AB} = \frac{\left(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b C_{ij} Y_{ij}\right)^2}{r \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b C_i^2}$$

Nilai Ekstrim Maksimum dan Minimum Fungsi Dua Variabel

Tingkat cemaran getah kuning minimum dapat diperoleh ketika dosis kalsium dan boron berada pada titik optimum. Langkah pertama yang dilakukan adalah mencari nilai ekstrim maksimum dan minimum dari persamaan polinomial orthogonal. Definisi nilai ekstrim maksimum dan minimum lokal menurut Bradley dan Smith (1995) adalah sebagai berikut:

Misalkan f adalah fungsi yang didefinisikan pada (x_0, y_0) , maka:

- (i) $f(x_0, y_0)$ adalah maksimum relatif jika $f(x, y) \leq f(x_0, y_0)$ untuk semua (x, y) adalah interval terbuka (x_0, y_0) .
- (ii) $f(x_0, y_0)$ adalah minimum relatif jika $f(x, y) \geq f(x_0, y_0)$ untuk semua (x, y) adalah interval terbuka (x_0, y_0) .
- (iii) Jika kedua-duanya adalah maksimum dan minimum relatif maka disebut ekstrim *relative*.

Menurut Bradley dan Smith (1995), maksimum dan minimum relatif dapat dicari apabila memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

Fungsi $f(x, y)$ mempunyai nilai ekstrim pada (x_0, y_0) , $f'_x = 0$, $f'_y = 0$ ambil:

- (i) Syarat perlu: $f'_x = 0$ dan $f'_y = 0$ dengan jenis ekstrimnya:
 - a. $f(x, y)$ maksimum lokal bila $f''_{xx} < 0$
 - b. $f(x, y)$ minimum lokal bila $f''_{xx} > 0$
- (ii) Syarat cukup: $D = f''_{xx} \cdot f''_{yy} - (f''_{xy})^2 > 0$

Setelah syarat-syaratnya terpenuhi maka untuk menentukan titik maksimum relatif dan minimum relatif digunakan bantuan matriks Hessian. Matriks Hessian adalah matriks yang setiap elemennya dibentuk dari turunan parsial kedua fungsi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Kimia Tanah

Hasil analisis tanah awal menunjukkan pH tanah tergolong sangat masam, kandungan Ca sangat rendah, Mg sangat rendah, B dan KTK tergolong sedang. Berdasarkan hasil analisis tanah dapat dikatakan bahwa kondisi awal tanah pada lokasi percobaan memiliki kesuburan kimia tanah yang rendah walau kandungan boron tergolong sedang (Tabel 1).

Hasil analisis tanah pada akhir penelitian menunjukkan terjadi perbaikan dibandingkan dengan kontrol. Perbaikan tersebut meliputi peningkatan pH 20,50%, KTK 17,80%, Ca 183,30%, Mg 281,16%, dan B 68,78%. Dari perubahan sifat kimia tanah tersebut terindikasi ada kaitan yang erat antara pH tanah dengan status ketersediaan Ca dan B dalam larutan tanah akibat adanya pengikatan ion H oleh ion CO_3^{-2} yang terdapat dalam dolomit. Menurut Tisdale *et al.* (2005), reaksi yang terjadi akibat pemberian kapur dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), mula-mula peruraian kapur itu sendiri yang membentuk ion CO_3^{-2} dan ion Ca^{2+} atau Mg^{2+} . Ion CO_3^{-2} akan menarik ion H dari kompleks jerapan tanah sehingga terbentuk H_2CO_3 . Ion Ca^{2+} atau Mg^{2+} akan mengisi kompleks

jerapan tanah yang ditinggalkan ion H, sehingga pH tanah akan naik. Akibatnya, ketersediaan unsur hara akan meningkat

Tingkat Cemaran Getah Kuning pada Aril dan Kulit Buah

Pemberian kalsium dan boron memberikan pengaruh interaksi sangat nyata secara kuadratik terhadap persentase buah yang arilnya bergetah kuning dan persentase juring bergetah kuning (Tabel 2). Respon kuadratik menunjukkan bahwa dosis kalsium sampai 7,5 kg/pohon dan dosis boron sampai 2,32 g/pohon sudah menemukan batas optimum untuk dapat menurunkan cemaran getah kuning pada aril. Menurunnya persentase buah yang arilnya bergetah kuning diduga berhubungan dengan telah tecukupinya kebutuhan kalsium dan boron pada perikarp buah, sehingga dinding sel-sel epitel saluran getah kuning yang terdapat pada endokarp buah menjadi tegar. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Dong *et al.* (2000) bahwa interaksi kalsium dan boron dengan pektin dan membentuk jaringan polimer *cross-link* membuat struktur dinding sel menjadi kuat. Pada umumnya aplikasi hara yang seimbang memiliki dampak yang lebih baik terhadap kualitas buah daripada

Tabel 1. Sifat-sifat kimia tanah awal dan 16 minggu setelah aplikasi perlakuan

Perlakuan	pH (H_2O)	KTK (%)	Ca me/100g	B ppm
Kondisi awal (0 MSP)	4,30	24,23	0,71	1,57
(16 MSP)				
0.0 kgCa/pohon+0.00gB/pohon	4,20	28,22	1,01	1,21
0.0 kgCa/pohon+0.77 gB/pohon	4,30	27,24	1,19	1,41
0.0 kgCa/pohon+1.55gB/pohon	4,14	28,72	1,00	1,73
0.0 kgCa/pohon+ 2.32 gB/pohon	4,04	29,49	0,78	2,92
2.5 kgCa/pohon+ 0.00 gB/pohon	4,97	28,72	2,31	1,22
2.5 kgCa/pohon+ 0.77 gB/pohon	5,00	32,54	2,30	1,71
2.5 kgCa/pohon+1.55gB/pohon	4,81	30,73	3,01	1,85
2.5 kgCa/pohon+ 2.32 gB/pohon	5,00	29,41	2,88	2,86
5.0 kgCa/pohon+ 0.00 gB/pohon	5,35	30,23	3,48	1,38
5.0 kgCa/pohon+ 0.77 gB/pohon	5,35	34,74	3,33	1,88
5.0 kgCa/pohon+1.55gB/pohon	5,83	39,41	3,68	2,34
5.0 kgCa/pohon+ 2.32 gB/pohon	5,80	36,83	3,25	2,67
7.5 kgCa/pohon+ 0.00 gB/pohon	5,88	39,54	4,18	1,55
7.5 kgCa/pohon+ 0.77 gB/pohon	5,83	35,23	3,80	1,86
7.5 kgCa/pohon+1.55gB/pohon	5,04	36,43	3,68	2,43
7.5 kgCa/pohon+ 2.32 gB/pohon	5,88	39,11	4,05	2,84

Keterangan : (MSP) = minggu setelah perlakuan

Tabel 2. Tingkat cemaran getah kuning pada aril dan kulit buah manggis pada pemberian berbagai dosis kalsium dan boron

Dosis pupuk	Persentase buah yang arilnya bergetah kuning	Persentase juring bergetah kuning	persentase buah yang kulitnya bergetah kuning
Kalsium (kg) Ca			
0,0	41,42	20,25	56,17
2,5	28,67	13,50	51,42
5,0	9,83	5,75	36,50
7,5	29,00	15,25	55,47
Pr . Notasi	<0,0001 **	<0,0001 **	<0,0001 **
Pola Respon. Notasi	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Q**	Q**	Q**
Boron (g) B			
0,00	41,67	19,67	58,58
0,77	22,25	9,75	48,67
1,55	7,92	5,17	38,92
2,32	37,08	20,17	53,33
Pr Notasi	<0,0001 **	<0,0001 **	<0,0001 **
Pola Respon. Notasi	<0,0001	<0,0001	0,5112
	Q**	Q**	tn
Interaksi			
Pr Notasi	<0,0001**	<0,0001**	0,5112 tn
KK	20,19	20,24	18,56

Keterangan : *: Berbeda nyata pada taraf 5%, **: Berbeda nyata pada taraf 1%, Pr : probability, f: Uji kontras polinomial ortogonal, L : Linier; Q: Kuadrat

diberikan secara individu (Marcelle 1995). Keutuhan dinding sel epitel terjadi bila suplai kalsium dan boron dapat memenuhi kebutuhan perkembangan sel tersebut (Clarkson dan Hanson 1980).

Pemberian pupuk kalsium dan boron berpengaruh nyata secara kuadrat terhadap persentase buah yang kulitnya bergetah kuning. Respon kuadrat menunjukkan terjadinya penurunan persentase buah yang kulitnya bergetah kuning pada pemberian kalsium dan boron pada dosis optimum, Dosis optimum kalsium dan boron untuk menurunkan persentase buah yang kulitnya bergetah kuning adalah 4,11 kg Ca/pohon dan 1,33 g B/pohon. Hal ini menunjukkan pemberian kalsium dapat meningkatkan kandungan Ca pada perikarp sehingga menurunkan cemaran getah kuning pada buah manggis, Menurut Kirkby dan Pilbeam (1984), jaringan dengan kandungan Ca yang tinggi memiliki dinding sel yang kuat dan lebih tahan terhadap kebocoran membran. Penambahan boron melalui tanah dapat memenuhi kekurangan hara boron pada sel-sel saluran getah kuning saat terjadinya perkembangan buah. Blevins dan Lukaszewski (1998) menyatakan bahwa boron

merupakan bagian dari komponen struktur sel dan berperan meningkatkan stabilitas dan ketegaran struktur dinding sel, serta mendukung kekuatan sel tanaman.

Komponen Sifat Fisik Buah Manggis

Tabel 3 menunjukkan pemberian kalsium dan boron tidak berpengaruh nyata terhadap peubah sifat fisik dan kimia buah manggis. Pengelompokan buah berdasarkan ukuran menurut Badan Standardisasi Nasional (2009) terdiri dari diameter buah yang diukur secara transversal. Diameter transversal buah yang dihasilkan 54,6-56,9 mm. Diameter ini telah memenuhi syarat untuk diekspor berdasarkan Standar Nasional Indonesia, sehingga termasuk kelas 3 (diameter 53-58 cm). Bobot buah yang dihasilkan oleh seluruh perlakuan dalam percobaan ini berkisar 87,98-95,12 g/buah. Menurut standar BSN (2009), bobot buah dikelompokkan ke dalam kode 3 (kisaran 76-100 g). Rata-rata *edible portion* buah manggis yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 33,25-34,85%.

Salah satu parameter penilaian kualitas buah manggis menurut Badan Standardisasi Nasional (2009) selain

bobot buah adalah kemudahan buah untuk dibuka. Hasil pengamatan terhadap kekerasan dan resistensi buah menunjukkan aplikasi kalsium dan boron tidak meningkatkan kekerasan kulit buah, sehingga tidak sulit dibuka. Terbukti kekerasan dan resistensi buah

tidak berbeda nyata antara buah yang diberi dan tidak mendapat perlakuan kalsium dan boron.

Padatan terlarut total menunjukkan kandungan gula pada buah (Tabel 4). Buah manggis yang diamati pada penelitian ini memiliki PTT 18,61-19,21 brix. Nilai PTT

Tabel 3. Diameter transversal, bobot buah, *edible portion*, kekerasan, resistensi dan tebal kulit buah manggis pada pemberian berbagai dosis kalsium dan boron

Perlakuan dosis pupuk	Diameter transversal (mm)	Bobot buah (gr)	<i>Edible portion</i> (%)	Kekerasan(kg/dt)	Resistensi (kg/cm ²)	Tebal kulit buah (mm)
Kalsium (kg) Ca						
0,0	55,4	92,47	33,86	0,81	2,46	6,74
2,5	54,6	87,98	33,85	0,85	2,41	6,37
5,0	56,9	90,54	33,55	0,85	2,39	6,68
7,5	56,0	94,55	33,85	0,86	2,45	6,73
Pr Notasi	0,1932 tn	0,1772 tn	0,9894 tn	0,3061 tn	0,5414 tn	0,3141 tn
Pola Respon Notasi	tn	tn	tn	tn	tn	tn
Boron (g) B						
0,00	55,5	90,54	34,92	0,84	2,42	6,36
0,77	55,2	89,55	33,35	0,85	2,40	6,62
1,55	56,7	90,33	33,54	0,84	2,47	6,80
2,32	55,6	95,12	33,30	0,84	2,40	6,73
Pr Notasi	0,5074 tn	0,2536 tn	0,3812 tn	0,9980 tn	0,4975 tn	0,2235 tn
Pola Respon Notasi	tn	tn	tn	tn	tn	tn
Interaksi						
Pr Notasi	0,5384 tn	0,3994 tn	0,8698 tn	0,6880 tn	0,8636 tn	0,6952 tn
KK	4,71	8,01	7,65	8,01	4,69	8,20

Keterangan : *: Berbeda nyata pada taraf 5%, **: Berbeda nyata pada taraf 1%, Pr : probability, f: Uji kontras polinomial ortogonal, L : Linier; Q: Kuadratik

Tabel 4. Nilai PTT, ATT manggis pada pemberian berbagai dosis kalsium dan boron

Dosis pupuk	PTT (%brix)	ATT (%)
Kalsium (kg) Ca		
0,0	18,89	0,77
2,5	19,10	0,79
5,0	18,72	0,80
7,5	18,76	0,78
Pr Notasi	0,7743 tn	0,5960 tn
Pola Respon. Notasi	tn	tn
Boron (g) B		
0,00	19,21	0,81
0,77	18,61	0,77
1,55	18,91	0,80
2,32	18,75	0,76
Pr Notasi	0,4695 tn	0,2446 tn
Pola Respon. Notasi	tn	tn
Interaksi		
Pr	0,1404	0,1346
Notasi	tn	tn
KK	3,90	10,57

Keterangan : *: Berbeda nyata pada taraf 5%, **: Berbeda nyata pada taraf 1%, Pr : probability, f: Uji kontras polinomial ortogonal, L : Linier, Q: Kuadratik

Tabel 5. Kandungan Ca dan B di daun dan perikarp buah pada pemberian berbagai dosis kalsium dan boron

Perlakuan	Kandungan hara di daun		Kandungan hara di perikarp	
	Ca (ppm)	B (ppm)	Ca (ppm)	B (ppm)
Kalsium (kg Ca)				
0,0	3800,0	53,58	470,0	68,6
2,5	3800,0	48,58	520,0	81,0
5,0	3300,0	48,58	700,0	91,0
7,5	3400,0	56,42	810,0	90,7
Pr Notasi	0,7656 tn	0,2721 tn	0,0017 **	0,1467 tn
Pola Respon. Notasi	tn	tn	0,0525 L*	tn
Boron (g) B				
0,00	3800,0	54,42	570,0	53,6
0,77	3500,0	52,58	550,0	63,2
1,55	3000,0	48,42	640,0	89,2
2,32	4100,0	51,75	720,0	125,0
Pr Notasi	0,3413 tn	0,6956 tn	0,2185 tn	<0,0001 **
Pola Respon. Notasi	tn	tn	tn	<0,0001 L **
<i>Interaksi</i>				
Pr	0,8679	0,7526	0,9129	0,1457
Notasi	tn	tn	tn	tn
KK	40,71	23,70	34,80	31,70

Keterangan : *: Berbeda nyata pada taraf 5%, **: Berbeda nyata pada taraf 1%, Pr : probability, f: Uji kontras polinomial ortogonal, L : Linier, Q: Kuadratik

tersebut cukup tinggi untuk buah manggis. Menurut Rai (2004), nilai PTT buah manggis yang telah matang umumnya 17-20 °brix.

Kandungan Hara Kalsium dan Boron pada Daun dan Perikarp

Pemberian kalsium dan boron tidak berpengaruh terhadap kandungan Ca dan B pada daun. Pemberian pupuk kalsium berpengaruh nyata secara linier pada Ca-perikarp dan pemberian pupuk boron berpengaruh sangat nyata secara linier pada kadar B-perikarp (Tabel 5). Pengaruh linier menunjukkan bahwa semakin tinggi pemberian dosis pupuk semakin meningkatkan kandungan hara dalam jaringan tanaman. Kadar Ca-perikarp dan B-perikarp yang dipengaruhi secara linier menunjukkan pemberian pupuk kalsium dan boron belum mencapai dosis optimum.

Penentuan Dosis Optimum

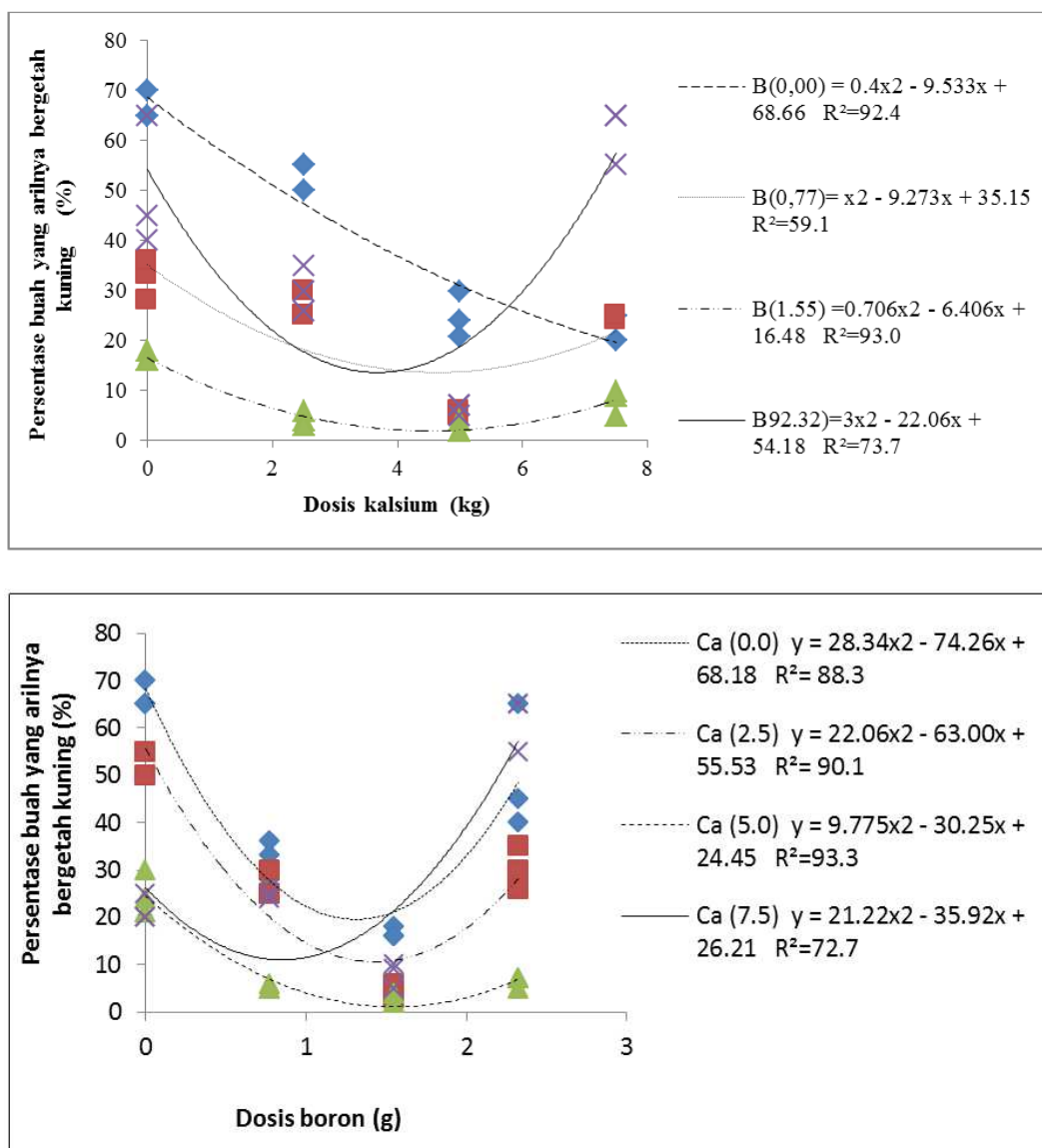
Pengelolaan pemupukan berdasarkan kebutuhan tanaman ditentukan oleh penggunaan hara yang efektif oleh tanaman. Hasil analisis jaringan daun dapat menunjukkan status kecukupan hara tanaman, sehingga dapat menentukan kebutuhan pupuk. Namun, analisis jaringan ini harus diintegrasikan dengan indikator lain seperti pertumbuhan vegetatif. Penyusunan kebutuhan pupuk dapat menggunakan kurva respon umum tanaman (*generalized curve*) terhadap pemupukan. Kebutuhan pupuk ditentukan sebagai dosis optimum untuk mencapai hasil maksimum (Amisnaipa *et al.*, 2009). Penentuan dosis optimum dilakukan dengan menurunkan persamaan regresi kurva respon peubah tingkat cemar getah kuning yang berpola kuadratik pada perlakuan pupuk kalsium dan boron (Gambar 1). Pemberian pupuk kalsium dan boron tidak berpengaruh terhadap sebagian besar peubah sifat fisik dan kimia buah manggis,

sehingga dosis optimum pupuk kalsium dan boron untuk memperbaiki kualitas sifat fisik dan kimia buah tidak tercapai dalam percobaan ini.

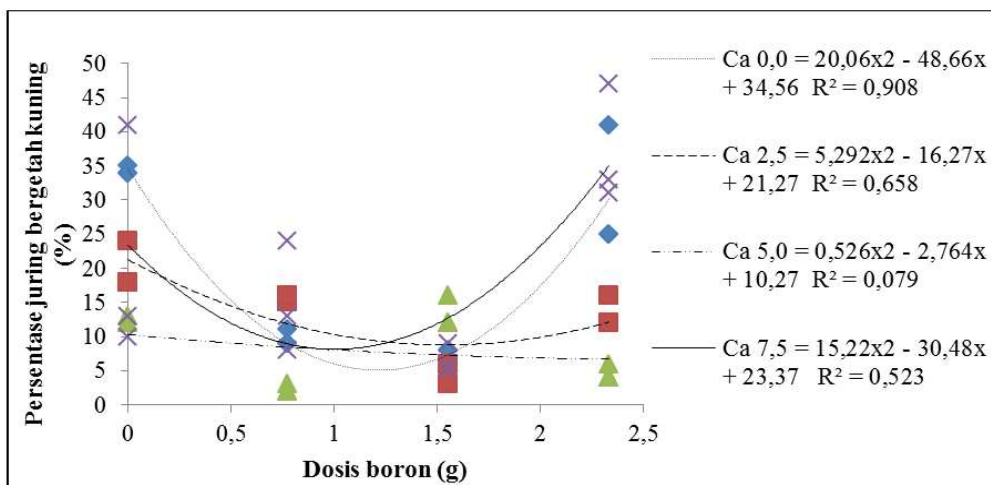
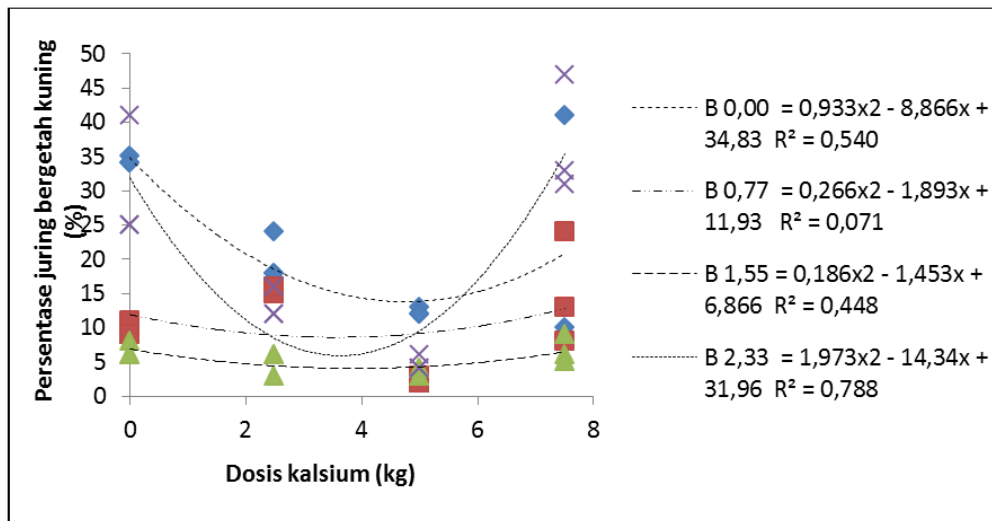
Interaksi pupuk kalsium dan boron berpengaruh nyata secara kuadrat terhadap persentase buah yang arilnya bergetah kuning dan persentase juring bergetah kuning, sehingga dosis optimum diturunkan dari persamaan regresi interaksi. Persentase buah yang kulitnya bergetah kuning, persamaan regresinya untuk pupuk kalsium adalah $y = 0,946x^2 - 7,784x + 58,35$ dan untuk pupuk Boron adalah $y = 10,19x^2 - 26,95x + 59,78$. Dari model regresi ini diketahui dosis optimum pupuk kalsium adalah 4,11 kg/pohon dan boron 1,33 g/pohon

KESIMPULAN

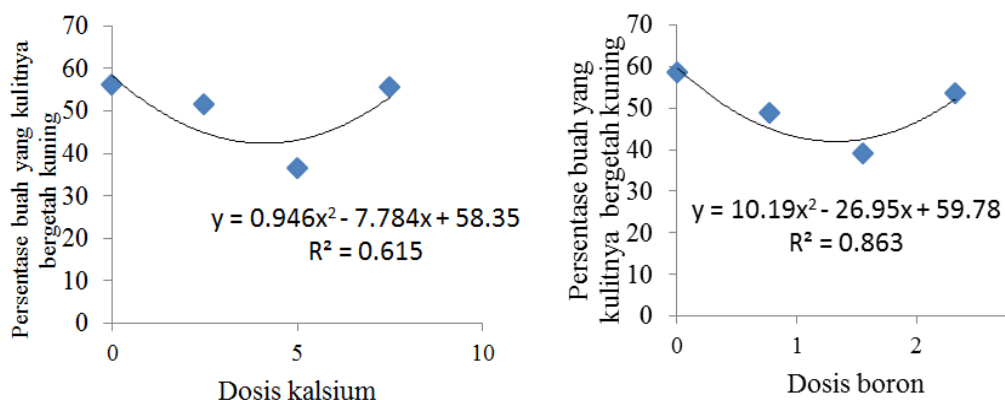
Secara umum interaksi pupuk kalsium dan boron berpengaruh terhadap tingkat cemaran getah kuning pada buah manggis, tetapi tidak berpengaruh terhadap sifat fisik dan kimia buah, sehingga dosis optimum kalsium dan boron untuk meningkatkan kualitas fisik dan kimia buah belum didapat. Dosis optimum untuk menurunkan cemaran getah kuning pada buah manggis adalah kombinasi 5,0 kg Ca/pohon + 1,55 g B₂O₃/pohon dengan persentase buah yang arilnya bergetah kuning minimum 1,05% pada persamaan regresi Ca $(5,0) = 9,775x^2 - 30,25x + 24,45$ pada nilai $R^2 = 0,933$.



Gambar 1. Respon interaksi kalsium dan boron terhadap persentase buah yang arilnya bergetah kuning



Gambar 2. Respon interaksi kalsium dan boron terhadap persentase juring bergetah kuning



Gambar 3. Polarespon pemberian kalsium dan boron terhadap persentase buah yang kulitnya bergetah kuning

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Kepala Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika dan Lembaga Penelitian Institut Pertanian Bogor atas bantuan dana penelitian dan fasilitas laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Amisnaipa, Susila AD, Situmorang R., Purnomo DW. 2009. Penentuan kebutuhan pupuk kalium untuk budidaya tomat menggunakan irigasi tetes dan mulsa polyethylen. *J. Agron. Indonesia*. 37(2):115-122.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2012. Statistik: Hortikultura. [terhubung berkala]. <http://www.bps.go.id/> [14 Pebruari 2014].
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. Standar Nasional Indonesia (SNI) Manggis. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- Blevins DG, Lukaszewski KM. 1998. Boron in plant structure and function. *Ann. Rev. Pl. Physiol. Pl. Mol. Biol.* 49: 481–500.
- Bradley, G.L. dan Smith, K.J. 1995. *Calculus*. New Jersey: Prentice Hall
- Clarkson DT, Hanson JB. 1980. The mineral nutrition of higher plants. *Annu. Rev Plant Physiol.*31:239-298.
- Dear BS, Weir RG. 2004. Boron deficiency in pastures and field crops. *Agfact P1.AC.1*, 2nd edition.
- Dell B, Malajczuk N. 1995. Nutrient Disorders in Plantation Eucalyptus. *ACIAR*. Canberra. 68 pp.
- [Ditjen] Direktorat Jenderal Hortikultura. 2013. Laporan Kinerja Kementerian Pertanian tahun 2012. <http://www.deptan.go.id>
- Dorly, Tjitrosemito S, Poerwanto R, Juliarni. 2008. Secretory Duct Structure and Phytochemistry Compounds of Yellow Latex in Mangosteen Fruit. *Hayati J Biosci.*15(3):99-104
- Dorly. 2009. Studi Struktur Sekretori dan Fitokimia Getah Kuning serta Aplikasi Kalsium untuk Mengatasi Getah Kuning pada Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.). [Disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Dong X., R.E. Wrolstad and D. Sugar. 2000. Extending shelf life of fresh-cut pears. *J. Food Sci.* 65:181–186
- Huang XM, HC Wang, JLi, W Yuan, J Lu, HB Huang. 2005. An overview of calcium's role in lychee fruit cracking. *Acta. Hort.* 66(5): 231-240
- Huang L, Bell RW, Dell B. 2008. Evidence of Phloem Boron Transport in Response to Interrupted Boron Supply in White Lupi (*Lupinus albus* L. cv. Kiev Mutant) at the Reproductive Stage. *J Exp Bot* 59(3): 575-583.
- Indriyani, NLP., Sadwiyanti, L., Nurhadi dan M. Jawal, AS. 2002. Studi kerusakan buah manggis akibat kerusakan getah kuning. *J. Hort.*, vol.12, no.4, hal. 276-283.
- Kirkby EA, Pilbeam DJ. 1984. Calcium as a plant nutrient. *Plant, Cell and Environment* 7:397-405
- Marschner H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plant* Second Edition. San Diego (US): Academic Press.
- Marcelle, R. D. 1995. Mineral nutrition and fruit quality. *Acta Hort.* 383: 219-226
- Mattjik AA, Sumertajaya IM. 2006. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan MINITAB. Bogor (ID): IPB Press.
- Montgomery, D.C. 1984. *Design And Analysis Of Experiment*. Second Edition. England: John Wiley & Sons Ltd.
- O'Neill MA, Ishii T, Albersheim P, Darvill AG. 2004. Rhamnogalacturonan II: structure and function of a borate cross-linked cell wall pectic polysaccharide. *Annu Rev Plant Biol.* 55:109–139.
- Parlindungan DS. 2011. Studi aplikasi kalsium dan boron terhadap pengendalian getah kuning pada buah manggis (*Garcinia mangostana* L.). [tesis]. Bogor (ID) Institut Pertanian Bogor.
- Patrick H, Brown and Hening Hu. 1998, Boron Mobility and Consequent Management in Different Crops. *Better Crops Vol.* 82:28-31
- Poerwanto R, Dorly, Maad M. 2010. Getah kuning pada buah manggis. *Prosiding Seminar Nasional Hortikultura Indonesia*, Bali, 25-26 Nopember 2010. Indonesia. p. 255-259
- Poovarodom S, Boonplang N. 2008. Soil calcium application and pre-harvest calcium and boron sprays on mangosteen fruit quality. *Proceedings of the VI International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops*; Faro, 19- 23 May 2008. Portugal.
- Poovarodom S. 2010. Calcium and Physiological Disorders of Mangosteen Fruits. 58-62. *Proceedings of the International Conference on Integration of Science & Technology for Sustainable Development*. 26-27 Agustus, 2010, Bangkok, Thailand.
- Primilestari S. 2011. Pengendalian getah kuning dan peningkatan kualitas buah manggis melalui aplikasi kalsium dengan sumber dan dosis berbeda. [tesis]. Bogor (ID) Institut Pertanian Bogor
- Rai IN. 2004. Fisiologi pertumbuhan dan pembungaan tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.) asal biji dan sambungan [disertasi]. Bogor (ID) Institut Pertanian Bogor.
- Taiz Ly, E. Zaiger. 2006. Symptoms of Deficiency In Essential Minerals. In *Plant Physiology*. Fourth Edition. On line. [<http://4e.plantphys.net/> 13 November 2011].

- Tisdale SL, Nelson LN, Beaton JD, Havlin JL. 2005. Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrient Management. New Jersey (US): Pearson Prentice Hall.
- Verheij EWM. 1997. *Garcinia Mangostana* L. Di dalam Verheij EWM, Coronel RE, editor. PROSEA, Edible Fruit and Nuts. Wageningen : Pudoc. hlm 177-181.
- Widodo A H . 2013. Manggis Kini Jadi Primadona Ekspor. Direktorat Budidaya dan Pascapanen Buah. Direktorat Jenderal Hortikultura. <http://politikindonesia.com>