

**STUDI PENYEMPROTAN KALSIUM PADA BUAH
MANGGIS (*Garcinia mangostana* L.)**

DORLY



**DEPARTEMEN BIOLOGI
FMIPA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
JUNI 2023**

Daftar Isi

<i>Pendahuluan</i>	1
Latar Belakang.....	1
Tujuan Penelitian.....	2
Manfaat Penelitian.....	3
Hipotesis.....	3
<i>Bahan dan Metode</i>	4
Waktu dan Tempat Penelitian.....	4
Bahan dan Alat Penelitian.....	4
<i>Metode Penelitian</i>	4
Penyemprotan Buah Manggis dengan berbagai kalsium CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, dan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	4
Penyemprotan Buah Manggis dengan berbagai dosis CaCl_2	5
Pelabelan Buah.....	6
Pemanenan Buah.....	6
Pengamatan.....	6
<i>Hasil dan Pembahasan</i>	7
Getah Kuning Pada Buah Manggis.....	7
Kandungan Kalsium Kulit Buah.....	13
Sifat Fisik Buah Manggis.....	14
Sifat Kimia Buah Manggis.....	17
Korelasi.....	21
<i>Simpulan</i>	23
<i>DAFTAR PUSTAKA</i>	24
<i>L A M P I R A N</i>	Error! Bookmark not defined.

STUDI PENYEMPROTAN KALSIUM PADA BUAH MANGGIS

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penyemprotan berbagai kalsium yaitu CaCl_2 , Ca(OH)_2 , dan $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dengan konsentrasi berturut-turut 22.5, 12.33, dan 35.757 g/l dan berbagai dosis CaCl_2 yaitu 0, 5, 15, 22.5 dan 30 g/l terhadap insiden getah kuning, sifat fisik dan kimia pada buah manggis.

Aplikasi kalsium untuk setiap perlakuan di tahun I dan ke II dilakukan masing-masing terhadap 20 buah/pohon secara acak pada tanaman manggis berumur sekitar 30 tahun. Penyemprotan kalsium di tahun I dilakukan pada 2, 4, 6, 8, dan 10 minggu setelah antesis (MSA), sedangkan di tahun ke II penyemprotan dilakukan pada 2, 4, 6, 8, 10, 12, dan 14 MSA. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 3 ulangan. Penyemprotan kalsium dilakukan sampai buah basah sekitar 10 ml per buah.

Aplikasi berbagai kalsium yaitu CaCl_2 , Ca(OH)_2 , dan $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ di tahun I tidak efektif mengurangi insiden getah kuning di kulit luar buah, namun efektif mengurangi insiden getah kuning di aril buah. Aplikasi CaCl_2 pada berbagai dosis di tahun ke II efektif mengurangi insiden getah kuning baik di kulit luar maupun di aril buah, namun tidak berbeda nyata di antara taraf dosis CaCl_2 . Kandungan kalsium pada eksokarp, mesokarp dan endokarp buah di tahun I berbeda nyata secara statistik. Kandungan kalsium pada eksokarp, mesokarp dan endokarp buah di tahun I pada beberapa perlakuan penyemprotan kalsium meningkat dibanding kontrol. Di tahun ke II, kandungan kalsium kulit buah (perikarp) pada perlakuan 22.5 g/l CaCl_2 lebih tinggi dibanding kontrol tetapi tidak berbeda nyata dengan penyemprotan CaCl_2 lainnya. Perlakuan penyemprotan buah di tahun I dan ke II berpengaruh nyata terhadap sifat fisik dan kimia buah manggis, kecuali pada kandungan vitamin C dan rasio padatan total terlarut dan total asam tertitrasi (PTT/TAT)

Kata kunci: insiden getah kuning, dosis, efektif, minggu setelah antesis (MSA).

Pendahuluan

Latar Belakang

Getah kuning merupakan masalah penting pada buah manggis, karena dapat menurunkan kualitas buah. Insiden getah kuning yang dijumpai pada kulit luar dan aril buah dapat menekan jumlah buah manggis yang layak ekspor ke berbagai negara. Rangkaian penelitian getah kuning pada buah manggis, dilaporkan bahwa getah kuning di hasilkan di dalam saluran getah yang berbentuk kanal bercabang. Pecahnya saluran getah kuning yang dijumpai pada kulit buah (perikarp) mengakibatkan getah kuning keluar sehingga mengotori kulit luar dan aril buah. Penyebab pecahnya saluran getah kuning tersebut belum dapat dibuktikan dan diduga berkaitan dengan rendahnya kandungan kalsium pada buah manggis. Kalsium berbeda dengan nutrisi lainnya, karena diangkut ke buah hanya dalam jumlah kecil, dibanding ke daun. Walaupun kalsium tersedia di dalam tanah, defisiensi kalsium menjadi masalah pada beberapa tanaman buah-buahan dan sayuran (Saure, 2005). Agar pemberian kalsium efektif ke dalam buah maka dilakukan penyemprotan langsung larutan kalsium ke buah, sehingga dapat mensuplai penambahan kalsium. Penyemprotan buah dengan kalsium diharapkan dapat memperkuat dinding sel agar saluran getah kuning pada perikarp tidak mudah pecah sehingga dapat mengurangi insiden getah kuning pada buah manggis.

Kalsium merupakan elemen yang berkaitan dengan kelainan fisiologi (*physiological disorder*) pada berbagai buah-buahan dan sayur-sayuran (Shear, 1975; Harker & Venis, 1991; Ryugo, 1988; Jones & Lunt, 1967; Sharma & Singh, 2009; Chiu, 1980). Pada beberapa penelitian yang telah dilakukan, rendahnya kandungan kalsium pada sel-sel penyusun kulit buah berkaitan dengan pecah buah (*cracking*) pada berbagai macam tanaman seperti leci, sweet cherry, apel dan tomat (Huang *et al.*, 2005; Brown *et al.*, 1995; Callan, 1986; Kanwar *et al.*, 1972; Sekse, 1995; Sekse, 1998; Fernandez dan Flore, 1998; Sekse *et al.*, 2005; Verner, 1938; Astuti, 2002).

Kalsium masuk ke dalam buah dapat melalui kutikula, lentisel, pangkal trikoma dan stomata apabila tekanan permukaan cairan kurang dari 30 dyne/cm (Saure, 2005; Huang 2007; Bangerth, 1979; Schonherr dan Bukovac, 1972), namun masuknya kalsium tersebut ke dalam buah sangat sulit (Shear, 1975). Oleh karena itu pada penelitian ini dicoba untuk mengaplikasikan berbagai macam kalsium yaitu CaCl_2 ,

Ca(OH)_2 , dan $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dengan frekuensi pengulangan penyemprotan yaitu pada minggu ke 2, 4, 6, 8, dan 10 minggu setelah antesis pada tahun I dan dan aplikasi berbagai dosis CaCl_2 pada minggu ke 2, 4, 6, 8, 10, 12 dan 14 minggu setelah antesis. Huang *et al.*, (2005) melaporkan bahwa aplikasi garam kalsium CaCl_2 pada minggu ke 4, 6 dan 8 setelah antesis pada leci lebih efektif mengurangi pecah buah dibanding kontrol. Pada tanaman tomat, frekuensi 2 dan 3 kali penyemprotan CaCl_2 prapanen dapat meningkatkan kandungan kalsium pada buah tomat dari 0.843 mg/g pada kontrol menjadi 0.907 mg/g pada 2 kali aplikasi dan 0.977 mg/g pada 3 kali aplikasi (Astuti, 2002).

Penyemprotan senyawa kalsium dengan senyawa pengkelat seperti asam sitrat (CA) pada buah lebih baik dibanding dengan aplikasi kalsium tunggal. Hal ini sesuai dengan penelitian dilaporkan oleh Combrink *et al.* (1995) dan Brown *et al.* (1995) dalam Huang *et al.*, (2005), bahwa pemberian kalsium dengan senyawa pengkelat dapat mengurangi pecah buah pada melon dan sweet cherry. Huang (2005) melaporkan bahwa penambahan senyawa pengkelat CA terhadap CaCl_2 dapat mengurangi pecah buah pada leci dibandingkan dengan CaCl_2 tunggal.

Pemberian zat pengatur tumbuh auksin seperti NAA mampu meningkatkan transpor dan akumulasi kalsium ke dalam buah. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilaporkan Marcelle dan Clijster (1978).

Pada penelitian ini dilakukan penyemprotan buah dengan berbagai macam kalsium yaitu CaCl_2 , Ca(OH)_2 dan $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ di tahun I dan penyemprotan berbagai dosis CaCl_2 di tahun ke II.

Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh aplikasi kalsium melalui penyemprotan buah dengan berbagai senyawa kalsium yaitu CaCl_2 , Ca(OH)_2 dan $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ tanpa dan dengan senyawa pengkelat terhadap insiden getah kuning, sifat fisik dan kimia pada buah manggis.
2. Mempelajari pengaruh pemberian senyawa pengkelat yang berperan agar kalsium mudah masuk ke dalam dinding sel perikarp buah.
3. Mempelajari pengaruh aplikasi kalsium melalui penyemprotan buah dengan berbagai

dosis CaCl_2 terhadap getah kuning, sifat fisik dan kimia pada buah manggis.

4. Mengembangkan teknologi untuk mengatasi insiden getah kuning pada kulit luar dan aril buah.

Manfaat Penelitian

1. Diperoleh teknologi mengatasi insiden getah kuning dengan penyemprotan berbagai kalsium CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, dan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ pada buah manggis.
2. Diperoleh dosis CaCl_2 yang paling tepat untuk mengatasi insiden getah kuning pada buah manggis.

Hipotesis

1. Pecahnya saluran getah kuning diduga berkaitan dengan rendahnya kandungan kalsium pada membran dan dinding sel.
2. Aplikasi kalsium melalui penyemprotan CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, dan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ tanpa dan dengan senyawa pengkelat pada buah akan mengurangi insiden getah kuning di kulit luar dan aril buah.
3. Diperoleh dosis CaCl_2 yang tepat untuk mengurangi insiden getah kuning pada kulit luar dan aril buah.
4. Aplikasi kalsium melalui penyemprotan CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, dan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ serta berbagai dosis CaCl_2 pada buah akan meningkatkan sifat fisik dan kimia buah.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian berlangsung dari bulan September 2006 hingga Maret 2007 pada tahun I dan bulan Oktober 2007 hingga April 2008 pada tahun ke II. Penelitian pada tahun I yaitu perlakuan penyemprotan buah dengan berbagai kalsium yaitu CaCl_2 , Ca(OH)_2 dan $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Sedangkan penelitian pada tahun ke II adalah penyemprotan buah dengan berbagai dosis CaCl_2 . Penelitian di lapang dilakukan di sentra produksi manggis yaitu di kampung Cengal, Desa Karacak, Kecamatan Leuwiliang, Kabupaten Bogor. Pengamatan sifat fisik dan kimia buah dilakukan di Laboratorium Pusat Kajian Buah-buahan Tropika IPB.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman manggis yang sudah berproduksi. Perlakuan penyemprotan kalsium CaCl_2 , Ca(OH)_2 , $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dan berbagai dosis CaCl_2 pada buah dilakukan pada pohon manggis yang berumur kurang lebih 30 tahun.

Bahan penunjang yang digunakan adalah bahan kimia untuk analisis kualitas buah dan bahan kimia untuk analisis kimia tanah. Peralatan yang digunakan adalah refraktometer, perangkat titrasi, dan alat pengukur kandungan Ca perikarp buah yaitu AAS (*Atomic Absorption Spectrometer*) merk Perkin Elmer-model 1100B, mikroskop, dan peralatan laboratorium lainnya untuk analisis sifat fisik dan kimia buah.

Metode Penelitian

Penyemprotan Buah Manggis dengan berbagai kalsium CaCl_2 , Ca(OH)_2 , dan $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Penyemprotan berbagai kalsium yaitu kalsium klorida (CaCl_2), kalsium hidroksida $\{\text{Ca(OH)}_2\}$, dan kalsium nitrat $\{\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}\}$ dilakukan masing-masing terhadap 20 buah secara acak pada tanaman manggis berumur kurang lebih seragam yaitu 30 tahun. Tiap perlakuan dilakukan masing-masing terhadap 3 ulangan pohon.

Perlakuan penyemprotan buah dengan berbagai kalsium yang diberikan secara tunggal maupun dikombinasi dengan senyawa pengkelat yaitu asam sitrat dan senyawa

auksin yaitu NAA terdiri dari:

1. kontrol
2. CaCl_2 22.5 g/l
3. CaCl_2 22.5 g/l + NAA 40 mg/l
4. CaCl_2 22.5 g/l + asam sitrat 27 mmol/l
5. CaCl_2 22.5 g/l + NAA 40 mg/l + asam sitrat 27 mmol/l
6. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 12.33 g/l
6. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 12.33 g/l + NAA 40 mg/l
7. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 12.33 g/l + asam sitrat 27 mmol/l
8. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 12.33 g/L + NAA 40 mg/l + asam sitrat 27 mmol/l
10. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 35.757 g/l
9. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 35.757 g/L + NAA 40 mg/l
10. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 35.757 g/l + asam sitrat 27 mmol/l
11. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 35.757 g/l + NAA 40 mg/l + asam sitrat 27 mmol/l.

Kalsium dilarutkan dengan 1 l air kemudian ditambahkan *surfactant* pro stiker dengan konsentrasi 0.5 ml/l larutan. Penyemprotan larutan kalsium dilakukan dengan menggunakan hand sprayer secara langsung ke buah dengan beberapa kali semprotan sampai seluruh permukaan buah basah dengan volume semprot sekitar 10 ml per buah pada 2, 4, 6, 8, dan 10 minggu setelah antesis (MSA). Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 3 ulangan.

Penyemprotan Buah Manggis dengan berbagai dosis CaCl_2

Penyemprotan berbagai dosis (CaCl_2) dilakukan masing-masing terhadap 20 buah secara acak pada tanaman manggis berumur kurang lebih seragam yaitu 30 tahun. Tiap perlakuan dilakukan masing-masing terhadap 3 ulangan pohon.

Perlakuan penyemprotan buah dengan berbagai kalsium yang diberikan dikombinasi dengan senyawa pengkelat yaitu asam sitrat terdiri dari:

1. kontrol
2. CaCl_2 5 g/l + asam sitrat 5 g/l
3. CaCl_2 15 g/l + asam sitrat 5 g/l
4. CaCl_2 22.5 g/l + asam sitrat 5 g/l

5. CaCl_2 30 g/l + asam sitrat 5 g/l

Kalsium dilarutkan dengan 1 l air kemudian ditambahkan *surfactant* pro stiker dengan konsentrasi 0.5 ml/L larutan. Penyemprotan larutan kalsium dilakukan dengan menggunakan hand sprayer secara langsung ke buah dengan beberapa kali semprotan sampai seluruh permukaan buah basah dengan volume semprot sekitar 10 ml per buah pada 2, 4, 6, 8, 10, 12 dan 14 minggu setelah antesis (MSA). Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 3 ulangan.

Pelabelan Buah

Pelabelan buah saat bunga mekar (antesis) dilakukan terhadap 20 bunga/pohon pada setiap pohon sampel. Pelabelan ini bertujuan untuk menentukan buah yang akan diberikan perlakuan penyemprotan kalsium.

Pemanenan Buah

Buah dipanen pada umur sekitar 112 hari setelah antesis.

Pengamatan

Pengamatan sifat fisik dan kimia buah manggis dilakukan setelah buah dipanen. Peubah yang diamati sama dengan peubah pengamatan pada bab V.

Hasil dan Pembahasan

Getah Kuning Pada Buah Manggis

Pada Tabel 1 terlihat bahwa penyemprotan berbagai kalsium CaCl_2 , Ca(OH)_2 , dan $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ pada buah manggis terhadap skor getah kuning di kulit luar buah (tahun I) tidak berbeda nyata untuk setiap perlakuan. Meskipun demikian, penyemprotan berbagai kalsium berpengaruh nyata terhadap skor getah kuning di aril buah. Skor getah kuning di aril buah pada perlakuan penyemprotan $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{CA}$ tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang lain tetapi lebih kecil dari perlakuan $\text{CaCl}_2 + \text{NAA}$ dan perlakuan $\text{Ca(OH)}_2 + \text{NAA}$ (Tabel 1). Skor getah kuning di kulit luar dan di aril buah tidak menunjukkan pola respon linier, kuadratik maupun kubik

Tabel 1 Pengaruh penyemprotan berbagai kalsium terhadap skor getah kuning tahun I

Perlakuan	Skor getah kuning (1-5)	
	Kulit luar buah	Aril buah
Kontrol (1)	1.81	1.21 ab
CaCl_2 (2)	1.57	1.16 ab
$\text{CaCl}_2 + \text{CA}$ (3)	1.58	1.46 a
$\text{CaCl}_2 + \text{NAA}$ (4)	1.42	1.02 b
$\text{CaCl}_2 + \text{CA} + \text{NAA}$ (5)	1.42	1.17 ab
Ca(OH)_2 (6)	1.55	1.23 ab
$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CA}$ (7)	1.77	1.15 ab
$\text{Ca(OH)}_2 + \text{NAA}$ (8)	1.51	1.09 b
$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CA} + \text{NAA}$ (9)	1.52	1.16 ab
$\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (10)	1.70	1.15 ab
$\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{CA}$ (11)	1.69	1.44 a
$\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{NAA}$ (12)	1.62	1.35 ab
$\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{CA} + \text{NAA}$ (13)	1.43	1.19 ab

Kurva respon

- Linier

- Kuadratik

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%. Kurva respon diuji dengan mencari nilai optimumnya; * = nyata pada taraf uji 5%; ** = nyata pada taraf uji 1%; - = tidak berbeda nyata.

Penelitian di tahun ke II, penyemprotan buah manggis dilakukan hanya dengan satu macam kalsium (CaCl_2) dengan berbagai dosis yaitu 0, 5, 15, 22.5 dan 30 g/l. Pada Tabel 2 terlihat bahwa aplikasi penyemprotan CaCl_2 menurunkan skor getah kuning pada kulit luar dan aril buah manggis jika dibandingkan dengan kontrol. Skor getah kuning di kulit luar buah tidak berbeda nyata di antara perlakuan CaCl_2 kecuali dengan perlakuan kontrol (Tabel 2). Demikian juga skor getah kuning di aril pada perlakuan penyemprotan dengan berbagai dosis CaCl_2 tidak berbeda nyata tetapi lebih rendah dari perlakuan kontrol.

Tabel 2 Pengaruh penyemprotan berbagai dosis kalsium terhadap skor getah kuning tahun ke II

Skor getah kuning (1-5) Perlakuan	Kulit luar buah	Aril buah
Kontrol	4.25 a	2.52 a
CaCl_2 (5g/l) + CA (5g/l)	3.07 b	1.60 b
CaCl_2 (15g/l) + CA (5g/l)	2.97 b	1.27 b
CaCl_2 (22.5g/l) + CA (5g/l)	2.79 b	1.19 b
CaCl_2 (30g/l) + CA (5g/l)	2.34 b	1.35 b
Kurva respon		
- Linier **	*	
- Kuadratik **	**	
- Kubik **	**	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%. Kurva respon diuji dengan mencari nilai optimumnya; * = nyata pada taraf uji 5%; ** = nyata pada taraf uji 1%; - = tidak berbeda nyata.

Pada saat penelitian berlangsung, kondisi tanaman manggis pada tahun I sedang mengalami musim raya sedangkan di tahun ke II sedang tidak musim raya atau musim kecil (*off year*). Kondisi tanaman pada musim raya lebih prima mendukung untuk mampu berproduksi dengan kualitas buah yang lebih bagus, oleh karena itu kualitas buah manggis pada tahun I jauh lebih baik dibanding dengan tahun ke II yang ditunjukkan dengan skor getah kuning yang lebih rendah baik di kulit luar maupun di aril buah.

Gambar 1 merupakan gambaran mengenai kelayakan ekspor buah yang dikelompokkan berdasarkan skoring getah kuning pada kulit luar dan aril buah buah manggis. Getah kuning di kulit luar buah, skor 1 hingga skor 3 digolongkan sebagai buah yang layak ekspor sedangkan skor 4 dan 5 buah tidak layak ekspor. Pada Gambar 1

terlihat bahwa jumlah buah yang layak ekspor berdasarkan skor getah kuning di kulit luar buah pada tahun I perlakuan 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 dan 13 persentase buah yang layak ekspor sebesar 100%. Sedangkan pada perlakuan 5 ada yang tidak layak ekspor, namun persentasenya sangat rendah yaitu 2.63%.



Gambar 1 Persentase kelayakan ekspor buah manggis berdasarkan: skor getah kuning di kulit luar pada tahun I

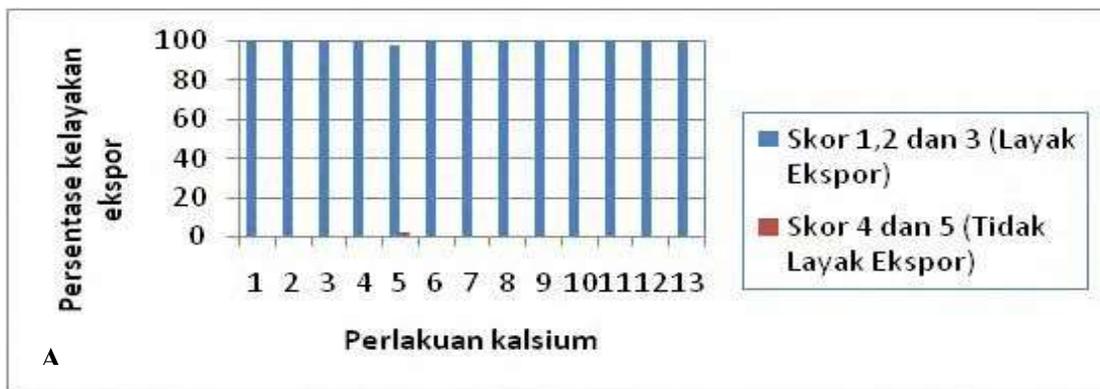


Gambar 2 Persentase kelayakan ekspor buah manggis berdasarkan: skor getah kuning di aril buah pada tahun I

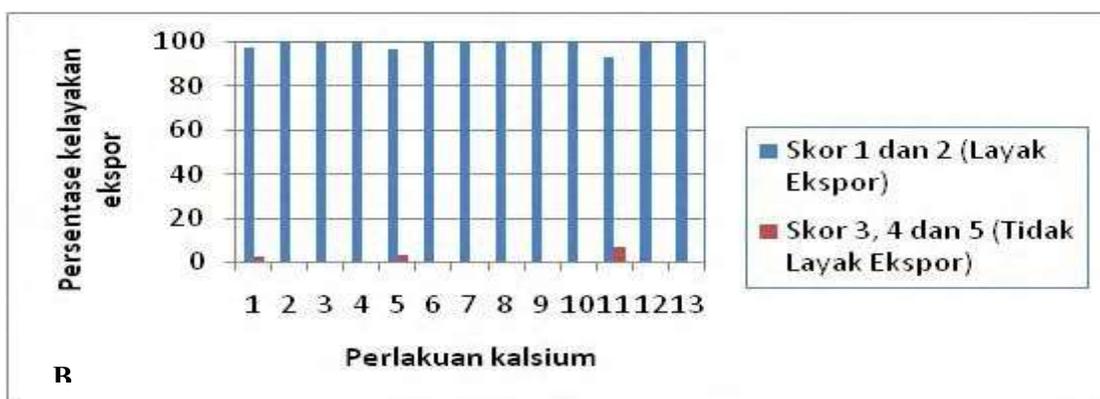
Pengelompokkan berdasarkan skoring getah kuning pada aril buah untuk layak tidaknya buah manggis untuk tujuan ekspor, skor 1 dan 2 sebagai buah layak ekspor, sedangkan skor 3 hingga 5 dikategorikan sebagai buah yang tidak layak ekspor. Pada Gambar 2 terlihat bahwa buah yang layak ekspor berdasarkan skor getah kuning di aril buah pada tahun I menunjukkan persentase yang jauh lebih banyak jika dibandingkan dengan buah yang tidak layak ekspor. Di tahun I terlihat bahwa buah yang tidak layak

ekspor berdasarkan getah kuning di aril dijumpai pada perlakuan 1, 5 dan 11.

Pada Gambar 3 merupakan gambaran mengenai kelayakan ekspor buah yang dikelompokkan berdasarkan skoring getah kuning pada kulit luar dan aril buah buah manggis di tahun ke II. Pada Gambar 3 tampak bahwa pada perlakuan kontrol, persentase buah yang layak ekspor berdasarkan skor getah kuning di kulit luar buah di tahun ke II hanya sebesar 14%. Hal ini jauh lebih sedikit jika dibandingkan dengan persentase buah yang tidak layak ekspor, yaitu sebesar 86%. Namun pada perlakuan 5 hingga 30 g/l CaCl_2 persentase buah yang layak ekspor lebih banyak dibandingkan dengan buah yang tidak layak ekspor.

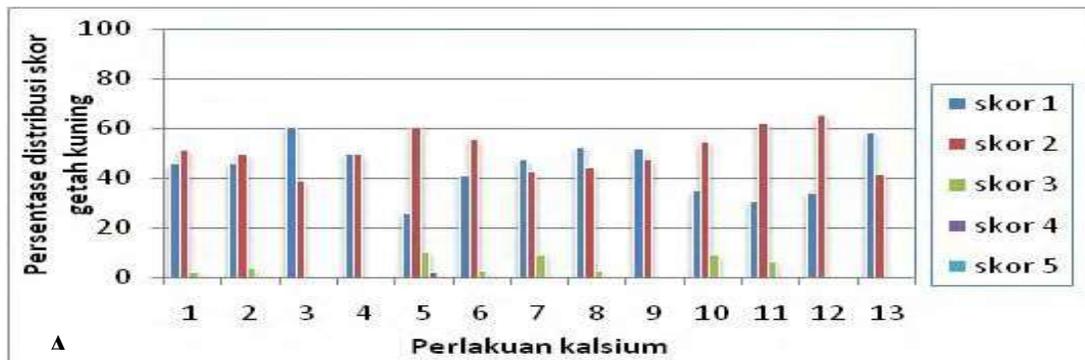


Gambar 3 Persentase kelayakan ekspor buah manggis berdasarkan: skor getah kuning di kulit luar pada tahun II.



Gambar 4 Persentase kelayakan ekspor buah manggis berdasarkan: skor getah kuning di aril buah (B) pada tahun II.

Pada perlakuan 15 dan 30 g/l CaCl_2 , persentase buah layak ekspor (83%) jauh lebih banyak dibandingkan dengan buah tidak layak ekspor (17%). Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa buah yang layak ekspor berdasarkan skor getah kuning di aril buah pada tahun ke II menunjukkan persentase yang jauh lebih banyak jika dibandingkan dengan buah yang tidak layak ekspor. Buah yang tidak layak ekspor dijumpai pada perlakuan kontrol dan perlakuan 5 dan 15 g/l CaCl_2 . Pada perlakuan kontrol persentase buah tidak layak ekspor berdasarkan skor getah kuning di aril dijumpai paling tinggi yaitu sebesar 32%.



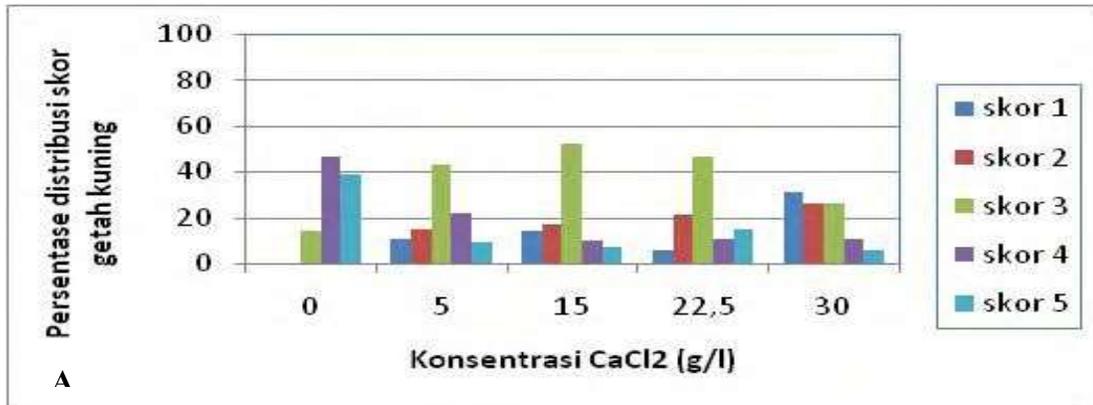
Gambar 5 Persentase distribusi: skor getah kuning di kulit luar (A) pada tahun I



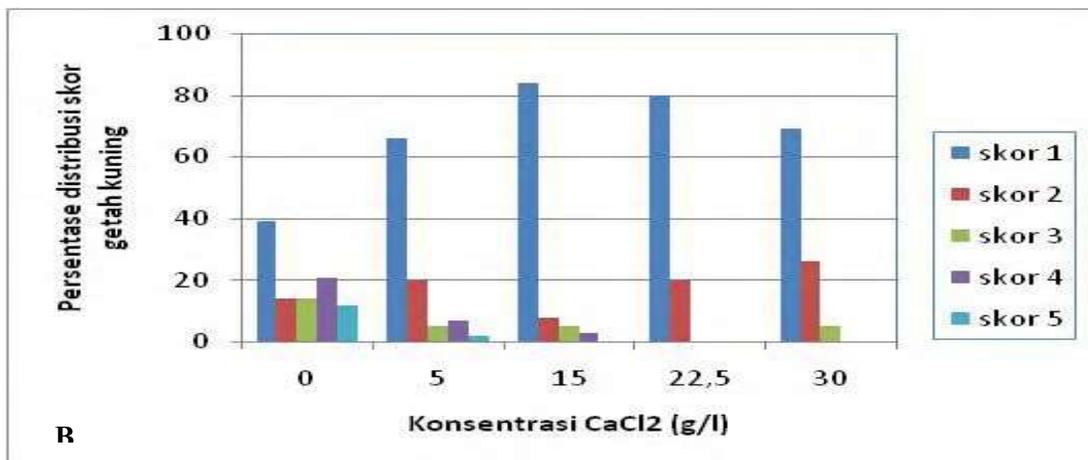
Gambar 6 Persentase distribusi: skor getah kuning di aril buah (B) pada tahun I.

Pengelompokkan distribusi skoring getah kuning pada kulit luar dan aril buah manggis dapat dilihat berdasarkan persentase untuk masing-masing skoring dari 1 hingga 5. Distribusi skoring getah kuning di kulit luar buah pada tahun I terlihat bahwa

persentase skor 2 paling banyak dijumpai pada semua perlakuan, disusul dengan skor 1, 3, dan 4 (Gambar 5). Pada Gambar 6 terlihat bahwa persentase skor 1 berdasarkan distribusi skoring getah kuning di aril buah di tahun I dijumpai paling banyak pada semua perlakuan, disusul skor 2 dan 3. Persentase skor 1 tertinggi yaitu 96.88% dijumpai pada perlakuan 3 yaitu penyemprotan buah dengan kalsium $\text{CaCl}_2 + \text{CA}$.



Gambar 7 Persentase distribusi: skor getah kuning di kulit luar (A) pada tahun II.



Gambar 8 Persentase distribusi: skor getah kuning di aril buah (B) pada tahun II.

Distribusi skoring getah kuning di kulit luar dan aril buah pada tahun II dapat dilihat pada Gambar 7. Pada tahun ke II dijumpai persentase skor 1 (kulit luar buah mulus, tanpa getah kuning) hanya pada perlakuan penyemprotan CaCl_2 , dan tidak dijumpai pada perlakuan kontrol. Distribusi skor 3, 4 dan 5 dijumpai pada semua

perlakuan. Pada kontrol dijumpai persentase skor 4 dan 5 terbanyak dibanding perlakuan penyemprotan CaCl_2 lainnya (Gambar 7). Persentase skor 1 berdasarkan distribusi skoring getah kuning di aril buah pada tahun ke II dijumpai paling banyak pada semua perlakuan, disusul dengan skor 2 pada perlakuan penyemprotan 5 hingga 15 g/l CaCl_2 (Gambar 8).

Kandungan Kalsium Kulit Buah

Pengaruh penyemprotan buah dengan berbagai kalsium terhadap kandungan kalsium di kulit buah di tahun I diamati masing-masing baik pada bagian eksokarp, mesokarp dan endokarp. Sedangkan di tahun ke II kandungan kalsium di kulit buah diamati pada bagian perikarp (keseluruhan kulit buah). Hasil penelitian di tahun I menunjukkan bahwa penyemprotan buah dengan berbagai kalsium berpengaruh nyata terhadap kandungan kalsium pada bagian eksokarp, mesokarp dan endokarp buah. Pada Tabel 19 terlihat bahwa kandungan kalsium di eksokarp pada perlakuan $\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{NAA}$, $\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{CA}+\text{NAA}$ dan $\text{CaCl}_2+\text{CA}+\text{NAA}$ adalah sama dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Tabel 3 Pengaruh penyemprotan berbagai kalsium pada buah terhadap kandungan kalsium pada perikarp buah manggis tahun I

Kandungan kalsium pada perikarp buah (%)			
Perlakuan	Eksokarp	Mesokarp	Endokarp
Kontrol (1)	0.42 b	0.36 bc	0.39 bc
CaCl_2 (2)	0.36 c	0.33 cde	0.30 ef
CaCl_2+CA (3)	0.29 e	0.24 f	0.26 f
CaCl_2+NAA (4)	0.35 cd	0.34 bcd	0.39 bc
$\text{CaCl}_2+\text{CA}+\text{NAA}$ (5)	0.44 ab	0.32 cde	0.37 cd
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ (6)	0.33 cde	0.31 cde	0.30 ef
$\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{CA}$ (7)	0.35 cde	0.30 cdef	0.34 cde
$\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{NAA}$ (8)	0.49 a	0.44 a	0.42 ab
$\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{CA}+\text{NAA}$ (9)	0.48 a	0.32 cde	0.32 de
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (10)	0.35 cd	0.28 def	0.32 e
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2\cdot 4\text{H}_2\text{O} +\text{CA}$ (11)	0.31 cde	0.40 ab	0.39 bc
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2\cdot 4\text{H}_2\text{O} +\text{NAA}$ (12)	0.29 e	0.29 cdef	0.30 ef
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2\cdot 4\text{H}_2\text{O} +\text{CA}+\text{NAA}$ (13)	0.30 de	0.27 ef	0.46 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%

Sedangkan kandungan kalsium di mesokarp pada perlakuan $\text{Ca(OH)}_2+\text{CA}+\text{NAA}$ dan $\text{Ca(NO}_3)_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}+\text{CA}$ adalah sama dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Kandungan kalsium di endokarp tertinggi dijumpai pada $\text{Ca(NO}_3)_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}+\text{CA}+\text{NAA}$ dan $\text{Ca(OH)}_2+\text{CA}+\text{NAA}$ dan berbeda nyata dengan perlakuan penyemprotan lainnya. Dari data tersebut terlihat bahwa tidak semua penyemprotan dengan berbagai kalsium dapat meningkatkan kandungan kalsium di eksokarp, mesokarp dan endokarp buah jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol.

Hasil penelitian di tahun II menunjukkan bahwa penyemprotan buah dengan berbagai dosis CaCl_2 berpengaruh nyata terhadap peningkatan kandungan kalsium pada kulit buah (perikarp) jika dibandingkan kontrol. Pada Tabel 20 terlihat bahwa penyemprotan dengan 22.5g/l CaCl_2 menghasilkan kandungan kalsium di perikarp buah yang berbeda nyata dengan kontrol, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan penyemprotan buah dosis CaCl_2 lainnya.

Tabel 4 Pengaruh penyemprotan berbagai dosis kalsium pada buah terhadap kandungan kalsium pada perikarp buah manggis tahun II

Perlakuan	Kandungan kalsium pada perikarp buah (%)
Kontrol	0.16 b
CaCl_2 (5g/l) + CA (5g/l)	0.24 ab
CaCl_2 (15g/l) + CA (5g/l)	0.17 ab
CaCl_2 (22.5g/l) + CA (5g/l)	0.25 a
CaCl_2 (30g/l) + CA (5g/l)	0.23 ab

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%

Sifat Fisik Buah Manggis.

Hasil pengukuran di tahun I pada Tabel 21 menunjukkan bahwa setiap perlakuan penyemprotan berbagai kalsium berpengaruh nyata terhadap diameter transversal dan longitudinal, bobot buah dan bobot biji. Pada Tabel 19 terlihat bahwa diameter transversal pada perlakuan penyemprotan buah dengan CaCl_2+CA tidak berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan 2, 4, 5, 6, 9, 10, 11, dan 13. Diameter longitudinal pada perlakuan CaCl_2+CA tidak berbeda nyata terhadap kontrol dan perlakuan 2, 4, 5, 6, 7, 10, dan 11. Sedangkan bobot buah pada perlakuan CaCl_2+CA tidak berbeda nyata

dengan perlakuan kontrol, dan perlakuan 2, 4, 6, 7, 9, 11 dan 13. Pada perlakuan CaCl_2+CA terlihat bahwa semakin besar diameter buah baik transversal maupun longitudinal maka bobot buah akan semakin besar pula. Hal ini terjadi karena adanya penambahan luas dan volume buah.

Jika dibandingkan dengan kontrol, perlakuan penyemprotan berbagai kalsium tidak meningkatkan diameter transversal maupun diameter longitudinal buah, bobot buah dan bobot biji. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Callan (1986) yang melaporkan bahwa aplikasi berbagai kalsium pada tanaman sweet cherry tidak berpengaruh terhadap ukuran buah.

Tabel 5 Pengaruh penyemprotan berbagai kalsium terhadap diameter, bobot buah dan biji manggis pada tahun I

Perlakuan	Diameter transversal (cm)	Diameter longitudinal (cm)	Bobot buah (g)	Bobot biji (g)
Kontrol (1)	5.64 ab	5.23 ab	87.04 ab	1.50 abc
CaCl_2 (2)	5.51 abc	5.11 abc	83.17 abc	1.54 abc
CaCl_2+CA (3)	5.74 a	5.41 a	93.82 a	1.19 bc
CaCl_2+NAA (4)	5.51 abc	5.20 ab	83.24 abc	1.71 abc
$\text{CaCl}_2+\text{CA}+\text{NAA}$ (5)	5.36 bcd	5.10 abc	72.71 bc	1.29 bc
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ (6)	5.55 abc	5.27 ab	87.31 ab	1.88 ab
$\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{CA}$ (7)	5.44 abc	5.10 abc	78.46 abc	1.03 c
$\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{NAA}$ (8)	5.12 d	4.76 c	66.50 c	1.31 bc
$\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{CA}+\text{NAA}$ (9)	5.36 bcd	4.99 bc	79.91 abc	1.91 ab
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (10)	5.45 abc	5.14 abc	73.89 bc	2.22 a
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}+\text{CA}$ (11)	5.54 abc	5.24 ab	87.64 ab	1.73 abc
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}+\text{NAA}$ (12)	5.31 cd	4.94 bc	73.42 bc	1.52 abc
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}+\text{CA}+\text{NAA}$ (13)	5.44 abc	4.97 bc	79.20 abc	1.64 abc

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%

Perlakuan penyemprotan buah dengan $\text{Ca(OH)}_2 + \text{NAA}$ pada tahun I menghasilkan diameter transversal dan longitudinal serta bobot buah cenderung terendah walaupun tidak berbeda dengan beberapa perlakuan kalsium lainnya (Tabel 5).

Pada Tabel 5 terlihat bobot biji cenderung terendah (1.03 g) dijumpai pada perlakuan penyemprotan buah dengan $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CA}$. Sedangkan bobot biji tertinggi (2.22 g) dijumpai pada perlakuan penyemprotan buah dengan $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, walaupun tidak berbeda nyata dengan perlakuan kalsium lainnya.

Hasil pengukuran di tahun II pada Tabel 6 menunjukkan bahwa setiap perlakuan penyemprotan berbagai kalsium berpengaruh nyata terhadap diameter transversal dan bobot serta tingkat kekerasan kulit buah. Tabel 6 terlihat bahwa diameter transversal dan bobot buah tertinggi dijumpai pada perlakuan penyemprotan buah dengan 15 g/l CaCl_2 yang berbeda nyata dengan perlakuan penyemprotan buah dengan 5 dan 30 g/l CaCl_2 tetapi tidak berbeda nyata dengan kontrol. Tabel 6 menunjukkan bahwa semakin besar diameter transversal buah maka bobot buah akan semakin besar pula. Hal ini terjadi karena adanya penambahan luas dan volume buah.

Tabel 6 Pengaruh penyemprotan berbagai dosis kalsium terhadap diameter, bobot buah dan kekerasan kulit buah manggis pada tahun II

Perlakuan	Diameter transversal (cm)	Bobot buah (g)	an kulit buah (kg)
Kontrol	5.95 a	114.51 a	0.75 a
CaCl_2 (5g/l) + CA (5g/l)	5.54 bc	94.90 bc	0.71 ab
CaCl_2 (15g/l) + CA (5g/l)	5.98 a	115.03 a	0.68 b
CaCl_2 (22.5g/l) + CA (5g/l)	5.74 ab	105.34 ab	0.69 b
CaCl_2 (30g/l) + CA (5g/l)	5.31 c	82.34 c	0.7 ab

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%

Tingkat kekerasan kulit buah terendah terdapat pada manggis perlakuan penyemprotan buah dengan 15 dan 22.5 g/l CaCl_2 yang berbeda nyata dengan kontrol namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan penyemprotan dengan 5 dan 30 g/l CaCl_2 . Kekerasan kulit buah belum tentu menunjukkan ketegaran dinding sel. Kekerasan kulit buah berkaitan dengan tipe sel penyusun perikarp buah. Pada eksokarp buah dijumpai

lapisan sel-sel sklereid yang banyak mengandung lignin (zat kayu) sehingga menyebabkan kulit buah menjadi keras. Kekerasan kulit juga dipengaruhi oleh aktivitas enzim poligalakturonase yang berperan dalam pemutusan ikatan polimer penyusun komponen dinding sel seperti selulosa, hemiselulosa, pektin dan lignin (Srivastata, 2002). Menurut Qanyah (2004), kekerasan buah tidak terkait dengan dinding sel tetapi terkait dengan ikatan sel-sel penyusun antar sel.

Pada Tabel 7 terlihat bahwa perlakuan penyemprotan buah dengan berbagai kalsium di tahun I berpengaruh nyata terhadap ketebalan dan kekerasan kulit buah serta *edible portion* (porsi buah yang dapat dimakan). Kulit buah yang paling tebal dijumpai pada perlakuan kontrol dan penyemprotan buah dengan Ca(OH)_2 yaitu 0.71 cm, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan 2, 3, 4, 5, 7, dan 11. Kulit yang tebal pada perlakuan penyemprotan buah dengan Ca(OH)_2 juga menyebabkan nilai *edible portion* yang paling rendah, walaupun tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, dan 13. Hal ini menggambarkan bahwa porsi buah yang dapat dimakan akan berkurang dengan semakin tebalnya kulit buah. Komponen ketebalan dinding sel seperti lignin, selulose, pektin, hemiselulose, suberin, kutikula dan lilin berkaitan dengan tebalnya kulit buah (Fahn, 1990; Esau, 1974; Srivastata, 2002). Kulit yang paling tipis dijumpai pada perlakuan penyemprotan buah dengan $\text{Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya selain kontrol, Ca(OH)_2 dan $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CA}$ (Tabel 7).

Pada Tabel 7 terlihat bahwa tingkat kekerasan kulit buah tertinggi (1.75 kg) dijumpai perlakuan penyemprotan buah dengan kalsium $\text{CaCl}_2 + \text{CA}$ dan $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CA}$ namun tidak berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol, 2, 4, 5, 8, 11, 12, dan 13. Satu (2004) menyatakan bahwa perendaman buah dalam larutan CaCl_2 dapat memperbaiki tekstur buah segar. Tekstur buah menjadi lebih keras sehingga laju transpirasi maupun respirasi dapat ditekan.

Sifat Kimia Buah Manggis.

Pengaruh penyemprotan buah dengan berbagai kalsium pada tahun I berbeda nyata terhadap padatan terlarut total (PTT) dan total asam tertitrasi (TAT). Namun tidak berbeda nyata untuk nilai rasio padatan total terlarut dan total asam tertitrasi (Tabel 8). Pada Tabel 8, nilai padatan terlarut total tertinggi dijumpai pada perlakuan penyemprotan

buah dengan kalsium $\text{CaCl}_2+\text{CA}+\text{NAA}$ meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dan perlakuan penyemprotan kalsium lainnya kecuali dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{CA}$. Nilai total asam tertitiasi terendah dijumpai pada perlakuan penyemprotan buah dengan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}+\text{CA}$ tetapi tidak berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan penyemprotan kalsium lainnya kecuali dengan CaCl_2+NAA .

Pada Tabel 8, walaupun nilai PTT dan TAT berbeda nyata antar perlakuan namun nilai rasio PTT/TAT tidak berbeda nyata. Oleh karena itu, perlakuan penyemprotan buah dengan berbagai kalsium tidak meningkatkan kualitas buah manggis. Rasio PTT/TAT merupakan salah satu parameter yang dipakai sebagai indikator kualitas buah manggis. Semakin tinggi nilai rasio PTT/TAT maka mutu buah untuk dikonsumsi akan semakin baik pula (Singleton dan Gortner, 1965 dalam Lodh dan Pantastico, 1986).

Pada Tabel 9 terlihat bahwa perlakuan penyemprotan buah dengan berbagai dosis kalsium di tahun II berbeda nyata untuk padatan terlarut total (PTT), total asam tertitiasi (TAT) dan rasio PTT/TAT. Tabel 25 menunjukkan bahwa perlakuan penyemprotan buah dengan CaCl_2 meningkatkan nilai PTT jika dibandingkan kontrol. Hal ini sesuai dengan penelitian Callan (1986) yang melaporkan bahwa aplikasi penyemprotan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pada buah sweet cherry meningkatkan padatan total terlarut dibanding kontrol. Pada Tabel 9 terlihat bahwa nilai PTT tertinggi (19.82 °brix) dijumpai pada perlakuan penyemprotan buah dengan 5 g/l CaCl_2 walaupun tidak berbeda nyata dengan dosis 15, hingga 30 g/l CaCl_2 .

Tabel 7 Pengaruh penyemprotan berbagai kalsium terhadap nilai Padatan Terlarut Total (PTT), Total Asam Tertitiasi (TAT) dan rasio PTT/TAT pada tahun I

Perlakuan PTT/TAT	PTT (°brix)	TAT (%)	Rasio
Kontrol (1)	19.64 ab	0.23 ab	85.32
CaCl_2 (2)	19.90 ab	0.23 ab	86.63
CaCl_2+CA (3)	20.15 ab	0.23 ab	84.45
CaCl_2+NAA (4)	19.66 ab	0.24 a	81.87
$\text{CaCl}_2+\text{CA}+\text{NAA}$ (5)	20.49 a	0.22 ab	91.16
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ (6)	19.68 ab	0.23 ab	85.08
$\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{CA}$ (7)	18.25 b	0.23 ab	81.24
$\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{NAA}$ (8)	20.26 a	0.23 ab	88.70
$\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{CA}+\text{NAA}$ (9)	19.94 ab	0.23 ab	84.56

Ca(NO ₃) ₂ 4H ₂ O (10)	20.32 a	0.23 ab	89.42
Ca(NO ₃) ₂ 4H ₂ O +CA (11)	19.55 ab	0.21 b	94.36
Ca(NO ₃) ₂ 4H ₂ O +NAA (12)	20.49 a	0.23 ab	90.99
Ca(NO ₃) ₂ 4H ₂ O +CA+NAA (13)	19.58 ab	0.23 ab	87.16

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%

Pada Tabel 9 terlihat bahwa nilai TAT terendah (0.55%) dijumpai pada perlakuan penyemprotan buah dengan 22.5 g/l CaCl₂. Pada perlakuan yang sama nilai rasio PTT/TAT dijumpai tertinggi dan berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan CaCl₂ lainnya.

Tabel 8 Pengaruh penyemprotan berbagai dosis kalsium terhadap nilai Padatan Terlarut Total (PTT), Total Asam Tertitrasi (TAT) dan rasio PTT/TAT pada tahun II

Perlakuan	PTT (°brix)	TAT (%)	Rasio PTT/TAT
Kontrol	18.57 b	0.61 b	30.60 b
CaCl ₂ (5g/l) + CA (5g/l)	19.82 a	0.65 ab	30.35 b
CaCl ₂ (15g/l) + CA ((5g/l)	19.41 ab	0.69 a	28.34 b
CaCl ₂ (22.5g/l) + CA (5g/l)	19.06 ab	0.55 c	34.66 a
CaCl ₂ (30g/l) + CA (5g/l)	19.38 ab	0.63 b	30.78 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%

Pengaruh penyemprotan berbagai kalsium terhadap pH aril dan kandungan vitamin C pada buah diamati hanya pada tahun I. Pada Tabel 10 tampak bahwa penyemprotan berbagai kalsium berpengaruh nyata terhadap pH aril buah. Nilai pH aril tertinggi yaitu 3.8 dijumpai pada perlakuan penyemprotan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dan berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan penyemprotan kalsium $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CA} + \text{NAA}$ dan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{CA}$. Sedangkan nilai pH aril terendah yaitu 3.52 dijumpai pada perlakuan penyemprotan buah dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan tidak berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan penyemprotan kalsium lainnya kecuali $\text{CaCl}_2 + \text{CA} + \text{NAA}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{NAA}$. Nilai pH aril yang rendah menunjukkan tingkat keasaman buah yang tinggi. Meskipun demikian, pemberian kalsium tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan vitamin C pada buah. Kandungan vitamin C yang diukur adalah menggunakan metode titrasi dengan pendekatan pengukuran kandungan asam organik yang dominan yaitu asam sitrat.

Tabel 9 Pengaruh penyemprotan berbagai kalsium terhadap pH aril dan kandungan vitamin C pada buah manggis pada tahun I

Perlakuan	pH aril	Vitamin C (mg/100g)
Kontrol (1)	3.58 bc	3.85
CaCl_2 (2)	3.63 abc	3.97
$\text{CaCl}_2 + \text{CA}$ (3)	3.64 abc	3.97
$\text{CaCl}_2 + \text{NAA}$ (4)	3.63 abc	3.58
$\text{CaCl}_2 + \text{CA} + \text{NAA}$ (5)	3.73 ab	4.15
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ (6)	3.52 c	3.94
$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CA}$ (7)	3.62 abc	3.37
$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NAA}$ (8)	3.65 abc	3.44
$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CA} + \text{NAA}$ (9)	3.59 bc	3.87
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (10)	3.80 a	4.07
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{CA}$ (11)	3.61 bc	3.91
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{NAA}$ (12)	3.74 ab	4.57
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{CA} + \text{NAA}$ (13)	3.61 abc	3.67

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%

Korelasi

Hasil uji korelasi penelitian di tahun I (Tabel 8) dan tahun ke II (Tabel 9) menunjukkan bahwa sebagian besar peubah yang diamati tidak berkorelasi satu sama lain. Pada penelitian tahun I, diperoleh hasil bahwa skor getah kuning di kulit luar tidak berkorelasi dengan getah kuning di aril buah. Hal ini bisa terjadi, karena pecahnya saluran getah kuning yang dijumpai di eksokarp sehingga mengotori kulit luar buah, tidak hanya disebabkan faktor endogen (rendahnya kandungan kalsium di eksokarp), tetapi juga bisa disebabkan adanya gangguan luar (mekanis) misalnya curah hujan berlebihan, angin, benturan, penanganan panen yang tidak hati-hati sehingga menyebabkan rusaknya kulit buah dan tusukan/gigitan serangga misalnya *Capsids* (Yaacob dan Tindall, 1995; Syah, 2007; Verheij, 2002).

Pada Tabel 8 terlihat bahwa bobot buah berkorelasi positif sangat nyata terhadap diameter transversal maupun longitudinal. Demikian juga halnya nilai pH aril terhadap nilai padatan terlarut total (PTT). Nilai PTT menunjukkan tingkat kemanisan buah (Lodh dan Pantastico dalam Pantastico, 1986). Oleh karena itu, nilai PTT yang tinggi menyebabkan pH aril semakin meningkat.

Hasil penelitian di tahun ke II (Tabel 9) skor getah kuning di kulit luar berkorelasi positif nyata dengan dengan getah kuning di aril buah ($r = 0.580$). Hal ini menunjukkan bahwa insiden getah kuning di kulit buah diikuti juga dengan insiden getah kuning di aril. Keadaan ini dijumpai diduga keluarnya getah kuning mengotori buah disebabkan oleh faktor yang sama yaitu rendahnya kandungan kalsium di kulit buah (perikarp). Skor getah kuning di aril berkorelasi positif sangat nyata dengan tingkat kekerasan buah ($r = 0.870$) yang menunjukkan bahwa semakin tinggi skor getah kuning di aril maka kulit akan semakin keras. Hal ini bisa terjadi, karena pecahnya saluran getah kuning menyebabkan cairan getah kuning keluar mengotori aril sehingga sel-sel perikarp mengkerut dan menjadi keras. Pada Tabel 10 peubah lain yang juga menunjukkan korelasi positif sangat nyata ($r = 0.980$) adalah bobot buah terhadap diameter transversal buah. Adapun nilai total asam tertitrisasi (TAT) berkorelasi negatif sangat nyata ($r = 0.900$) terhadap rasio PTT/TAT.

Tabel 10 Korelasi setiap peubah yang diamati di tahun ke I

	Gk kulit	Dt	Dl	Kk	PTT	rasio PTT/TAT
Gk kulit				0.16 ^{ns}		-0.007 ^{ns}
Gk aril	0.090 ^{ns}			0.320 ^{ns}	0.090 ^{ns}	0.173 ^{ns}
Bb			0.922**	0.794**		
pH aril						0.570** 0.281 ^{ns}
Keterangan:		ns	: tidak berbeda nyata			
*			: berbeda nyata pada taraf 5%			
**			: berbeda nyata pada taraf 1%			
Gk kulit			: skor getah kuning di kulit luar buah Gk aril			
skor getah kuning di aril						
Dt			: diameter transversal buah			
Dl			: diameter longitudinal buah			
Kk			: kekerasan kulit buah			
Bb			: bobot buah			
PTT			: padatan total tertitiasi			
			Rasio PTT/TAT: rasio padatan terlarut total /total asam tertitiasi Tabel 28			

Korelasi setiap peubah yang diamati di tahun ke II

Gk kulit		Diameter	Bobot	Kk	PTT/TAT
Gk kulit			0.400 ^{ns}	0.057 ^{ns}	
Gk aril	0.580**		0.870**	-0.114 ^{ns}	
Ca kulit	-0.370 ^{ns}	-0.363 ^{ns}	-0.310 ^{ns}	-0.320 ^{ns}	
Bobot		0.980**			
TAT					-0.900**
Keterangan:	ns	: tidak berbeda nyata			
*		: berbeda nyata pada taraf 5%			
**		: berbeda nyata pada taraf 1%			
Gk kulit		: skor getah kuning di kulit luar buah			
Gk aril		: skor getah kuning di aril			
Ca kulit		: persentase kandungan kalsium pada kulit buah			
Kk		: kekerasan kulit buah			
PTT		: padatan total terlarut			
TAT		: total asam tertitiasi			

Simpulan

1. Aplikasi berbagai kalsium yaitu CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, dan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ tanpa atau dikombinasikan dengan zat pengkelat yaitu asam sitrat (CA) dan zat pengatur tumbuh asam *1-naphthalene-acetic* (NAA) di tahun I tidak efektif mengurangi insiden getah kuning di kulit luar buah, namun efektif mengurangi insiden getah kuning di aril buah. Skor getah kuning di aril buah lebih rendah pada perlakuan penyemprotan CaCl_2 +NAA dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ +NAA dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang lain kecuali dengan perlakuan $\text{CaCl}_2 + \text{CA}$ dan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{CA}$
2. Aplikasi CaCl_2 pada berbagai dosis yang dikombinasikan dengan zat pengkelat CA di tahun ke II efektif mengurangi insiden getah kuning baik di kulit luar maupun di aril buah, namun tidak berbeda nyata di antara taraf dosis CaCl_2 .
3. Aplikasi 22.5 g/l CaCl_2 menghasilkan kualitas buah yang layak ekspor dengan daging buah tanpa getah kuning sebesar 100%.
4. Kandungan kalsium pada eksokarp, mesokarp dan endokarp buah di tahun I berbeda nyata secara statistik. Kandungan kalsium yang tinggi pada eksokarp mesokarp dan endokarp buah pada perlakuan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ +NAA menghasilkan skor getah kuning yang rendah di aril buah. Di tahun ke II, kandungan kalsium kulit buah (perikarp) pada perlakuan 22.5 g/l CaCl_2 lebih tinggi dibanding kontrol tetapi tidak berbeda nyata dengan penyemprotan CaCl_2 lainnya.
5. Penyemprotan buah di tahun I berpengaruh nyata terhadap sifat fisik dan kimia buah manggis. Perlakuan penyemprotan buah dengan berbagai kalsium tidak meningkatkan sifat fisik dan kimia buah manggis dibanding kontrol.
6. Penyemprotan buah di tahun ke II berpengaruh nyata terhadap sifat fisik dan kimia buah manggis. Diameter transversal dan bobot buah tertinggi dijumpai pada perlakuan kontrol, 15 dan 22.5 g/l CaCl_2 , nilai PTT pada perlakuan 5 g/l CaCl_2 lebih tinggi dibanding kontrol, sedangkan rasio PTT/TAT tertinggi dijumpai pada perlakuan 22.5 g CaCl_2

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti YA. 2002. Pengaruh frekuensi aplikasi CaCl₂ prapanen terhadap kualitas dan daya simpan buah tomat. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Bangerth F. 1979. Calcium-related physiological disorders of plants. *Ann. Rev. Phytopathol.* 17:97-122.
- Brown GS, Wilson S, Boucher W, Graham B, McGlasson B. 1995. Effects of copper- calcium sprays on fruit cracking in sweet cherry (*Prunus avium*). *Scientia Horticulturae* 62:75 – 80.
- Callan, NW. 1986. Calcium hydroxide reduces splitting of ‘Lambert’ sweet cherry. *J. Amer. Soc. Horti. Sci.* 111:173-175.
- Chiu TF. 1980. Calcium-45 mobility in young apple trees grown under different nutrient-calcium condition. *Jour. Agric, Res. China* 29:183-194.
- Esau K. 1974. *Plant Anatomy*. 2nd ed. New Delhi: Wiley Eastern Private Ltd.
- Fahn A. 1990. *Plant Anatomy*. London: Butterworth-Heinemann L.
- Fernandez RT., Flore JA. 1998. Intermittent application of CaCl₂ to control rain cracking of sweet cherry. In: Ystaas J. (ed.). *Proceedings of the 3th International Symposium on Cherry Plants*. ISHS. *Acta Hort.* 468:683-689.
- Harker FR, Venis MA. 1991. Measurement of intracellular and extracellular free calcium in apple fruit cells using calcium-selective microelectrodes. *Plant, Cell and Environment*. 14:525-530.
- Huang X *et al.* 2005. An Overview of Calcium’s Role in Lychee Fruit Cracking. In: Chomchalow N and Sukhvilul N (eds.). *Proceedings of the IInd International Symposium on lychee, Longan, Rambutan, and Other Sapindaceae Plants*. Chiang Mai, Thailand, Agt. 25-28, 2003. Belgium: ISHS. pp:231-240.
- Jones RL, Carbonell J. 1984. Regulation of the synthesis of barley aleurone α -amylase by gibberellic acid and calcium ions. *Plant physiol.* 76:213-218.
- Kanwar JS, Rajput MS, Bajwa MS. 1972. Sun-burning and skin-cracking in some varieties of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) and the factors affecting them. *Indian. J. Agric. Sci.* 42:772-775.
- Lodh SB, Pantastico Er B. 1986. Perubahan-perubahan Fisikokimiawi Selama Pertumbuhan Organ-organ Penimbun. Hal. 64-87. *Dalam* Er B Pantastico (ed.). *Fisiologi Pasca panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika*. Yogyakarta: Gadjah Mada Univ. Press.
- Marcelle R, Clijsters H. 1978. Effects of growth regulators on the absorption and

distribution of calcium in fruits. *Acta Horticulturae* 80:353-360.

- Qanytah. 2004. Kajian perubahan mutu buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan perlakuan *precooling* dan penggunaan giberelin selama penyimpanan. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ryugo K. 1988. *Fruit Culture: Its Science and Art*. New York: John Wiley & Son.
- Satuhu S. 2004. *Penanganan dan Pengelolaan Buah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Saure MC. 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. *Scientia Horticulturae* 105:65-89.
- Schonherr J, Bukovac MJ. 1972. Penetration of stomata by liquids. *Plant Physiol.* 49:813-819.
- Sekse L. 1995. Fruit cracking in sweet cherries (*Prunus avium* L.), some physiological aspects – a mini review. *Scientia Horticulturae* 63:135-141.
- Sekse L. 1998. Fruit cracking mechanism in sweet cherries (*Prunus avium* L.) a review. In: Ystaas J. (ed.). *Proceedings of the 3th International Symposium on Cherry Plants*. ISHS. *Acta Hort.* 468:637-648.
- Sekse L, Bjerke KL., Vangdal E. 2005. Fruit cracking in sweet cherries – an integrated approach. In: Lang GA. (ed.). *Proceedings of the 4th International Symposium on Cherry Plants*. ISHS. *Acta Hort.* 667:471-474.
- Sharma RR, Singh R. 2009. The fruit pitting disorder-a physiological anomaly in mango (*Mangifera indica* L.) due to deficiency of calcium and boron. *Scientia Horticulturae* 119 :388-391.
- Shear CB, Faust M. 1970. Calcium transport in apple trees. *Plant Physiol.* 45:670-674.
- Srivastata LM. 2002. *Plant Growth and Development Hormones and Environment*. New York: Academic Press.
- Syah MJA, Ellina M, Titin, Dewi, Firdaus U. 2007. Teknologi Pengendalian Getah Kuning pada Buah Manggis. Search <http://www.pustaka-deptan.go.id/inovasi/kl070102.pdf>. [16 Juni 2008].
- Verheij EWM. 1992. *Garcinia mangostana* L. In: Verheij EWM, Coronel RE (eds.) *PROSEA, Edible Fruits and Nuts*. Wageningen: Pudoc. pp. 177-181.
- Verner L. 1938. Histology of apple fruit tissue in relation to cracking. *Journal of Agricultural Research.* 57:813-824.
- Yaacob O, Tindall HD. 1995. *Mangosteen Cultivation. FAO Plant Production and Protection Paper 129*. 1st ed. Belgium: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

