

Aplikasi Kalsium dan Boron untuk Pengendalian Cemaran Getah Kuning Pada Buah Manggis (Application of Calcium and Boron for the Control of Yellow Latex Contamination in the Mangosteen Fruit)

Purnama, T¹⁾, Poerwanto, R²⁾, dan Efendi, D²⁾

¹⁾Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Jl. Raya Solok-Aripan Km. 8, Solok 27301

²⁾Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

E-mail : titinpurnama37@yahoo.com

Naskah diterima tanggal 16 Juli 2013 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 7 November 2013

ABSTRAK. Cemaran getah kuning merupakan masalah utama yang menyebabkan rendahnya mutu buah manggis. Keseimbangan ketersediaan hara kalsium (Ca) dan boron (B) dalam tanah diduga berperan penting dalam pengendalian cemaran getah kuning pada buah manggis. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan kombinasi dosis kalsium dan boron yang tepat untuk mencegah cemaran getah kuning pada buah manggis. Penelitian dilaksanakan di Purwakarta, Jawa Barat dari Bulan Nopember 2012 sampai Juni 2013. Rancangan percobaan yang digunakan ialah 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). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian Ca dan B dapat menurunkan persentase dan skor cemaran getah kuning pada aril dan kulit buah. Terjadi interaksi pemberian Ca dan B terhadap skor dan persentase cemaran getah kuning pada aril. Persentase cemaran getah kuning pada aril terendah (2,67%) diperoleh pada kombinasi dosis 5,0 kg Ca/pohon+1,55g B/pohon. Hasil penelitian ini dapat dijadikan pedoman kombinasi dosis Ca dan B untuk menanggulangi cemaran getah kuning pada buah manggis.

Katakunci: *Garcinia mangostana*; Kalsium; Boron; Cemaran getah kuning

ABSTRACT. Yellow latex contamination on mangosteen fruits is a major problem that causes poor quality of the fruits. Nutrient balance of calcium (Ca) and boron (B) in the soil is suspected to play an important role in the control of yellow latex contamination mangosteen fruits. The objective of this research was to obtain the best combination of calcium and boron dose appropriate to prevent contamination in the yellow latex mangosteen fruit. The research was conducted at Purwakarta, West Java, from November 2012 to June 2013. The research arranged in factorial randomized block design with three replications. Treatment consisted of two factors of: Ca with dose 0.0; 2.5; 5.0; and 7.5 kg/tree, and B with dose 0.00; 0.77; 1.55; and 2.32 g/tree. The results showed that fertilizer of Ca and B can lower the percentage and score the yellow latex of the impurities on the aryl and the skin of mangosteen fruits. The interaction fertilizer doses of Ca and B to score and the percentage of contamination in yellow latex of aryl. Percentage the yellow latex of the impurities on the aryl (2.67%) lowest available doses of the combination of calcium and boron fertilizer 5.0 kg Ca/tree + 1.55 g B/tree. This results can be used as guide combination dose Ca and B for the control of yellow latex contamination on the mangosteen fruits.

Keywords: *Garcinia mangostana*; Boron; Calcium; Yellow latex contamination

Manggis (*Garcinia mangostana* L.) merupakan buah unggulan Indonesia dan termasuk salah satu produk buah-buahan yang paling banyak diekspor dibandingkan dengan buah lainnya. Produksi manggis Indonesia tahun 2011 mencapai 136 080 t, namun yang dapat diekspor hanya sekitar 9,26% dari total produksi (Direktorat Jenderal Hortikultura 2011). Rendahnya persentase buah yang layak ekspor disebabkan rendahnya mutu buah manggis yang diproduksi di Indonesia. Penyebab utama rendahnya mutu manggis ialah cemaran getah kuning pada daging dan kulit buah. Getah kuning yang mencemari daging buah (aril) menimbulkan rasa pahit, sedangkan pada kulit buah menyebabkan kulit jadi kotor dan penampilan tidak menarik.

Getah kuning secara alami dihasilkan pada setiap organ manggis, kecuali pada akar (Dorly *et al.* 2008). Getah kuning menjadi masalah apabila keluar dari salurannya yang pecah, mengotori aril dan kulit

buah. Cemaran getah kuning pada buah manggis disebabkan oleh pecahnya saluran getah kuning karena adanya desakan tekanan dari biji dan aril pada saat perkembangan buah, serta perubahan tekanan turgor. Pecahnya saluran getah kuning ini, diduga akibat dinding sel-sel epitel saluran getah kuning kekurangan Ca (Dorly 2009).

Kalsium merupakan penyusun dinding sel terutama sebagai substansi perekat Ca-pektat (Gardner *et al.* 1991). Peranan Ca-pektat merupakan bahan perekat antara dinding sel yang satu dengan dinding sel yang lain di lamela tengah (Marschner 1995). Ca berperan sebagai penghubung rantai pektin pada struktur dinding sel (Taiz & Zeiger 2006). Kalsium terlibat dalam konstruksi dari dinding sel dan merupakan komponen utama yang berperan untuk sifat mekanis dari jaringan tumbuhan (Huang *et al.* 2005). Defisiensi kalsium dapat menyebabkan dinding sel rapuh dan mudah rusak, defisiensi kalsium dapat meningkatkan cemaran

getah kuning pada buah manggis (Poovarodom & Boonplang 2008). Hasil penelitian Dorly *et al.* (2011) menunjukkan bahwa penyemprotan kalsium klorida (CaCl_2) pada buah manggis signifikan menurunkan cemaran getah kuning pada kulit dan aril buah manggis.

Unsur lain yang memiliki fungsi dalam menjaga integritas dinding sel ialah boron. Unsur boron berperan dalam menstabilkan dinding sel pada tanaman (Huang *et al.* 2008). Dalam fase pertumbuhan, boron berfungsi dalam pembelahan dan pembesaran sel (Dear & Weir 2004), dan sebagai regulator fungsi membran (Dell & Malajczuk 1995). Fleischer *et al.* (1998) mengemukakan bahwa defisiensi boron mengakibatkan sel mati, terutama disebabkan oleh melemahnya dinding sel. Matinya sel yang dormansi berkaitan dengan lepasnya organel-organel sel, yang diindikasikan oleh pecahnya dinding sel. Defisiensi B pada buah apel dan pear mengakibatkan kerusakan jaringan pada daging buah dan warna buah menjadi kecoklatan (Dear & Weir 2004).

Dari hasil penelitian, aplikasi kalsium pada tanaman manggis melalui tanah dapat mengurangi cemaran getah kuning pada perikarp buah manggis, tetapi tidak efektif untuk cemaran getah kuning pada aril (Dorly *et al.* 2008, Wulandari & Poerwanto 2010). Menurut Poerwanto *et al.* (2010) kalsium dan boron tanah, serta kandungan kalsium dan boron jaringan berkontribusi menekan insiden getah kuning buah manggis. Poovarodom (2010) melaporkan bahwa pemberian kalsium melalui tanah menjadi lebih efektif bila dikombinasikan dengan pemberian boron. Selanjutnya hasil penelitian Premilestari (2011) menunjukkan bahwa aplikasi kalsium untuk mengurangi cemaran getah kuning memerlukan dosis tinggi, yaitu kalsium sumber dari kaptan dengan dosis 6 t Ca/ha atau kalsium sumber dari dolomit dengan dosis 2 t Ca/ha. Aplikasi kalsium dapat meningkatkan biaya produksi buah cukup tinggi. Pemberian kalsium dan boron melalui penyemprotan pada buah, dapat meningkatkan serapan kalsium dan boron pada buah lengkeng dengan seiring bertambahnya kekuatan kulit dan penurunan persentase retak buah lengkeng (Ihsan *et al.* 2012).

Hasil penelitian Parlindungan (2011) menunjukkan bahwa perlakuan 5,79 kg Ca/pohon +1,55 g B/pohon melalui tanah dapat menurunkan cemaran getah kuning pada aril dan meningkatkan kandungan boron di endokarp kulit buah manggis. Namun apabila kadar boron dalam jaringan endokarp >150 ppm dapat meningkatkan persentase aril bergetah kuning pada buah manggis (Martias 2012).

Dengan mengetahui permasalahan yang dikemukakan tersebut, maka perlu dipelajari lebih

lanjut keseimbangan ketersediaan Ca dan B dalam tanah untuk pengendalian cemaran getah kuning buah manggis. Ketersediaan Ca dan B dalam tanah dipengaruhi oleh dosis Ca dan B yang diberikan. Informasi kombinasi kedua hara Ca dan B yang ideal untuk dapat menurunkan cemaran getah kuning pada buah manggis sampai saat ini belum banyak. Untuk itu, perlu diteliti pengaruh aplikasi kombinasi beberapa dosis Ca dan B serta interaksi dari penambahan kedua unsur hara ini untuk menekan cemaran getah kuning pada buah manggis. Dalam penelitian ini diaplikasikan empat taraf dosis Ca dan empat taraf dosis B. Penelitian ini bertujuan mengetahui peran aplikasi Ca dan B untuk menanggulangi cemaran getah kuning pada buah manggis dan mendapatkan kombinasi dosis Ca dan B yang tepat untuk mencegah cemaran getah kuning buah manggis. Hipotesis yang di uji dalam penelitian ini ialah aplikasi dosis Ca dan B yang tepat dapat menurunkan cemaran getah kuning pada buah manggis, serta terdapat kombinasi dosis kalsium dan boron yang optimum dalam menurunkan cemaran getah kuning buah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun manggis Desa Garogek, Purwakarta, Jawa Barat mulai Bulan Nopember 2012 sampai Juni 2013. Bahan yang digunakan ialah tanaman manggis asal biji umur \pm 20 tahun, dolomit ($30\% \text{CaO}_3$) sebagai sumber Ca, dan Finbor ($48\% \text{B}_2\text{O}_3$) sebagai sumber boron. Rancangan percobaan yang digunakan ialah acak kelompok faktorial. 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 2,32 g B/pohon. Setiap unit percobaan terdiri atas satu tanaman sampel di ulang tiga kali, sehingga total tanaman yang digunakan sebanyak 48 tanaman.

Aplikasi pupuk dilakukan dua kali, yaitu pemberian 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 (1) pengukuran tingkat cemaran getah kuning pada buah manggis meliputi intensitas cemaran getah kuning di aril dan kulit buah, pengamatan dilakukan menggunakan skoring, (Kartika 2004) Lampiran 1. Persentase cemaran getah kuning di aril (PCGK Aril), persentase cemaran getah kuning kulit buah (PCGK Kulit), persentase juring bergetah kuning (PJBK), dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{PCGK Aril} = \frac{\text{Jumlah buah arilnya yang tercemar getah bening}}{\text{Jumlah buah yang diamati}} \times 100\%$$

$$\text{PCGK Kulit} = \frac{\text{Jumlah buah arilnya yang tercemar getah bening}}{\text{Jumlah buah yang diamati}} \times 100\%$$

$$PJBK = \frac{\text{Jumlah juring tercemar getah bening}}{\text{Jumlah buah yang diamati}} \times 100\%$$

Pengamatan tingkat cemaran getah kuning dilakukan setelah buah di panen pada umur 16 minggu setelah antesis sebanyak 100 sampel buah/pohon (2) Analisis jaringan tanaman berupa penentuan kandungan Ca dan B di daun dan perikarp buah. Data dianalisis menggunakan uji F, untuk hasil yang berbeda nyata dilakukan uji lanjut *Duncan multiple range test* (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian Ca dan B berpengaruh nyata terhadap tingkat cemaran getah kuning pada buah manggis. Terjadi interaksi pemberian pupuk Ca dan B terhadap persentase dan skor cemaran getah kuning pada aril. Pengaruh tunggal terdapat pada persentase juring bergetah kuning, persentase skor cemaran getah kuning pada kulit, kandungan Ca dan B daun serta pada perikarp.

Persentase dan Skor Cemaran Getah Kuning Pada Aril

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian Ca yang meningkat tanpa B mampu menurunkan cemaran getah kuning, namun berbeda dengan pemberian dosis B yang meningkat tanpa Ca, tingkat cemaran getah kuning juga naik. Persentase cemaran getah kuning pada aril yang terendah didapat pada kombinasi 5,0 kg Ca/pohon + 1,55 g B/pohon.

Hasil yang sama juga didapat pada data skoring cemaran getah kuning pada aril (Tabel 2). Pemberian Ca yang meningkat tanpa B mampu menurunkan skor cemaran getah kuning pada aril, namun skor cemaran akan lebih rendah apabila pemberian Ca

dikombinasikan dengan pemberian B dosis 1,55 g/pohon. Kombinasi perlakuan dengan dosis 2,5 kg Ca/pohon + 1,55g B/pohon menunjukkan skor cemaran getah aril terendah walau tidak berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi 5,0 kg Ca/pohon + 1,55g B/pohon.

Skor cemaran getah kuning pada aril menunjukkan tingkat keparahan cemaran getah kuning pada aril. Getah kuning yang mencemari aril, berasal dari getah yang keluar dari saluran getah yang pecah atau rusak di perikarp pada bagian endokarp. Pemberian kombinasi 5,0 kg Ca/pohon + 1,55 g B/pohon mampu menurunkan persentase buah aril bergetah kuning mencapai 95,99 % dengan skor 1,08, yang berarti hampir tidak ada tetesan getah mencemari aril. Penurunan persentase dan skor buah aril bergetah kuning berhubungan dengan meningkatnya kandungan Ca dan B pada perikarp. Kombinasi dosis tersebut dapat meningkatkan kandungan Ca sampai 32,85% dan B 39,91% pada perikarp. Hara Ca dan B yang cukup di perikarp menyebabkan kuatnya dinding sel-sel epitel saluran getah kuning yang terdapat di endokarp buah, sehingga insiden getah kuning pada aril menjadi lebih rendah. Hal ini disebabkan adanya interaksi Ca dan B dengan pektin dan membentuk jaringan polimer *cross-link* yang membuat struktur dinding sel menjadi kuat (Dong *et al.* 2000). Pada umumnya, perbandingan antara hara Ca dan B yang seimbang memiliki dampak yang lebih baik pada kualitas buah daripada konsentrasi hara diberikan secara individu (Marcelle 1995), keutuhan dinding sel epitel terjadi bila suplai Ca dan B dapat memenuhi kebutuhan perkembangan sel tersebut (Clarkson & Hanson 1980).

Pemberian kombinasi 7,5 kg Ca/pohon + 2,23 g B/pohon, menyebabkan persentase dan skor buah bergetah kuning pada aril tidak berbeda nyata dengan kombinasi dosis 0,0 g Ca/pohon + 2,23 g B/pohon. Tingginya tingkat cemaran getah kuning pada kombinasi dosis

Tabel 1. Interaksi kalsium dan boron terhadap persentase cemaran getah kuning pada aril (*Interaction of calcium and boron on the percentage of contamination and yellow latex on aryl*)

Dosis pupuk Ca (kg/pohon) (Ca fertilizer dose) Kg/tree	Persentase cemaran getah kuning pada aril (Contamination percentage yellow latex on Aryl), %			
	Dosis pupuk B (B fertilizer dose), g/pohon (tree)			
	0,00	0,77	1,55	2,32
0,0	66,67 a A	32,33 a C	12,67 a D	50,00 a B
2,5	53,33 b A	26,67 b B	4,33 bc C	30,33 b B
5,0	25,00 c A	5,33 c B	2,67 c B	6,33 c B
7,5	21,67 c B	24,67 b B	8,00 b C	61,67 a A

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda pada kolom dan huruf besar yang berbeda pada baris menunjukkan berbeda nyata menurut uji DMRT 1% (Number followed by different lowercase and uppercase letters in a column are different at the line showed significantly different at 0,01 level according to DMRT)

Tabel 2. Interaksi kalsium dan boron terhadap skor cemaran getah kuning pada aril (*Interaction of calcium and boron to score contamination yellow latex on aryl*)

Dosis pupuk Ca (<i>Ca fertilizer dose</i>) kg/pohon (<i>tree</i>)	Skor cemaran getah kuning pada aril (<i>Yellow latex contamination score on Aryl</i>), %			
	Dosis pupuk B (<i>B fertilizer dose</i>) g/pohon (<i>tree</i>)			
	0.00	0.77	1.55	2.32
0,0	2,20 a A	1,50 a B	1,22 a C	2,09 a A
2,5	1,93 a A	1,47 a B	1,07 c C	1,54 b B
5,0	1,43 b A	1,0 8 C	1,08 c C	1,15 c B
7,5	1,37 b B	1,32 b B	1,14 b B	2,2 a A

ini, berhubungan dengan tingginya kadar hara B pada jaringan perikarp yaitu 125,0 ppm. Boron pada jaringan perikarp berkontribusi dalam meningkatkan persentase buah aril bergetah kuning, mengindikasikan bahwa hara tersebut dalam konsentrasi yang berlebih dan toksik di jaringan perikarp. Diduga hara tersebut menstimulasi pelepasan spesies oksigen bebas (ROS) yang merusak membran sel, sehingga terjadi kerusakan saluran getah kuning di perikarp seperti di indikasikan oleh persentase buah aril bergetah kuning. Sejumlah proses fisiologi telah terbukti diubah oleh toksisitas B, meliputi gangguan pengembangan dinding sel, adanya metabolik yang mengikat gugus ribose ATP, NADH, dan NADPH, dan penghambatan pembelahan dan pemanjangan sel (Reid *et al.* 2004).

Persentase Cemaran Getah Kuning Pada Juring, Skor, dan Persentase Cemaran Getah Kuning Pada Kulit Buah

Pemberian Ca dengan dosis 5,0 kg/pohon memberikan persentase juring bergetah kuning, skor dan persentase buah yang kulitnya bergetah kuning terendah dibanding kontrol dan dua dosis lainnya. Penambahan Ca dengan dosis 2,5 kg/pohon tidak berbeda nyata dengan dosis 7,5 kg/pohon, lebih rendah dibanding kontrol untuk persentase juring bergetah kuning (Tabel 3).

Cemaran getah kuning pada buah manggis terjadi karena kerusakan dinding sel saluran getah kuning yang terdapat pada perikarp buah maupun aril. Salah satu faktor yang menyebabkan rusaknya saluran getah kuning tersebut ialah perbedaan kecepatan pertumbuhan antara aril dan biji dengan perikarp yang terjadi selama perkembangan buah. Perbedaan laju tumbuh tersebut menyebabkan desakan mekanik dari biji dan aril ke perikarp (Poerwanto *et al.* 2010). Faktor lain yang dapat menyebabkan cemaran getah kuning pada buah manggis ialah perubahan potensial

air yang terjadi secara tiba-tiba. Perubahan tekanan turgor memberikan tekanan pada dinding sel epitel, baik dari dalam (turgor plasma sel), maupun dari luar (turgor cairan getah). Apabila dinding sel epitel lemah akibat kekurangan Ca, maka sel-sel mudah pecah, yang menyebabkan cemaran getah kuning pada aril dan kulit luar buah. Perlakuan Ca dapat meningkatkan kandungan Ca pada perikarp, sehingga menurunkan cemaran pada buah manggis. Ca berperan penting dalam penyusunan struktur dinding sel sebagai Ca-pektat dalam lamela tengah (Masehner 1995). Pada saluran sekretori getah kuning, Ca yang berfungsi sebagai perekat antardinding sel dapat meningkatkan integritas antara sel-sel epitel penyusun saluran sekretori getah kuning. Kirkby & Pilbeam (1984) menyatakan bahwa jaringan dengan kandungan Ca yang tinggi memiliki dinding sel yang kuat dan lebih tahan terhadap kebocoran membran.

Persentase juring bergetah kuning, skor, dan persentase buah kulitnya bergetah kuning terendah pada pemberian B dengan dosis 1,55 g/pohon serta dosis ini dapat menaikkan kandungan B sampai 39,91% pada perikarp dan menurunkan tingkat cemaran pada juring sampai 73,75 dan 33,58% pada kulit buah. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan B melalui tanah dapat memenuhi kekurangan hara B di sel-sel saluran sekretori getah kuning pada saat terjadinya perkembangan buah. Beberapa hasil penelitian juga menduga bahwa interaksi antara *borate* dan pektin penting bagi struktur dinding sel untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Matoh *et al.* 1993). Boron merupakan bagian dari komponen struktural sel dan berperan meningkatkan stabilitas dan ketegaran struktur dinding sel, mendukung bentuk kekuatan sel tanaman (Hu & Brown 1994, Marschner 1995, Blevins & Lukaszewski 1998).

Pemberian B dengan dosis 2,32 g/pohon, persentase juring bergetah kuning, skor, dan persentase buah kulitnya bergetah kuning lebih tinggi dibanding dua

Tabel 3. Pengaruh pemberian kalsium dan boron terhadap persentase juring bergetah kuning, skor, dan persentase cemaran getah kuning pada kulit (*Effect of calcium and boron on the percentage of the yellow latex segments, scores, and percentage of yellow latex on the skin*)

Perlakuan (Treatments)	Persentase juring bergetah kuning (Percentage segment yellow latex), %	Skor getah kuning pada kulit (Score yellow latex on the skin)	Persentase buah bergetah kuning pada kulit (Percentage yellow latex skin), %
Kalsium (Ca), kg			
0,0	20,25 a	2,06 a	56,16 a
2,5	13,50 b	2,00 a	51,41 a
5,0	5,75 c	1,69 b	36,50 b
7,5	15,25 b	2,10 a	55,41 a
Boron (B), g			
0,00	19,66 a	2,15 a	58,58 a
0,77	9,75 b	1,91 b	48,66 b
1,55	5,16 c	1,83 b	38,91 c
2,32	20,16 a	1,96 b	53,33 ab

angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata menurut Uji DMRT 5% (*Number followed by different letters indicate significantly at 0.05 level according to DMRT*)

dosis lain, tapi tidak beda nyata dengan kontrol. Tingginya persentase juring bergetah kuning dan persentase buah kulitnya bergetah kuning berhubungan dengan tingginya dosis B yang diberikan, sehingga serapan hara B di perikarp juga meningkat. Hara B termasuk hara yang dapat menurunkan cemaran getah kuning tetapi pada kondisi yang berlebihan bisa menaikkan tingkat cemaran (Martias 2012). Kelebihan B menyebabkan gangguan pengembangan dinding sel serta terhambatnya pembelahan dan perpanjangan sel (Reid *et al.* 2004). Kelebihan B dapat meningkatkan *malondialdehid* (MDA) dan hidrogen peroksida (H₂O₂), mengakibatkan stres oksidatif dan peroksida membran (Cervilla & Ardic *et al.* 2009).

Kandungan Hara Ca dan B Pada Daun dan Perikarp

Kandungan hara pada jaringan daun dan perikarp merupakan representasi dari hara tersedia di tanah yang diserap oleh tanaman dan berperan penting dalam proses fisiologi dan kejadian cemaran getah kuning pada aril dan kulit buah. Analisis kandungan hara Ca dan B pada daun dan perikarp disajikan pada Tabel 4.

Perlakuan pemberian pupuk Ca dan B memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap kandungan Ca dan B pada daun. Pada penelitian ini ditemukan kandungan Ca pada daun lebih tinggi dibandingkan dengan perikarp buah. Kalsium merupakan unsur yang dapat larut dalam air. Unsur ini diambil dari dalam tanah dan ditranslokasikan bersama air ke bagian tumbuhan lain. Pada suhu lingkungan yang tinggi, air yang mengandung kalsium dan mineral lain bergerak cepat ke daun. Kebanyakan air ditranspirasikan melalui daun, sehingga kalsium banyak ditemukan dalam daun setelah proses transpirasi. Bagian buah tidak melakukan transpirasi sebanyak daun, sehingga

kalsium yang terakumulasi dalam buah hanya sedikit (Marschner 1995). Sementara kandungan B di daun pada percobaan ini lebih rendah daripada perikarp, hal ini diduga akibat adanya retranslokasi B dari daun menuju buah yang sedang berkembang yakni bagian perikarp. Peningkatan kebutuhan unsur B tanaman *Lupinus albus* L saat pembungaan dapat meningkatkan retranslokasi B dari daun tua menuju organ yang sedang tumbuh dengan aktif. Peningkatan tersebut terjadi bila suplai B yang berasal dari hasil serapan akar sangat minim (Huang *et al.* 2008). Menurut Patrick *et al.* (1998) pada kondisi boron *mobile* di *phloem*, komposisi kandungan B pada tanaman almond di jaringan daun terdapat 42 ppm lebih rendah daripada jaringan buah yaitu (mesokarp 170 ppm, endokarp 34 ppm, dan inti 43 ppm). Sementara hasil penelitian Martias (2012) menunjukkan bahwa komposisi kadar hara B di tanaman manggis pada daun, mesokarp, dan endokarp, berturut-turut yaitu 45,76; 164,75; dan 256,06 ppm.

Perlakuan Ca memberikan pengaruh yang nyata terhadap kandungan Ca pada perikarp dan tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan B pada perikarp. Pemberian Ca dosis 5,0 dan 7,5 kg/pohon dapat meningkatkan kandungan Ca pada perikarp dibanding kontrol. Kandungan Ca tertinggi didapat pada perlakuan 7,5 kg Ca/pohon dengan rerata (810,0 ppm) dan yang terendah pada kontrol (470,0 ppm), walau kandungan Ca pada perikarp lebih rendah dari Ca di daun, namun diperkirakan sudah mampu memenuhi kebutuhan Ca perikarp, sehingga dapat mengendalikan cemaran getah kuning pada buah. Hal ini dapat dilihat pada persentase dan skor cemaran getah kuning pada aril aril (Tabel 1 dan 2).

Tabel 4. Pengaruh pemberian kalsium dan boron terhadap kandungan Ca dan B pada daun dan perikarp (The effect of calcium and boron on the content of Ca and B on the leaf and pericarp)

Perlakuan (Treatments)	Kandungan hara pada daun (Leaf nutrient content), ppm		Kandungan hara perikarp (Pericarp nutrient content), ppm	
	Ca	B	Ca	B
Kalsium (Ca), kg				
0,0	3800,0	53,58	470,0 b	68,6
2,5	3800,0	48,58	520,0 b	81,0
5,0	3300,0	48,58	700,0 a	91,0
7,5	3400,0	56,42	810,0 a	90,7
Boron (B), g				
0,00	3800,0	54,42	570,0	53,6 c
0,77	3500,0	52,58	550,0	63,2 c
1,55	3000,0	48,42	640,0	89,2 b
2,32	4100,0	51,75	720,0	125,2 a

Perlakuan pemberian pupuk B, menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap kandungan Ca pada perikarp dan berpengaruh nyata terhadap kandungan B pada perikarp. Kandungan B tertinggi 125,2 ppm terdapat pada pemberian pupuk B dengan dosis 2,32 g/pohon, dan yang terendah 53,6 ppm terdapat pada kontrol. Kandungan B pada perikarp menunjukkan pengaruh yang berbeda dengan kandungan Ca pada perikarp terhadap tingkat cemaran getah kuning. Pada tanaman berkayu, kandungan B dalam jaringan tanaman umumnya berkisar 80–100 ppm (Marschner 1995). Dari semua parameter yang diamati pada (Tabel 1, 2, dan 3) tingkat cemaran terendah didapat pada perlakuan pemberian B dengan dosis 1,55 g B/pohon yang mempunyai kandungan B dalam perikarp di atas batas minimum, sementara perlakuan B dosis 2,32 g/pohon kandungan B pada perikarp di atas maksimum, dan perlakuan lainnya serta perlakuan kontrol tidak dapat meningkatkan kandungan boron di atas 80 ppm. Kekurangan atau kelebihan B pada perikarp diduga berpengaruh terhadap perkembangan sel-sel saluran sekretori getah kuning sehingga sel-sel menjadi lemah dan mudah rusak. Defisiensi hara B menyebabkan perubahan fisiologi dan biokimia meliputi perubahan aktivitas enzim, struktur dinding sel, fungsi dan integritas membran (Fleischer *et al.* 1998). Defisiensi B menyebabkan dinding sel tidak berfungsi (O'Neill *et al.* 2004), sedangkan kelebihan B mengganggu sintesis sel (Reid *et al.* 2004). Selain itu, tanaman yang keracunan B mengalami peningkatan *malondialdehid* (MDA) dan hidrogen peroksida (H₂O₂), mengakibatkan stres oksidatif dan peroksida membran (Cervilla *et al.* 2009, Ardic *et al.* 2009).

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Pemberian kombinasi pupuk Ca dan B dapat menurunkan persentase dan skor cemaran getah kuning pada aril dan kulit buah manggis.
2. Terjadi interaksi antara dosis pupuk Ca dan B terhadap skor dan persentase cemaran getah kuning pada aril.
3. Persentase cemaran getah kuning pada aril terendah (2,67%) diperoleh pada kombinasi dosis 5,0 kg Ca/pohon+1,55 g B/pohon.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian yang telah membantu mendanai penelitian ini melalui Program Kerjasama Kemitraan Penelitian Pertanian dengan Perguruan Tinggi (KKP3T), dan Program Penelitian Hibah Kompetensi Tahun Anggaran 2013 Nomor Kontrak 035/SP2H/PL/Dit.Litabmas/V/2013. Hibah Pascasarjana Program Penelitian Strategis Nasional dalam proposal yang berjudul Pengembangan Teknologi Pengendalian Getah Kuning Buah Manggis dengan nomor kontrak 45/13.24.4/SPK-PUS/IPB 2012 dan 83 /IT3.41.2/L1/SPK/IPB 2013

PUSTAKA

1. Ardic, M, Sekmen, AH, Turkan, I, Tokur, S & Ozdemir, F 2009, 'The effects of boron toxicity on root antioxidant systems of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars', *Plant Soil*, no. 314, pp. 99-108.

2. Blevins, DG & Lukaszewski, KM 1998, 'Boron in plant structure and function', *Ann. Rev. Pl. Physiol. Pl. Mol. Biol.*, no. 49, pp. 481-500.
3. Brown, PH & Hu, H 1998, 'Boron mobility and consequent management in different crops', *Better Crops*, vol. 82, no. 2, pp. 28-31.
4. Cervilla, LM, Blasco, B, Rios, JJ, Romero, L & Ruiz, JM 2007, 'Oxidative stress and antioxidants in tomato (*Solanum lycopersicum*) plants subjected to boron toxicity', *Ann. Bot.*, no. 100, pp. 747-56.
5. Clarkson, DT, & Hanson, JB 1980, 'The mineral nutrition of higher plants', *Annu. Rev. Plant Physiol.*, no. 31, pp. 239-98.
6. Dear, BS & Weir, RG 2004, *Boron deficiency in pastures and field crops*, Agfact PI. AC.1, 2nd edition.
7. Dell, B & Malajczuk, N 1995, 'Nutrient disorders in plantation *Eucalyptus*', ACIAR, Canberra, pp. 68.
8. Direktorat Jenderal Hortikultura 2011, *Ekspor hortikultura Indonesia. Nilai dan volume ekspor buah-buahan*, diunduh tanggal 22 Juni 2012, <<http://hortikultura.deptan.go.id>>.
9. Dong, X, Wroldstad, RE & Sugar, D 2000, 'Extending shelf life of fresh-cut pears', *J. Food Sci.*, no. 65, 181-6.
10. Dorly, Tjitrosemito, S, Poerwanto, R & Juliarni 2008, 'Secretory duct structure and phytochemistry compounds of yellow latex in mangosteen fruit', *Hayati J. Biosciences*, vol. 15, no. 3, pp. 99-104.
11. 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, Bogor.
12. Dorly, Soekisman, T, Jaime, A, Silva, T, Poerwanto, R, Efendi, E & Febriyanti, B 2011, 'Calcium spray reduces yellow latex on mangosteen fruit (*Carcinia mangostana* L.)', *J. Fruit and Ornamental Plant Research*, vol. 19, no. 2, pp. 51-65.
13. Fleischer, A, Christine, T & Ehwald, R 1998, 'The boron requirement and cell wall properties of growing and stationary suspension-cultured *Chenopodium album* L. Cells', *Plant Physiol.*, no. 117, pp. 1401-10.
14. Gardner, FP, Pearce, RB & Mitchell, RL 1991, 'Fisiologi Tanaman Budidaya. Susilo H & Subiyanto (Penerjemah) UI Press, Jakarta, pp. 129-73.
15. Hu, H & Brown, PH 1994, 'Localization of boron in cell walls of squash and tobacco and its association with pectin', *Plant Physiol.*, no. 105, pp. 681-9.
16. Huang, X, Wang, HC, Li, J, Yuan, W, Lu, J & Huang, HB 2005, 'An overview of calcium's role in lychee fruit cracking', *Acta Hort.*, vol. 66, no. 5, pp. 231-40.
17. 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. Botany*, vol. 59, no. 3, pp. 575-83.
18. Ihsan.ul.Haq & Abdur, Rab 2012, 'Foliar application of calcium chloride and borax affects the fruit skin strength and cracking incidence in litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) cultivars', *Afr. J. Biotechnol.*, vol. 11, no. 10, pp. 2445-53.
19. Kartika, JG 2004, 'Studi pertumbuhan buah, gejala getah kuning dan burik pada buah manggis (*Garcinia mangostana* L.)', Skripsi, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
20. Kirkby, EA & Pilbeam, DJ 1984, 'Calcium as a plant nutrient', *Plant, Cell and Environ.*, no. 7, pp. 397-405.
21. Lovatt, CJ & Bates, LM 1984, 'Early effects of excess boron on photosynthesis and growth of *Cucurbita pepo*', *J. Exp. Bot.*, no. 35, pp. 297-305.
22. Marschner, H 1995, *Mineral nutrition of higher plants*, 2nd edition, New York Academic Press, New York.
23. Marcelle, RD 1995, 'Mineral nutrition and fruit quality', *Acta Hort.*, no. 383, pp. 219-26.
24. Martias 2012, 'Studi peranan lingkungan (sifat kimia dan fisika tanah serta cuaca) terhadap cemaran getah kuning buah manggis (*Garcinia mangostana* L.)', Disertasi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
25. Matoh, T, Ishigaki, KI, Kaori, O & Azuma, JI 1993, 'Isolation and characterization of a boron-polysaccharide complex from radish roots', *Plant Cell Physiol.*, no. 34, pp. 639-42.
26. 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.*, no. 55, pp. 109-39.
27. Patrick, H, Brown & Hening, Hu 1998, 'Boron mobility and consequent management in different crops', *Better Crops*, vol. 82, pp. 28-31.
28. Parlindungan, DS 2011, 'Studi aplikasi kalsium dan boron terhadap pengendalian getah kuning pada buah manggis (*Garcinia mangostana* L.)', Tesis, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
29. Poerwanto, R, Dorly & Maad, M 2010, 'Getah kuning pada buah manggis', *Prosiding Seminar Nasional Hortikultura Indonesia*, Bali, Indonesia, pp. 255-9.
30. Poerwanto, R, Hidayati, R, Jawal, M & Martias 2010, 'Pengaruh lingkungan (iklim serta sifat fisik dan kimia tanah) terhadap insiden getah kuning buah manggis untuk ekspor', Laporan Hasil Penelitian, KKP3T, Bogor
31. 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.
32. Poovarodom, S 2010, 'Calcium and physiological disorders of mangosteen fruits', *Proceedings of the International Conference on Integration of Science & Technology for Sustainable Development*, Bangkok, Thailand, pp. 58-62.
33. Primilestari, S. 2011, 'Pengendalian getah kuning dan peningkatan kualitas buah manggis melalui aplikasi kalsium dengan sumber dan dosis berbeda', Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
34. Reid, RJ, Hayes, JE, Post, A, Stagoulis, JCR & Graham, RD 2004, A critical analysis of the causes of boron toxicity in plants, *Plant Cell Environ.*, no. 25, pp. 1405-14.
35. Taiz, L & Zaiger, E 2006, *Symptoms of deficiency in essential minerals, in plant physiology*, fourth edition, viewed 13 November 2011, <<http://4e.plantphys.net/>>.
36. Wulandari, I & Poerwanto, R 2010, 'The effect of calcium application on gamboge in mangosteen fruit (*Garcinia mangostana* L.)', *J.Hort. Indonesia*, vol. 1, no. 1, pp. 27-31.

Lampiran 1.

Skor getah kuning pada aril (daging) buah (Kartika 2004).

- Skor 1 : baik sekali, daging buah putih bersih, tidak terdapat getah kuning baik diantara aril dengan kulit maupun di pembuluh buah
- Skor 2 : baik, daging buah putih dengan sedikit noda (hanya bercak kecil) karena getah kuning yang masih segar hanya pada satu ujung juring.
- Skor 3 : cukup baik, terdapat sedikit noda (bercak) getah kuning pada salah satu juring atau diantara juring yang menyebabkan rasa buah menjadi pahit
- Skor 4 : buruk, terdapat noda (gumpalan) getah kuning baik pada ujung uring, diantara juring atau di pembuluh buah yang menyebabkan rasa buah menjadi pahit.
- Skor 5 : buruk sekali, terdapat noda (gumpalan) baik diujung juring, diantara juring atau di pembuluh buah yang menyebabkan rasa buah menjadi pahit, warna daging menjadi kuning

Skor getah kuning pada kulit luar buah (Kartika 2004).

- Skor1 : baik sekali, kulit buah mulus tanpa tetesan getah kuning.
- Skor 2 : baik, kulit mulus dengan 1-5 tetes getah kuning yang mengering tanpa memengaruhi warna buah
- Skor 3 : cukup baik, kulit mulus dengan 6-10 tetes getah kuning yang mengering tanpa memengaruhi warna buah
- Skor 4 : buruk, kulit kotor karena tetesan getah kuning dan bekas aliran yang menguning dan membentuk jalur-jalur
- Skor 5 : buruk sekali, kulit kotor karena tetesan getah kuning dan membentuk jalur-jalur berwarna kuning di permukaan buah warna buah kusam.