



# STUDI HUBUNGAN KEJADIAN GETAH KUNING DENGAN KANDUNGAN KALSIUM PADA PERIKARP BUAH MANGGIS (*Garcinia mangostana* L.)

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

**YULINDA TANARI**



**SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2018**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi berjudul Studi Hubungan Kejadian Getah Kuning dengan Kandungan Kalsium pada Perikarp Buah Manggis (*Garcinia Mangostana L.*) adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, April 2018

*Yulinda Tanari*  
NIM 262120021



Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## RINGKASAN

YULINDA TANARI. Studi Hubungan Kejadian Getah Kuning dengan Kandungan Kalsium pada Perikarp Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.). Dibimbing oleh DARDA EFENDI, ROEDHY POERWANTO, DIDY SOPANDIE dan KETTY SUKETI.

Getah kuning merupakan masalah dalam ekspor buah manggis. Buah manggis yang bergetah kuning memiliki rasa yang pahit dan penampilan menjadi tidak menarik. Kejadian getah kuning disebabkan oleh rendahnya kandungan Ca pada perikarp buah dan dipicu oleh perubahan air tanah yang ekstrim serta desakan dari biji dan aril ke bagian perikarp buah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui: (1) Pengaruh posisi buah dalam kanopi pohon dengan kejadian getah kuning buah manggis (*Garcinia mangostana* L), (2) Pengaruh aplikasi kalsium (Ca) dan posisi buah dalam kanopi pohon dengan kejadian getah kuning, (3) Pengaruh aplikasi Ca dan naungan terhadap kejadian getah kuning, (4) Interaksi Ca dan *Naphthaleneacetic Acid* (NAA) dalam mengendalikan kejadian getah kuning, (5) Kandungan Ca pada setiap stadia pertumbuhan manggis.

Penelitian dilakukan di empat lokasi yaitu di Kampung Cengal Kabupaten Bogor yang berada pada ketinggian 390-398 m dari permukaan laut (mdpl), Kebun Pusat Kajian Hortikultura Tropika (310 mdpl), Desa Tandolala (508 mdpl) dan Desa Kamba Kabupaten Poso (700 mdpl). Penelitian berlangsung dari Oktober 2013 hingga Oktober 2016 (36 bulan). Pengamatan faktor fisik dan kimia buah dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen IPB, Laboratorium PKHT dan Laboratorium Ilmu Alamiah Dasar Universitas Sintuwu Maroso, sedangkan pengamatan kandungan Ca tanah, daun dan perikarp buah dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah IPB.

Penelitian terdiri atas 4 percobaan. Percobaan pertama yaitu pengaruh posisi buah pada kanopi terhadap kejadian getah kuning manggis dilakukan di 2 lokasi penelitian yaitu di Kampung Cengal Kabupaten Bogor (1A) dan di Desa Tandolala Kabupaten Poso (1B) menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT). Percobaan kedua aplikasi kalsium dan pemberian naungan untuk mengetahui tingkat cemaran getah kuning menggunakan RKLT faktorial dilakukan di kebun PKHT Tajur Kabupaten Bogor. Percobaan ketiga interaksi Ca dan NAA untuk mengendalikan getah kuning menggunakan RKLT faktorial dilakukan di Desa Kamba Kabupaten Poso. Percobaan keempat kandungan Ca pada setiap stadia pertumbuhan manggis menggunakan RKLT dilakukan di Desa Tandolala Kabupaten Poso.

Hasil pada percobaan 1A adalah persentase cemaran getah kuning pada kulit tidak dipengaruhi oleh posisi buah pada kanopi pohon, akan tetapi cenderung mempengaruhi persentase cemaran getah kuning pada aril. Skor buah bergetah kuning pada aril nyata lebih rendah pada sektor 5 (atas dalam) dibandingkan dengan sektor 3 (tengah dalam). Rata-rata persentase getah kuning pada kulit mencapai 92% sedangkan pada aril sebesar 52%. Pada percobaan 1B, posisi buah yang terpapar cahaya pada pohon dengan aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun pada saat fase bunga mekar meningkatkan kandungan Ca pektat pada perikarp buah dan menurunkan cemaran getah kuning pada juring, aril dan kulit buah manggis.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Pada percobaan 2, aplikasi Ca 3.2 kg Ca/pohon/tahun berpengaruh yata terhadap penurunan cemaran getah kuning manggis sedangkan pemberian naungan 0 dan 50% serta kombinasi antara naungan dan cahaya tidak berpengaruh. Intensitas cahaya yang diterima tanaman yang diberi naungan 50% sebesar 3 611 lux diduga cukup untuk melaksanakan proses fisiologi tanaman seperti fotosintesis dan transpirasi. Terjadi rontok buah pada perlakuan naungan 90% 2 minggu setelah aplikasi Ca dan pemberian naungan. Pemberian naungan 90% pada tanaman manggis menyebabkan tanaman kembali membentuk *flush* dengan ciri warna daun kemerahan dan buah gugur. Rendahnya intensitas cahaya pada tanaman yang diberi naungan 90% menyebabkan menurunnya aktivitas fotosintesis yang berakibat pada menurunnya pasokan asimilat ke buah karena tingkat ketersediaan asimilat yang tinggi selama perkembangan buah sangat diperlukan untuk mencegah kerontokan buah. Selain itu persaingan antara pembentukan *flush* baru (vegetatif) dengan pertumbuhan buah menyebabkan berkurangnya fotosintat yang diarahkan ke bagian buah.

Aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun dengan 200 ppm NAA melalui penyemprotan pada buah sebanyak 5 ml/buah efektif meningkatkan kandungan Ca pektat pada perikarp dan menurunkan persentase buah tercemar getah kuning menjadi 6% pada juring dan aril serta 12.3% pada kulit dibandingkan dengan kontrol dengan cemaran getah kuning sebesar 17.8% pada juring, 36.8% pada aril dan 56.1% pada kulit buah. Aplikasi NAA diduga menyebabkan peningkatan pembelahan sel sehingga terbentuk bidang-bidang apoplas baru pada buah. Buah menjadi *sink* yang kuat karena bidang-bidang yang baru terbentuk membutuhkan Ca untuk menyusun struktur dinding selnya. Keberadaan Ca yang berfungsi secara struktural memperkokoh dinding sel menyebabkan sel penyusun saluran sekretori menjadi kuat sehingga getah tidak keluar mencemari aril dan kulit buah manggis

Kandungan Ca pada daun dewasa tidak berbeda nyata dengan kandungan Ca pada stadia dormansi. Translokasi Ca mengikuti laju aliran transpirasi sehingga kandungan Ca lebih tinggi pada daun dibandingkan pada buah. Kandungan Ca pada daun dewasa, dormansi dan buah yang tidak berbeda nyata diduga disebabkan karena pada saat fase berbuah, buah menjadi *sink* yang kuat untuk menarik asimilat untuk perkembangan buah dan juga disebabkan adanya perlakuan aplikasi Ca pada saat antesis. Hasil ini juga sekaligus membuktikan bahwa aplikasi Ca pada saat antesis dapat meningkatkan kandungan Ca buah sehingga cukup untuk meningkatkan kualitas buah. Kandungan Ca oksalat cenderung lebih tinggi pada daun dibandingkan dengan Ca pektat.

Kata kunci: Ca pektat, NAA, posisi buah, ternaung, terpapar, transpirasi

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## SUMMARY

YULINDA TANARI. Study of the relationship between the occurrence of yellow sap and the calcium content on the pericarp of mangosteen fruit (*Garcinia mangostana* L.). Supervised by DARDA EFENDI, ROEDHY POERWANTO, DIDY SOPANDIE and KETTY SUKETI.

The yellow sap is kind of problem in mangosteen export. Yellow sap cause the bitter taste and bad visual quality of mangosteen fruits. The yellow sap is a metabolite compound found in the form of yellow spots, caused by a low Ca content of the fruit pericarp and triggered by extreme groundwater changes and pressure from the seeds and aryl on the pericarp of the fruit.

The purpose of this research is to find: (1) the relationship between the fruit position in canopy of the tree and yellow sap occurrence, (2) the relationship between Ca and fruit position in the canopy of tree with yellow sap, (3) influence of Ca application and shade on yellow sap occurrence, (4) Ca and NAA interactions for controlling yellow sap and (5) Ca content at each growth stage of the Mangosteen.

The present research conducted in 4 different locations i.e. in Cengal, Bogor which is situated at 390-398 m above sea level (mdpl), Center for Tropical Horticulture Studies (310 mdpl), Tandolala village (508 mdpl) and Kamba village (700 mdpl). The study ran from October 2013 to October 2016 (36 months). The observation of both physical and chemical factors of the fruit was carried out in post-harvest laboratories at IPB, the PKHT laboratory and the natural science Laboratory at the University of Sintuwu Maroso. Meanwhile, the observations on soil-leaves, fruit pericarp Ca contents were performed in the Chemistry and Soil Fertility laboratory, IPB.

The present research consisted of 4 experiments. The first experiment, which was about finding the relationship between the fruit position (in the canopy) and yellow sap occurrence, was carried out in 2 locations i.e. Cengal in Bogor (1A) and Tandolala village (1B) using a completely randomized block design. The second experiment was related to the effects of Ca and shade on the occurrence of yellow sap using completely randomized factorial block design. The third experiment was about the interactions Ca and NAA in preventing yellow sap contamination using completely randomized factorial block design and conducted in Kamba Poso village. Finally, the fourth experiment determined the Ca contents at each developmental stage of the mangosteen, using a completely randomized block design, in Tandolala village.

The results of the first experiment (1A) showed that the sectors on the canopy of the tree did not differ in terms of yellow sap percentage, while yellow sap score aryl differed between the middle inner sector (sector 3) and top inner sector (sector 5). The average percentage of yellow sap on the rind reached 92%, while that of the aryl was just 52.1%. In treatment 1B, the application of Ca resulted in a decrease in yellow sap contamination in mangosteen. The well-exposed position had higher light intensity and transpiration rate, leading to a possible conclusion that both the application of Ca and the position of the fruit (well-exposed) can increase the absorption of Ca to the fruit. The well-exposed

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

fruit position coupled with the application of 4.8 kg Ca/tree during blooming increased the Ca contents in the pectate pericarp of the fruit, which led to a decrease in yellow sap contamination in the segment, aryl, and the rind of the mangosteen fruit.

The results of the second treatment showed that the application of Ca had an effect on the decrement of yellow sap contamination in mangosteen, while the combination of shade and exposed had no effect on the fruit. The supplementation of 90% shade on mangosteen plants led to the plant back to the form of flush with characteristics such as reddish leaves and falling fruit. The low light intensity in the plants that were provided with 90% shade resulted in a decline in photosynthetic activity leading to decrease in assimilate supply to the fruit as a high level of assimilate availability during fruit development is necessary to prevent fruit losses. In addition, competition between the formation of new flush (vegetative) and the fruit causes a reduction of photosynthesis that is directed to the fruit.

The application of Ca and NAA decreased yellow sap contamination in mangosteen. The application of 4.8 kg Ca/tree with an NAA of 200 ppm (5 ml/fruit) effective in increasing the Ca content of the pectate pericarp and decrease the percentage of yellow sap contaminated fruit to 0% on the segment and aryl, 2.3% on the rind, compared to the control treatment with a yellow sap contamination rate of 17.9% on the segment, 36.8% on the aryl, and 56.1% on the rind. The application of NAA is believed to cause an increase in cell division so that new apoplast fields are formed on the fruit. The fruit becomes a strong sink because the newly formed fields require Ca construct the cell wall structure. The presence of structurally functioning Ca strengthens the cell wall causing the secretory duct cells to become strong so that the sap does not pollute the aryl and the rind of the mangosteen.

There were no significant differences between the Ca content of adult leaves in dormancy stage and the fruit pericarp. Some studies suggested that the Ca follows the transpiration flow rate so that the Ca content is higher in leaves than the fruit. The Ca content of adult leaves, in the dormancy and fruit that is not significantly different is thought to be caused during the fruiting phase, the fruit becomes a strong sink to attract the assimilate for the fruit development and also the treatment of Ca applications at the time of anthesis. These results also proved that the Ca application, at the time of anthesis, can increase the Ca content of the fruit to improve the quality of fruit. The Ca oxalate content tends to be higher in leaves compared to the Ca pectate

Keyword: *Ca pectate, exposed, fruit position, NAA, shaded, transpiration*



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2018  
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB*



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



# STUDI HUBUNGAN KEJADIAN GETAH KUNING DENGAN KANDUNGAN KALSIUM PADA PERIKARP BUAH MANGGIS (*Garcinia mangostana* L.)



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

**YULINDA TANARI**

Dissertasi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Doktor  
pada  
Program Studi Agronomi dan Hortikultura

**SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2018**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Penguji Iuar Komisi pada Ujian Tertutup: Dr Ir Winarso D Widodo, MS

Dr Deden Derajat Matra SP, MAg

Penguji Iuar Komisi pada Sidang Promosi: Dr Ir Winarso D Widodo, MS

Dr Ir Hardiyanto, MSc

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Judul Disertasi : Studi Hubungan Kejadian Getah Kuning dengan Kandungan Kalsium pada Perikarp Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*)

Nama : Yulinda Tanari  
NIM : A262120021

Disetujui oleh

Komisi Pembimbing

Dr Ir Darda Efendi, MS

Ketua

Prof Dr Ir Roedhy Poerwanto, MSc

Anggota

Prof Dr Ir Didy Sopandie, MAgri

Anggota

Dr Ir Ketty Suketi, MSI

Anggota

Diketahui oleh

Ketua Program Studi  
Agronomi dan Hortikultura

Plt. Dekan Sekolah Pascasarjana

Dr Ir Maya Melati, MS, MSc

Dr Ir Eka Intan Kumala Putri, MSI

Tanggal Ujian Tertutup: 18 Januari 2018

Tanggal Sidang Promosi: 31 Januari 2018



Judul Disertasi : Studi Hubungan Kejadian Getah Kuning dengan Kandungan Kalsium pada Perikarp Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.)

Nama : Yulinda Tanari  
NIM : A262120021

Disetujui oleh

Komisi Pembimbing

Dr Darda Efendi, MS  
Ketua

Prof Dr Ir Roedhy Poerwanto, MSc  
Anggota

Pro Dr Ir Didy Sopandie, MAg  
Anggota

Dr Ir Ketty Suketi, MSI  
Anggota

Diketahui oleh

Ketua Program Studi  
Agronomi dan Hortikultura

Plt. Dekan Sekolah Pascasarjana

Dr Ir Maya Melati, MS, MSc

Dr Ir Eka Intan Kumala Putri, MSI

Tanggal Ujian Tertutup: 18 Januari 2018

Tanggal Sidang Promosi: 31 Januari 2018

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



**Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)**

**Bogor Agricultural University**



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Allah Bapa atas Kasih Karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Oktober 2013 hingga Oktober 2016 dengan judul “Hubungan kejadian getah kuning dengan kandungan Ca pada perikarp buah manggis (*Garcinia mangostana* L.).

Terima kasih penulis ucapan kepada Dr Ir Darda Efendi, MSi sebagai ketua komisi, Prof Dr Roedhy Poerwanto, MSc, Prof Dr Didy Sopandie, MAg dan Dr Ir Ketty Suketi, MSi selaku anggota komisi pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk mengarahkan dan memotivasi selama penelitian hingga selesai penyusunan disertasi. Terima kasih kepada Dr Ir Winarso D. Widodo, MS selaku penguji pada ujian kualifikasi lisan, ujian tertutup dan sidang promosi. Terima kasih kepada Dr Edi Santoso, SP MSi selaku penguji pada ujian kualifikasi lisan, Dr Deden D. Matra, SP MAg selaku penguji pada ujian tertutup. Terima kasih kepada Dr Ir Maya Melati, MS, MSi selaku Ketua Program Studi AGH, Dr Ir Nurhayati Arifin (Wakil Dekan Faperta) atas semua saran dan arahannya.

Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Kementerian Riset dan Teknologi atas beasiswa BPPS dan bantuan Hibah Doktor tahun anggaran 2017, Koordinator Kopertis Wilayah IX Sulawesi, dan Rektor Universitas Sintuwu Maroso Poso yang telah memberikan kesempatan penulis untuk melanjutkan pendidikan pascasarjana di IPB. Kepada Rektor IPB, Dekan Sekolah Pascasarjana, Ketua dan staf pengajar Program Studi Agronomi dan Hortikultura (AGH) IPB, disampaikan terimakasih atas kesempatan yang diberikan untuk mengikuti program S3. Terimakasih penulis sampaikan kepada kepala Pusat Kajian Hortikultura Tropika, Kepala Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah IPB, Kepala Laboratorium Alamiah Dasar Universitas Sintuwu Maroso, petani manggis di Kampung Cengal Kabupaten Bogor, Desa Kamba dan Desa Tandolala Kabupaten Poso yang telah membantu sehingga percobaan 1 sampai 4 bisa terlaksana.

Terima kasih kepada orang tua, papa Jacob Tanari (alm) dan mama Naban Palundun (almh). Kepada saudara-saudaraku Yurlin Tanari (almh); Yohanis Rumpak dan Yupita Tanari; Dr Mobius Tanari dan Dr Titin Budi Wahyuti (almh); Bernoulli Tanari, MPd dan Yerlina Tinoring; Ir Obed Pakalang dan Yeti Tanari; Gelder Tanari, MTh dan Dr. Vira Tandiwan; Yustia Tanari SP; Bleiser Tanari MT dan Novayanti Gala MPd, terima kasih atas teladan, dukungan doa dan kasih persaudaraan yang menjadi penyemangat buat penulis .

Terima kasih kepada teman seperjuangan di AGH Dr Inanpi; Dr Hesti; Dr Melati; Dr Dwiwanti, Farida, MSc; Dr Odit; Dhika, MSi; Tiara, MSi dan Susi OSD MSi

Akhir kata semoga disertasi ini dapat berguna bagi pembaca dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pertanian.

Bogor, April 2018

*Yulinda Tanari*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
1 PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan UMUM	4
Tujuan Khusus	4
Hipotesis	4
Manfaat Penelitian	5
2 TINJAUAN PUSTAKA	7
Morfologi Tanaman Manggis	7
Syarat Tumbuh Manggis	9
Getah Kuning	10
Struktur Dinding Sel	11
Kalsium	13
Interaksi Ca dan auksin selama perkembangan buah	16
3 PENGARUH POSISI BUAH PADA KANOPI POHON TERHADAP KEJADIAN GETAH KUNING BUAH MANGGIS ( <i>Garcinia mangostana</i> L)	18
Latar Belakang	19
3A PENGARUH POSISI BUAH PADA KANOPI TANPA APLIKASI KALSIUM TERHADAP KEJADIAN GETAH KUNING BUAH MANGGIS	21
Bahan dan Metode	21
Rancangan Percobaan	21
Prosedur Percobaan	21
Analisis Data	24
Hasil dan Pembahasan	24
Simpulan	26
3B APLIKASI KALSIUM UNTUK MENURUNKAN CEMARAN GETAH KUNING PADA BERBAGAI POSISI BUAH MANGGIS	27
Bahan dan Metode	27
Rancangan Percobaan	28
Prosedur Percobaan	28
Analisis Data	31
Hasil Dan Pembahasan	31
Simpulan	36
4 APLIKASI KALSIUM DAN PEMBERIAN NAUNGAN UNTUK MENGETAHUI CEMARAN GETAH KUNING BUAH MANGGIS	37
Latar Belakang	38
Bahan dan Metode	39
Rancangan Percobaan	39
Prosedur Percobaan	40
Analisis Data	41
Hasil dan Pembahasan	42
Simpulan	47

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



5	INTERAKSI ANTARA KALSIUM DENGAN NAA DALAM MENGENDALIKAN GETAH KUNING PADA BUAH MANGGIS	48
	Latar Belakang	49
	Bahan dan Metode	50
	Rancangan Percobaan	51
	Prosedur Percobaan	51
	Analisis Data	52
	Hasil Dan Pembahasan	53
	Simpulan	59
6	POLARISERAPAN KALSIUM ANTAR STADIA PERTUMBUHAN TANAMAN MANGGIS	60
	Latar Belakang	61
	Bahan dan Metode	61
	Rancangan Percobaan	62
	Prosedur Percobaan	62
	Hasil dan Pembahasan	64
	Simpulan	66
7	PEMBHASAN UMUM	67
	Peran Kalsium	67
	Hubungan Kandungan Ca dan Getah Kuning Pada Buah Manggis	67
	Perbaikan Teknik Budidaya	71
8	SIMPULAN UMUM DAN SARAN	73
	Simpulan	73
	Saran	73
	DAFTAR PUSTAKA	74
	RIWAYAT HIDUP	82

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



## DAFTAR TABEL

1	Skor cemaran getah kuning pada aril	22
2	Skor cemaran getah kuning pada kulit	23
3	Persentase dan skor buah yang aril dan kulitnya tercemar getah kuning 16 MSA di Kampung Cengal Kabupaten Bogor	24
4	Kandungan hara awal pada tanah areal kebun manggis Desa Tandolala Kabupaten Poso	27
5	Intensitas cahaya, suhu, kelembaban dan laju transpirasi pada posisi buah ternaung dan terpapar cahaya	28
6	Persentase buah yang juring, aril dan kulitnya tercemar getah kuning pada 16 MSA di Desa Tandolala Kabupaten Poso pada perlakuan aplikasi Ca	31
7	Skor buah yang aril dan kulitnya tercemar getah kuning pada 16 MSA di Desa Tandolala Kabupaten Poso pada perlakuan aplikasi Ca	33
8	Kandungan Ca total dan Ca pektat perikarp serta rasio persentase Ca pektat/Ca total pada 16 MSA Desa Tandolala Kabupaten Poso pada perlakuan aplikasi Ca	34
9	Persentase buah yang juring aril dan kulitnya tercemar getah kuning pada 16 MSA di Tajur Kabupaten Bogor pada perlakuan Ca dan naungan	43
10	Skor buah yang aril dan kulitnya tercemar getah kuning pada perlakuan Ca dan naungan 16 MSA di Tajur Bogor	44
11	Bobot buah, kulit dan sepal pada perlakuan Ca dan naungan 16 MSA di Tajur Kabupaten Bogor	45
12	Bobot tangkai buah, aril dan biji pada perlakuan perlakuan Ca dan naungan 16 MSA di Tajur Kabupaten Bogor	46
13	Diameter buah, tebal kulit dan <i>edible portion</i> buah pada perlakuan Ca dan naungan pada 16 MSA di Tajur Kabupaten Bogor	46
14	Padatan terlarut total buah pada perlakuan Ca dan naungan 16 MSA di Tajur Kabupaten Bogor	46
15	Kandungan hara dan tekstur tanah pada tanah areal kebun manggis Kampung desa Kamba Kabupaten Poso	50
16	Persentase dan skor buah yang juring, aril dan kulitnya tercemar getah kuning pada interaksi perlakuan Ca dan NAA 16 MSA di Desa Kamba Kabupaten Poso	55
17	Persentase buah yang juring, aril dan kulitnya tercemar getah kuning serta kandungan Ca pektat perikarp pada interaksi perlakuan Ca dan NAA 16 MSA di Desa Kamba Kabupaten Poso	55
18	Skor buah yang aril dan kulitnya tercemar getah kuning pada interaksi perlakuan Ca dan NAA 16 MSA di Desa Kamba Kabupaten Poso	55
19	Bobot buah dan bagian-bagiannya pada perlakuan Ca dan NAA serta interaksi Ca dan NAA 16 MSA di Desa Kamba Kabupaten Poso	58
20	Padatan terlarut total dan asam tertitrasi total pada perlakuan Ca dan NAA serta interaksi Ca dan NAA 16 MSA di Desa Kamba Kabupaten Poso	59

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U



## DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka pemikiran hubungan kejadian getah kuning dengan kandungan Ca pada perikarp manggis ( <i>Garcinia mangostana L.</i> )	5
2	Bagan alir penelitian	6
3	Daun dan susunan cabang pada manggis	8
4	Bunga dan buah manggis	8
5	Diargam skematik proses sitokenesis sel	11
6	Model adhesi dan pemisahan sel.	12
7	Perubahan dinding sel dan pembentukan ikatan silang antara pektin dan Ca mempengaruhi sifat mekanik buah, hubungan air dan kerentanan patogen	13
8	Skeema diagram Ca dari dua sel yang berdekatan	13
9	Komponen utama yang menentukan suplai dan distribusi Ca dalam buah	15
10	Pembagian sektor pada pohon manggis berdasarkan modifikasi sektor percabangan	22
11	Skor buah yang tercemar getah kuning pada aril	23
12	Skor buah yang tercemar getah kuning pada kulit	23
13	Skor buah yang tercemar getah kuning pada aril sektor 3 (a), sektor 5 (b)	25
14	Bunga manggis saat antesis	29
15	Skor cemaran getah kuning perlakuan 0 kg Ca/pohon/tahun pada posisi buah ternaung (a) dan skor cemaran getah kuning perlakuan 4.8 kg Ca/pohon/tahun posisi buah terpapar cahaya	33
16	Hubungan antara Ca pektat perikarp dan persentase cemaran getah kuning pada aril dan kulit buah	35
17	Perlakuan tanpa naungan (a), naungan 50% (b), dan naungan 90% (c)	40
18	Tanaman yang kembali membentuk <i>flush</i> (a) dan buah yang gugur (b) pada perlakuan naungan 90% dua minggu setelah pemberian naungan	42
19	Saluran getah kuning berbentuk saluran memanjang (a), saluran getah kuning pada endokarp buah (b), saluran getah kuning pada endokarp buah (c), saluran getah kuning pada endokarp buah (d)	53
20	Saluran getah kuning yang pecah (a) dan gambar aril dan kulit yang tercemar getah kuning (b)	54
21	Skor buah yang tercemar getah kuning pada aril dengan perlakuan 0 kg Ca/pohon/tahun dan 0 ppm NAA (a) perlakuan 4.8 kg Ca/pohon/tahun dan 200 ppm	57
22	Daun manggis pada stadia tribus awal, tribus penuh, daun dewasa dan daun dewasa	63
23	Prosedur ekstraksi berbagai bentuk Ca terikat	64
24	Kandungan Ca daun pada stadia perkembangan daun	65
25	Kandungan Ca berdasarkan fraksi kelarutan	66

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



# 1 PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Manggis (*Garcinia mangostana* L.) merupakan komoditas hortikultura yang dijuluki *queen of tropical fruit*. Buah manggis sebagai buah primadona ekspor Indonesia dan menjadi andalan untuk meningkatkan devisa negara dengan nilai ekspor sebesar US\$ 13.86 juta pada tahun 2015 (Kementerian 2015). Walaupun nilai ekspor tinggi tetapi persentase buah yang dapat diekspor masih rendah dibandingkan dengan produksinya. Buah manggis yang dapat diekspor hanya 14.8% dari total produksi nasional (BPS 2015; Kementerian 2015). Salah satu penyebab rendahnya ekspor adalah getah kuning yang mencemari daging buah (aril) dan kulit buah.

Getah kuning secara alami terdapat pada manggis. Dorly *et al.* (2008) melaporkan bahwa getah kuning terdapat dalam saluran getah (sekretori) yang terdiri atas lumen besar yang dikelilingi oleh sel-sel epitel yang khas. Bila sel epitel lemah, maka getah kuning akan keluar dan mencemari aril serta kulit buah, menyebabkan buah menjadi pahit dan penampilan kurang menarik sehingga menurunkan kualitas buah.

Pecahnya saluran getah kuning dipicu oleh adanya tekanan pada dinding sel akibat perubahan air tanah yang ekstrim selama proses perkembangan buah (Pechkeo *et al.* 2007; Syah *et al.* 2009). Martias (2012) dalam penelitiannya menemukan bahwa persentase buah yang tercemar getah kuning pada aril dan kulit buah dipicu oleh curah hujan yang tinggi pada minggu ketiga sebelum panen. Menurut Poerwanto *et al.* (2010) selain oleh perubahan air tanah yang ekstrim, pemicu pecahnya sel penyusun saluran getah kuning adalah perbedaan laju pertumbuhan antara biji dan aril dengan bagian perikarp buah selama fase pembesaran buah.

Kejadian getah kuning disebabkan oleh rendahnya kandungan Ca pada perikarp buah manggis (Dorly 2009). Penelitian penyemprotan Ca langsung ke buah dilakukan untuk membuktikan peran Ca dalam mengurangi kejadian getah kuning dan terbukti bahwa perikarp buah dengan kandungan Ca yang tinggi memiliki cemaran getah kuning yang lebih rendah (Tanari 2012). Aplikasi Ca melalui tanah juga menghasilkan cemaran getah kuning yang rendah pada perikarp buah dengan kandungan Ca tinggi (Purnama *et al.* 2013; Kurniadina *et al.* 2016a; Kurniawan *et al.* 2016).

Defisiensi Ca menyebabkan dinding sel rapuh dan mudah rusak karena diketahui peran Ca sangat terkait dengan kekuatan mekanik jaringan, menentukan kekakuan (*rigidity*) dinding sel, menjaga stabilitas membran dan secara struktural berfungsi untuk memperkuat dinding sel dan jaringan tanaman (Marschner 2012). Kekurangan Ca menyebabkan kerusakan fisiologi pada berbagai tanaman buah. Pada apel, kekurangan Ca menyebabkan kelainan fisiologi berupa *bitter pit* dan *internal browning* (Jemric *et al.* 2016; Conway *et al.* 2002). Kalsium meningkatkan kualitas tomat dengan mengurangi gangguan fisiologi, meningkatkan kekerasan, menunda proses pemasakan bahkan dapat memperpanjang umur simpan tomat (Sharma *et al.* 1996).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Berdasarkan uraian tersebut diketahui bahwa unsur Ca sangat berperan dalam meningkatkan kualitas buah, sehingga perlu upaya untuk meningkatkan serapan Ca ke buah. Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan serapan Ca ke buah sampai saat ini belum maksimal karena serapan Ca pada tanaman terutama melalui mekanisme aliran massa yang mengikuti laju aliran transpirasi. Bagian buah tidak melakukan transpirasi sebanyak daun, sehingga hanya sedikit Ca terakumulasi dalam buah (Marschner 2012; Bangerth 1979; Shear dan Faust 1970). Menurut White dan Brodley (2003) kekurangan Ca terjadi pada daun-daun muda dan jaringan dengan laju transpirasi yang rendah, sedangkan menurut Gardner *et al.* (1991) Ca merupakan unsur yang tidak dapat diretranslokasi dari jaringan yang lebih tua ke jaringan yang lebih muda dan translokasi dalam tanaman mengikuti aliran transpirasi xilem. Buah tidak melakukan transpirasi sebesar daun sehingga kekurangan Ca sering ditemukan pada buah-buahan dibandingkan daun. de Freitas *et al.* (2011) melaporkan bahwa laju transpirasi dan akumulasi Ca lebih tinggi pada daun dibanding buah tomat. Menurut Saure (2005) kandungan Ca dalam buah biasanya jauh lebih rendah daripada di bagian lain tanaman. Montanaro *et al.* (2010) menyatakan bahwa transpirasi adalah faktor utama pendorong gerakan Ca, menyumbang 55% dari total Ca yang memasuki buah aprikot.

Upaya untuk menurunkan cemaran getah kuning melalui aplikasi Ca telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Aplikasi Ca melalui tanah (Primilesari 2012; Depari 2011), melalui penyemprotan langsung ke buah (Barasa 2009; Tanari 2012), aplikasi Ca dan Boron (Saribu 2011; Purnama 2013; Hapsari 2015; Kurniawan 2016, Kurniadina *et al.* 2016b), aplikasi Ca dan teknologi ubang resapan biopori (Kurniadina 2015). Pengendalian getah kuning juga telah dilakukan dengan irigasi tetes dan penggunaan antitranspiran chitosan (Rai *et al.* 2014). Berdasarkan penelitian tersebut diketahui bahwa dosis Ca 2 ton/ha/tahun dan aplikasi Ca pada saat bunga mekar merupakan dosis dan waktu aplikasi Ca yang terbaik. Aplikasi boron dapat meningkatkan kandungan Ca perikarp demikian juga dengan adanya lubang resapan biopori. Perlakuan irigasi tetes efektif menurunkan cemaran getah kuning pada aril dan kulit buah. Akan tetapi hal penting yang belum dilakukan pada penelitian sebelumnya adalah tidak dilakukannya analisis kandungan Ca pektat pada perikarp buah, serta penurunan cemaran getah kuning yang belum mencapai 0%.

Upaya untuk meningkatkan kandungan Ca pada perikarp buah yang belum dilakukan adalah mencari posisi buah memiliki cemaran getah kuning yang lebih rendah serta aplikasi Ca dan NAA untuk menurunkan cemaran getah kuning manggis.

Pohon manggis berdaun rapat (rimbun), percabangan simetri dengan kanopi yang sangat rapat sehingga bagian yang ternaungi memperoleh intensitas cahaya dan suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan bagian yang terpapar cahaya. Arsitektur tajuk yang demikian mempengaruhi iklim mikro pada bagian-bagian kanopi tanaman sehingga menyebabkan perbedaan laju transpirasi yang kemudian menyebabkan perbedaan laju serapan Ca menuju ke buah. Penelitian tentang hubungan antara posisi buah pada kanopi pohon dengan kejadian getah kuning menjadi sangat penting dilakukan, agar diketahui bagian (sektor) yang memiliki cemaran yang tinggi serta cara untuk mengatasi cemaran getah kuning tersebut. Penelitian untuk mengetahui bagian tanaman yang memiliki cemaran getah

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

kuning dilakukan pada tahun pertama kemudian dilanjutkan dengan menggabungkan hasil penelitian tersebut dengan mengaplikasikan Ca pada tahun berikutnya.

NAA merupakan zat pengatur tumbuh (ZPT) yang berfungsi antara lain untuk pembelahan dan pembesaran sel (Karin 2013). Pembelahan sel pada buah karena aplikasi NAA diduga akan menjadikan buah sebagai *sink* yang kuat karena sel yang baru terbentuk membutuhkan Ca untuk menempati dan menyusun struktur dinding sel.

Sumber Ca yang digunakan pada penelitian ini adalah dolomit. Menurut hasil penelitian Primilestari (2012) keseimbangan konsentrasi Ca dan magnesium diperlukan untuk meningkatkan translokasi Ca. Selain itu dolomit banyak tersedia di kalangan petani dengan harga yang relatif murah. Waktu aplikasi Ca pada saat antesis, sesuai dengan hasil penelitian Depari (2011) dan Kurniadina *et al.* 2011a) bahwa waktu aplikasi Ca yang terbaik adalah pada saat bunga mekar sampai pada Stadia I (28 hari setelah bunga mekar) dan Montanaro *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa bahwa 80% dari total kandungan Ca dalam buah kiwi diperoleh pada minggu-minggu awal setelah *fruitset*.

Dosis Ca yang digunakan ini berbeda antar lokasi penelitian. Penelitian yang dilakukan di kebun Pusat Kajian Hortikultura Tropika (PKHT) Tajur Kabupaten Bogor menggunakan dosis pupuk 3.2 kg Ca/pohon/tahun dan dosis Ca yang digunakan di Desa Tandolala dan Desa Kamba Kabupaten Poso adalah 4.8 kg Ca/pohon/tahun. Penggunaan dosis yang berbeda pada lokasi penelitian berdasarkan kandungan hara awal pada lokasi penelitian dan rekomendasi dari hasil percobaan Tanari dan Tinggogoy (2014), bahwa dosis 3 ton/ha Ca atau setara dengan 4.8 kg Ca/pohon efektif menurunkan persentase cemaran getah kuning sebesar 52.6% di Desa Kamba Kabupaten Poso. Dibandingkan dengan Bogor, pH tanah di Poso jauh lebih rendah demikian juga dengan kandungan hara-hara makro khususnya kandungan Al tanah. Pada daerah Tajur Al<sub>dd</sub> tanah sebesar 1.01 (cmol<sup>(+)</sup>/kg) sedangkan kandungan Al tanah di desa Tandolala dan Kamba Kabupaten Poso masing-masing sebesar 3.31 (cmol<sup>(+)</sup>/kg) dan 2.39 (cmol<sup>(+)</sup>/kg). Kandungan Al yang lebih tinggi diduga menyebabkan terhambatnya serapan Ca.

Penelitian tentang kandungan Ca pada berbagai stadia pertumbuhan daun juga dilakukan untuk mengetahui besarnya kandungan Ca pada masing-masing stadia. Seligmann *et al.* (2009) menyatakan bahwa penting untuk memahami translokasi, partisi ke bagian tanaman yang berbeda, serta faktor-faktor yang mempengaruhi translokasi Ca agar didapatkan kualitas hasil yang lebih tinggi. Kemungkinan peningkatan kandungan Ca perikarp buah yang dilakukan pada penelitian ini adalah aplikasi Ca melalui penambahan dolomit sebagai sumber Ca pada tanah, meningkatkan laju transpirasi dengan meningkatkan paparan cahaya pada buah, meningkatkan *sink* buah dengan penambahan NAA yang dihipotesiskan dapat meningkatkan pembentukan apoplas baru sebagai tempat untuk keberadaan Ca yang digambarkan dalam kerangka berpikir Gambar 1.

Secara keseluruhan penelitian ini membahas hubungan kandungan Ca pada perikarp buah dengan kejadian getah kuning. Dilakukan 5 percobaan yang digambarkan dalam alur penelitian pada Gambar 2. Penelitian tentang hubungan antara posisi buah dengan kejadian getah kuning dilakukan pada dua lokasi penelitian yaitu Di Kampung Cengal Kabupaten Bogor; dan Desa Tandolala Kabupaten Poso. Penelitian di Kampung Cengal merupakan penelitian awal untuk



mengetahui pengaruh posisi buah pada tajuk yang dibagi dalam enam sektor. Percobaan di Desa Tandolala Kabupaten Poso dilakukan dengan penambahan Ca dan pengamatan cemaran getah kuning pada posisi buah yang ternaungi dan terpapar cahaya. Percobaan yang dilakukan di kebun percobaan PKHT untuk mengetahui cemaran getah kuning berdasarkan pemberian naungan pada semua bagian tanaman. Percobaan interaksi antara Ca dan NAA dilakukan dan Desa Kamba Kabupaten Poso dan percobaan selanjutnya adalah mengamati serapan Ca antara stadia pertumbuhan tanaman yang dilakukan di Desa Tandolala Kabupaten Poso.

## Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menjelaskan hubungan kejadian getah kuning dengan kandungan Ca pada perikarp buah manggis.

## Tujuan khusus

1. Mengetahui pengaruh posisi buah dalam kanopi pohon dengan kejadian getah kuning.
2. Mengetahui pengaruh aplikasi Ca dan posisi buah dalam kanopi pohon dengan kejadian getah kuning.
3. Mengetahui pengaruh aplikasi Ca dan naungan terhadap kejadian getah kuning.
4. Mengetahui interaksi Ca dan NAA dalam mengendalikan kejadian getah kuning.
5. Mengetahui kandungan Ca daun dan perikarp buah pada setiap stadia pertumbuhan manggis.

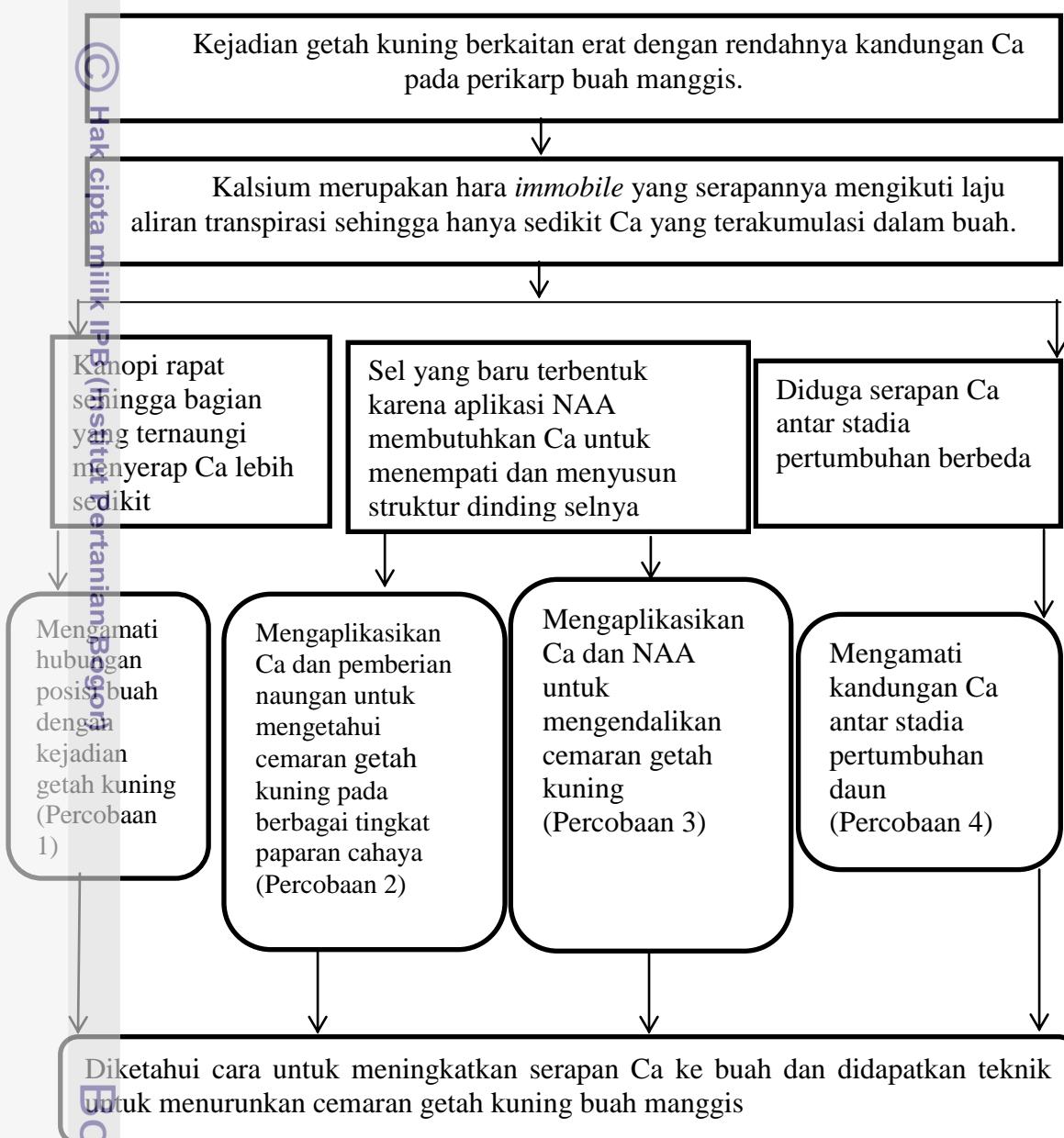
## Hipotesis

1. Posisi buah pada sektor yang terpapar cahaya memiliki cemaran getah kuning yang lebih rendah dibandingkan dengan posisi buah yang ternaungi.
2. Posisi buah yang terpapar cahaya dengan aplikasi Ca mengalami penurunan cemaran getah kuning yang lebih besar.
3. Pemberian naungan pada tanaman akan mengakibatkan perbedaan cemaran getah kuning pada buah.
4. Terdapat interaksi antara Ca dan NAA dalam mengendalikan kejadian getah kuning pada buah manggis.
5. Terdapat perbedaan kandungan Ca daun pada setiap stadia pertumbuhan manggis.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi tentang: (1). bagian pada tajuk tanaman yang buahnya memiliki cemaran getah yang tinggi, (2) peran Ca dan NAA dalam mengendalikan kejadian getah kuning buah manggis dan (3) memberikan informasi tentang serapan Ca pada berbagai stadia pertumbuhan tanaman manggis.



Gambar 1. Kerangka pemikiran hubungan kejadian getah kuning dengan kandungan Ca pada perikarp buah manggis (*Garcinia mangostana* L.)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diketahui bagian (sektor) pada buah yang memiliki cemaran getah kuning tinggi.

2.

Diketahui pengaruh Ca dan posisi buah terhadap kejadian getah kuning manggis

Tanaman manggis yang telah berproduksi pada empat lokasi penelitian

Hubungan kejadian getah kuning dengan kandungan Ca pada perikarp buah manggis (*Garcinia mangostana L.*)

kandungan Ca pada perikarp buah manggis (*Garcinia mangostana L.*)

Percobaan 1  
Hubungan posisi buah dengan kejadian getah kuning

Percobaan 2  
Aplikasi Ca dan pemberian naungan untuk mengetahui tingkat cemaran getah kuning

Percobaan 3  
Interaksi Ca dan NAA untuk mengendalikan cemaran getah kuning

Percobaan 4  
Mengamati serapan Ca antar stadia pertumbuhan tanaman manggis

Diketahui bagian (sektor) pada buah yang memiliki cemaran getah kuning tinggi.

2.

Diketahui pengaruh Ca dan posisi buah terhadap kejadian getah kuning manggis

Diketahui hubungan intensitas cahaya dengan kejadian getah kuning manggis

Diketahui peran Ca dan NAA dalam mengendalikan kejadian getah kuning manggis

Diketahui kandungan Ca total dan Ca berdasarkan fraksi kelarutan pada setiap stadia pertumbuhan daun manggis

Diketahui cara untuk meningkatkan serapan Ca ke buah dan didapatkan teknik untuk menurunkan cemaran getah kuning manggis.

Gambar 2

Bagan alir penelitian hubungan kejadian getah kuning dengan kandungan Ca pada perikarp buah manggis (*Garcinia mangostana L.*)

## 2 TINJAUAN PUSTAKA

### Morfologi Tanaman Manggis

*Garcinia* merupakan tanaman tropis yang terdiri dari sebagian besar pohon besar atau semak tegak yang memiliki getah berwarna kuning atau putih. Manggis termasuk ke dalam famili *Guttiferae* merupakan tanaman yang berasal dari Asia Tenggara khususnya Thailand, Malaysia dan Indonesia. Tanaman manggis menyebar ke timur sampai ke Papua Nugini dan Kepulauan Mindanau (Filipina), dan ke utara melalui Semenanjung Malaysia menyebar ke Thailand bagian selatan, Myanmar, Vietnam, dan Kamboja (Osman dan Milan 2006).

Biji manggis merupakan biji apomistik yang terbentuk dari sel-sel nuselus. Embrio manggis dilihat dari proses penyerbukan dan pembuahannya tergolong pada embrio adventif. Hal ini disebabkan oleh embrio yang terbentuk dari sel nuselus, yaitu bagian selain kantung embrio (Almeyda dan Martin 1976).

Richards (1990) menjelaskan bahwa bunga manggis bersifat *uniseksual dioecious* (berumah dua), akan tetapi hanya bunga betina yang dapat dijumpai sedangkan bunga jantan tidak berkembang sempurna (rudimenter), yaitu tumbuh kecil kemudian mengering dan tidak dapat berfungsi. Bunga betina terdapat pada pucuk ranting muda dengan diameter 5-6 cm, pedikel pendek, tebal dengan panjang 1.8-2.0 cm terletak pada dasar bunga. Bunga memiliki empat sepal dan empat petal dengan tangkai bunga pendek dan tebal berwarna merah kekuning-kuningan.

Tanaman manggis memiliki akar utama dan akar lateral, tetapi tidak terdapat akar rambut pada akar utama maupun akar lateral tersebut. Tidak adanya akar rambut tersebut dapat menghambat penyerapan hara, karena akar rambut merupakan berfungsi sebagai penyerap hara. Akar utama manggis dapat terbentang hingga kedalaman 1 m dari pangkal batang, sedangkan akar lateral berkembang hingga kedalaman 5-30 cm dari pangkal batang. Panjang akar berpengaruh terhadap penyerapan hara, karena salah satu proses penyerapan hara oleh tanaman manggis adalah melalui proses intersepsi akar (Yaacob dan Tindall 1995).

Tinggi tanaman manggis rata-rata adalah 6 - 25 m dengan bentuk batang yang lurus. Kulit batang manggis berwarna coklat tua sampai hitam kusam. Batang manggis yang dilukai dapat mengeluarkan getah berwarna kuning. Daun manggis muda berwarna merah muda, kemudian berubah warna menjadi hijau muda sampai hijau tua. Permukaan bawah daun berwarna hijau muda (Verheij 1992).

Kuncup bunga manggis muncul di ujung ranting dan memerlukan waktu kurang lebih 40 hari sampai antesis (bunga mekar). Bunga manggis muncul di ujung ranting (Gambar 3 ), memiliki empat sepal dan empat petal yang berwarna merah muda. Petal akan rontok setelah antesis, sedangkan sepal akan tetap melekat pada bunga hingga buah matang (Gambar 4). Buah akan matang pada waktu 100-120 hari setelah antesis (Verheij 1992; Rai 2004).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 3. Daun dan susunan cabang pada manggis  
Sumber: Osman dan Milan (2006)



Gambar 4. Bunga dan buah manggis  
Sumber: Osman dan Milan (2006)

Perkembangan buah manggis terjadi dalam 2 tahap, yaitu pra antesis dan pasca antesis. Tahap pra antesis merupakan tahap pembentukan segmen aril dan bakal biji yang berlangsung pada umur 8 hingga 1 hari sebelum antesis. Tahap perkembangan buah pasca antesis ditandai dengan perubahan warna serta peningkatan bobot dan diameter buah manggis (Rai 2004; Ropiah 2009).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Perubahan warna terjadi pada kulit serta sepal dan tangkai selama pertumbuhan buah manggis. Kulit buah manggis berubah warna dari hijau menjadi merah, kemudian menjadi coklat kemerahan dan akhirnya menjadi ungu. Kulit buah berwarna hijau pada umur 1-12 minggu setelah antesis, kemudian berubah menjadi merah pada umur 13-14 minggu setelah antesis. Warna kulit buah menjadi coklat kemerahan pada umur 15 minggu setelah antesis dan menjadi ungu pada umur 16 minggu setelah antesis (Dorly 2009; Ropiah 2009).

Sepal dan tangkai buah manggis mengalami perubahan warna seperti pada kulit buah. Sepal berwarna hijau muda pada umur 1-15 minggu setelah antesis dan berubah menjadi hijau tua saat buah matang (kurang lebih 16 minggu setelah antesis). Tangkai buah berwarna hijau muda saat berumur 1-5 minggu setelah antesis, kemudian menjadi hijau tua seiring pematangan buah manggis (Dorly 2009).

Peningkatan bobot dan diameter buah manggis berlangsung lambat pada 5 minggu pertama setelah antesis, kemudian meningkat dengan cepat hingga umur 10 minggu setelah antesis. Kecepatan pertambahan bobot dan diameter menurun pada umur 11-16 minggu setelah antesis (Dorly 2009; Poovaradom dan Sumitra 2009).

Perkembangan buah manggis terjadi pada 3 tahap menurut hasil penelitian Poovaradom dan Sumitra (2009) yaitu pertumbuhan massa buah selama empat minggu pertama berlangsung pembelahan sel (tahap I), kemudian massa meningkat secara linier pada pembesaran sel tahap II. Tahap III perkembangan buah hingga buah matang. Pada saat terjadi pembelahan sel, buah akan menjadi *sink* kuat. Menurut Dorly (2009) kurva pertumbuhan manggis minggu 1 hingga 6 MSA meningkat pesat, untuk semua peubah histologi yaitu jumlah dan ukuran lapisan eksokarp, mesokarp dan endokarp. Pada minggu ke 6 hingga 8 MSA jumlah lapisan eksokarp, ukuran eksokarp, mesokarp, endokarp dan aril, serta jumlah lapisan mesokarp dan endokarp meningkat perlahan. Pada manggis umur 15 hingga 16 MSA dijumpai jumlah lapisan sel mesokarp dan endokarp menurun perlahan. Ini berarti bahwa terjadi pertumbuhan yang sangat cepat pada 1-6 MSA, sehingga waktu tersebut buah menjadi *sink* yang kuat.

## Syarat Tumbuh Manggis

Tanaman manggis dapat tumbuh optimum pada tanah lempung berpasir dan gembur dengan kandungan bahan organik yang tinggi serta drainase yang baik. Derajat kemasaman optimum yang dibutuhkan berkisar antara 5.5 - 7 (Yaacob dan Tindall 1995).

Ketinggian tempat 460-610 m di atas permukaan laut optimum untuk tanaman manggis, sedangkan curah hujan yang sesuai 1 270 – 2 500 mm per tahun, dengan sepuluh bulan basah (Verheij 1992). Suhu yang dibutuhkan berkisar antara 25-30 °C (Verheij 1992; Yaacob dan Tindall 1995).

Naungan sangat penting pada tahun ke-2 sampai ke-4 pertumbuhan baik pada pembibitan maupun pada tahap awal tumbuh di lapangan. Tingkat fotosintesis berlangsung baik pada kisaran suhu 27-35 ° C, dibawah naungan 20-50% (Weibel *et al.* 1993).

Manggis dapat tumbuh dengan baik di berbagai jenis tanah (Campbell 1966; Almeyda dan Martin 1976). Namun, tidak sesuai pada tanah tanah berkapur, tanah aluvial berpasir. Tanah yang terbaik untuk budidaya manggis adalah porous, sedikit asam dan kaya bahan organik. Dibutuhkan irigasi pada kondisi yang kering (Verheij 1992).

## Getah Kuning

Gangguan fisiologi utama yang disebut "*gummosis*" ditemukan pada manggis. Hal ini dibuktikan dengan adanya getah pada permukaan buah dan cabang. *Camboge* atau resin, ditemukan sebagai bintik kuning di dalam dan pada kulit buah dan sering merusak buah. Jika getah ini menembus ke dalam segmen daging buah yang berwarna putih, daging buah akan menjadi kuning dan rasanya pahit (Osman dan Milan 2006). Menurut Dorly *et al.* (2008) getah kuning adalah cairan atau eksudat yang keluar dari pembuluh getah kulit buah manggis. Saluran getah kuning pada manggis berbentuk saluran memanjang dan bercabang dengan dinding sel-sel epitel. Saluran sekretori getah kuning sudah dijumpai pada stadia kuncup bunga ((-1 minggu setelah antesis (MSA)) dan antesis (0 MSA). Getah kuning mulai mengotori aril pada saat buah berumur 14 MSA. Keadaan ini dapat terlihat dengan kerusakan pada sel-sel epitel penyusun saluran sekretori getah kuning.

Berdasarkan pengamatan irisan membujur perikarp buah manggis, diketahui bahwa struktur sekretori getah kuning berbentuk saluran memanjang dan bercabang, terdapat pada aril, endokarp, mesokarp dan eksokarp (Dorly *et al.* 2008).

Pada kebanyakan kasus, *gummosis* disebabkan oleh kerusakan fisik. Kerusakan fisik pada pembuluh getah bisa disebabkan oleh serangga, angin kencang, panen serta penanganan yang salah. Kerusakan pada buah terjadi karena kelembapan yang berlebihan setelah kekeringan (Osman dan Milan 2006).

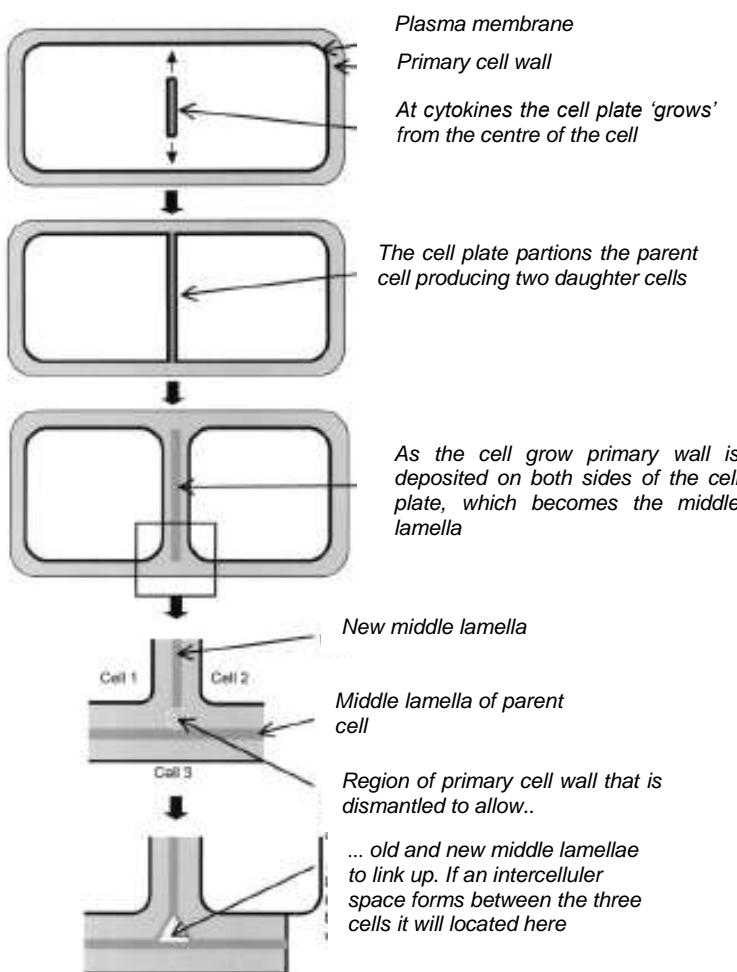
Hasil penelitian Mansyah *et al.* (2007) menunjukkan bahwa persentase getah kuning baik pada kulit maupun didalam buah dipengaruhi oleh faktor lingkungan (hari hujan dan kelembaban). Semakin tinggi jumlah hari hujan semakin tinggi persentase getah kuning. Pada saat intensitas curah hujan tinggi, tekanan turgor sel-sel kulit buah yang sedang berkembang meningkat tajam. Perubahan tekanan turgor akan memberikan tekanan pada dinding sel epitel, baik dari dalam (karena turgor plasma sel), maupun dari luar (turgor cairan getah). Apabila dinding sel epitel lemah, sel-sel akan mudah pecah, yang akan menyebabkan cemaran getah kuning pada aril.

Getah kuning pada aril disebabkan oleh adanya perbedaan laju pertumbuhan antara biji dan aril dengan bagian perikarp buah selama fase pembesaran buah. Perbedaan laju tumbuh tersebut menyebabkan desakan mekanik dari biji dan aril ke perikarp. Akibatnya, sel epitel saluran getah yang lemah karena kekurangan Ca dalam endokarp pecah, sehingga getah keluar mengotori daging buah (Poerwanto *et al.* 2010). Kerusakan akibat getah kuning pada buah manggis dapat dibedakan atas: getah kuning pada kulit buah bagian luar (perikarp)

dan getah kuning pada kulit bagian dalam buah (endokarp). Getah kuning pada endokarp lebih serius dibanding pada perikarp, karena akan mencemari daging buah sehingga rasanya tidak enak dan tidak layak dikonsumsi (Syah *et al.* 2009).

### Struktur Dinding Sel

Menurut Jarvis *et al.* (2003) skema pembelahan sel pada tumbuhan dimulai dengan proses sitokenesis yaitu proses pembelahan sel, yaitu sitoplasma dari satu eukariotik sel membelah menjadi dua sel. Setelah sel meristematik membelah, pertumbuhan sel yang baru terbentuk akan berkembang bersama sepanjang garis lamela tengah. Gambar skematik pembentukan sel ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram skematik proses sitokenesis sel  
Sumber: Jarvis *et al.* (2003)

Makromolekul utama pembentuk lamela tengah adalah pektin dan protein (Jarvis *et al.* 2003). Polisakarida pektin adalah polimer asam galakturonat yang

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

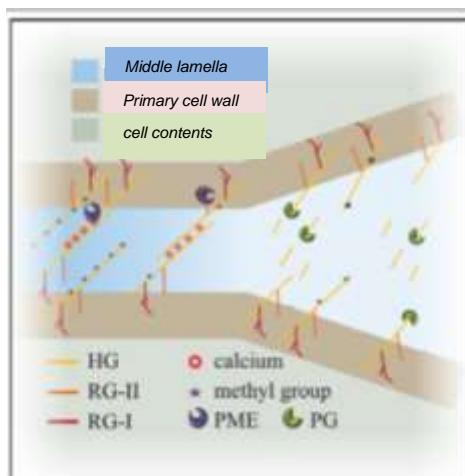
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

terdiri atas homogalakturonan (HG), rhamnogalakturonan-I (RG-I), dan rhamnogalakturonan-II (RG-II) (Daher dan Braybrook 2015). HG disintesis oleh metil esterase tetapi mengalami de-metil esterase pada apoplas oleh enzim pektin metilesterase (PME) (Wolfa *et al.* 2009).

Pektin adalah keluarga *galacturonat* pada sel tanaman yang kaya akan polisakarida. Asam galakturonosa terdiri atas sekitar 70% pektin, dan semua polisakarida pektat mengandung asam galakturonat yang dihubungkan pada posisi O-1 dan O-4. Struktur pektin yaitu polimer asam  $\alpha$ -D-galakturonat yang terikat dengan ikatan glikosidik  $\alpha$  (1-4) dan mengandung gugus metil ester pada konfigurasi atom C-2 (Mohnen 2008). Menurut Carpita dan McCann (2000) kation divalen terutama Ca, membentuk kompleks dengan gugus karboksil dan gugus hidroksil dari residu asam galakturonat dalam polimer. Pembentukan kompleks jenis ini terutama terjadi antara residu yang berdekatan dalam polimer galakturonan, namun dapat berfungsi untuk menciptakan jembatan ionik antara rantai galakturonan yang berdekatan.

Degradasi de-esterified pektin oleh enzim polygalacturonase menyebabkan pemisahan sel. Modifikasi pektin mempengaruhi kemampuannya membentuk gel yang berindak sebagai perekat antara sel (Gambar 6).



Gambar 6. Model adhesi dan pemisahan sel. HG: homogalakturonan; RG: rhamnogalakturonan; PME: pektin metil-esterase (enzim); PG: polygalacturonase (enzim yang memutus ikatan ikatan silang Ca dan HG).

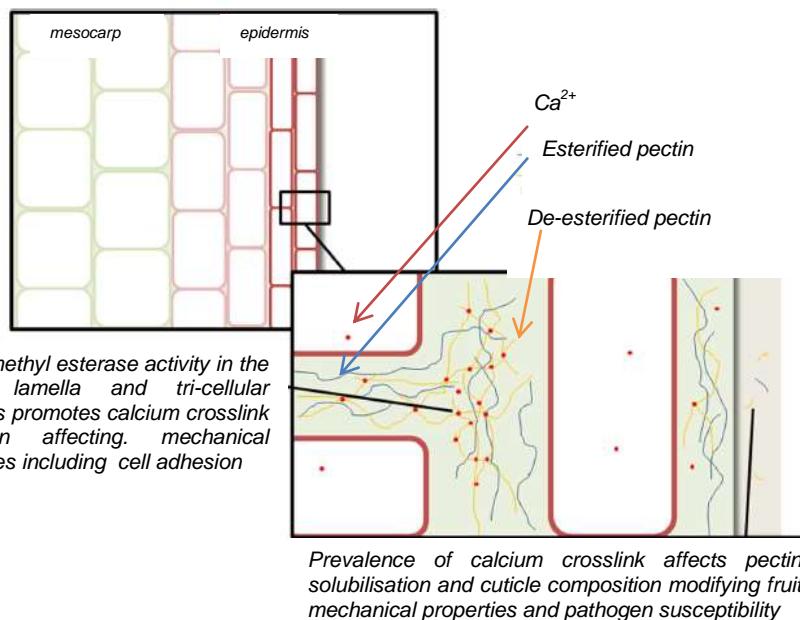
Sumber: Daher dan Braybrook (2015)

Prevalensi ikatan ion dan ester antara pektin yang berdekatan berperan penting dalam sifat fisik dinding sel buah. Interaksi ikatan ini mempengaruhi kelinaran pektin. Ikatan silang pektin dan Ca yang membentuk Ca pektat. Hubungan silang Ca dan pektin merupakan faktor utama dalam menentukan sifat fisik dan struktural buah (Hocking *et al.* 2016).

Regulasi modifikasi dinding sel dan gen pengatur hidrolitik (misalnya, metil esterase pektin, poliacturonase, dan aquaporin) terjadi di mesokarp pada awal pematangan buah. Sebagian besar pektin berada pada lamela tengah, dengan jumlah yang lebih kecil pada dinding sel primer. Lokalisasi domain mikro-Ca

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

hususnya domain ekstraselular mempengaruhi pelonggaran dinding sel dan pemisahan sel. Asimilasi dinding sel mendorong pertumbuhan dan ekspansi sel. Perubahan dinding sel dan pembentukan ikatan silang antara pektin dan Ca mempengaruhi sifat mekanik buah, hubungan air dan kerentanan patogen seperti yang diilustrasikan pada Gambar 7 (Hocking *et al.* 2016).



Gambar 7. Perubahan dinding sel dan pembentukan ikatan silang antara pektin dan Ca mempengaruhi sifat mekanik buah, hubungan air dan kerentanan patogen.

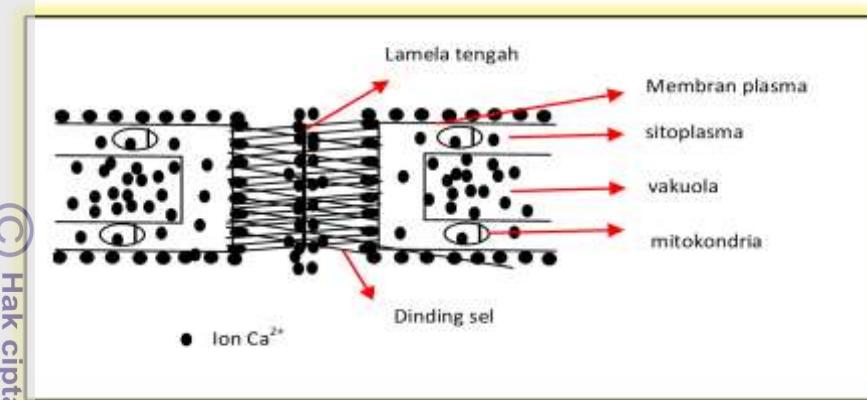
Sumber: Hocking *et al.* (2016).

## Kalsium

Getah kuning yang mencemari aril dan kulit disebabkan oleh rendahnya kandungan Ca pada perikarp buah (Poovaradom dan Sumitra 2009; Pechkeo 2009; Depari 2011, Tanari 2012; Purnama *et al.* 2013; Kurniadina *et al.* 2016a). Kalsium merupakan unsur hara yang secara berbeda dengan unsur hara makro yang lain karena proporsi dari total Ca dalam jaringan tanaman berlokasi pada dinding sel atau apoplas seperti pada Gambar 8 (Marshner 2012). Sejalan dengan itu de Freitas dan Mitcham (2012) menyatakan bahwa 60-75% dari total Ca dalam jaringan tanaman terkait dengan fraksi dinding sel.

Kalsium merupakan unsur hara yang berperan dalam menjaga stabilitas membran dan meningkatkan kekuatan dinding sel dan lamela tengah (Carpita dan McCann 2000). Akan tetapi Ca tidak dapat diretranslokasi dari jaringan yang lebih tua ke jaringan yang lebih muda dan translokasi dalam tanaman mengikuti aliran transpirasi xilem (Gardner 1991), sehingga kekurangan Ca terjadi pada daun-daun muda dan jaringan dengan laju transpirasi yang rendah (White dan Brodley 2003). Pernyataan tersebut sesuai dengan de Freitas *et al.* (2011) bahwa laju transpirasi dan akumulasi Ca lebih tinggi pada daun dibanding buah.

Peningkatan serapan Ca ke bagian perikarp buah menjadi sangat penting karena penyebab terjadinya cemaran getah kuning adalah rendahnya kandungan Ca pada perikarp buah.



Gambar 8. Skema diagram Ca dari dua sel yang berdekatan

Sumber: Marschner (2012)

Kalsium merupakan nutrisi tanaman yang penting, diperlukan untuk berbagai peran struktural dalam dinding dan membran sel (White dan Broadley 2003). Kalsium menentukan kekakuan (*rigidity*) dinding sel, sesuai peran ion Ca sebagai penghubung antara rantai pektin pada dinding sel (Taiz dan Zeiger 2010). Kalsium pada tanaman memiliki peran penting terkait dengan kekuatan mekanik jaringan dan terlibat dalam menentukan kualitas buah (Seligmann *et al.* 2009; Montanaro *et al.* 2006).

Kalsium terlibat dalam hampir semua aspek perkembangan tanaman dan berpartisipasi dalam banyak proses regulasi, berada dalam konsentrasi milimolar di dinding sel dan vakuola kemudian dilepaskan pada saat dibutuhkan oleh sel. Kalsium diambil oleh akar dari larutan tanah dan dikirim ke tajuk melalui xilem, melintasi akar baik melalui sitoplasma sel (plasmodesmata, simplas) atau melalui ruang antar sel (apoplas) (Tuteja dan Mahajan 2007).

Konsentrasi Ca rendah dalam buah-buahan tidak hanya disebabkan oleh pasokan atau serapan Ca yang rendah tetapi keterbatasan kemampuan tanaman untuk mendistribusikan Ca dalam floem. Menurut White (1998; 2000), sebagian besar nutrisi penting bergerak melalui simplas dari sel epidermis ke korteks dan kemudian ke stele. Pita kaspari pada endodermis adalah *barier* besar bagi gerakan apoplastik dan Ca harus masuk ke sitoplasma sel endodermis melalui saluran di plasmalemma.

Kalsium merupakan unsur hara makro yang berperan dalam menentukan kekakuan (*rigidity*) dinding sel, sesuai peran ion Ca sebagai penghubung antara rantai pektin pada dinding sel (Taiz dan Zeiger, 2010). Defensi Ca menyebabkan kerusakan dinding sel, kehilangan integritas membran, kebocoran zat terlarut, gangguan metabolisme sel sampai pada kematian sel tomat (Ho dan White 2005).

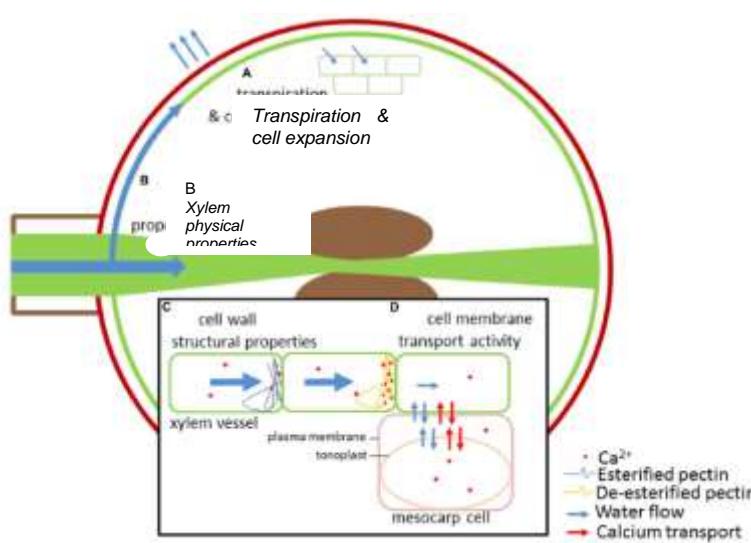
Kalsium terakumulasi pada organ yang melakukan transpirasi dan prosesnya dipengaruhi oleh berbagai kondisi lingkungan baik pada kanopi dan tingkat akar (Seligmann *et al.* 2009). McLaughlin dan Wimmer (1999) menyatakan bahwa Ca berperan secara struktural dan sebagai *second messenger*.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Meskipun penting dalam banyak proses tanaman, mobilitas Ca yang rendah menyebabkan penyerapan Ca dan proses distribusi membatasi banyak fungsi utama tanaman. Serapan dan distribusi Ca pada keseluruhan tanaman dipengaruhi oleh pergerakan air ke organ yang melakukan transpirasi dan penggunaan Ca sepanjang jalur translokasi. Translokasi Ca terjadi di apoplas dan pembuluh xilem, dimana laju transpirasi tergantung pada pertukaran ion Ca pada adsorpsi di dinding xilem.

Secara umum serapan Ca oleh buah hanya terjadi pada bagian awal pertumbuhan buah (Faust 1989). Montanaro *et al.* (2010) melaporkan bahwa 83% kandungan total Ca buah diperoleh dalam 4 minggu pertama setelah *fruitset* pada buah peach. Montanaro *et al.* (2014) menyatakan bahwa pada buah kiwi konsentrasi Ca yang tertinggi didapatkan pada tahap awal pertumbuhan buah (setelah *fruitset*), kemudian menurun dengan cepat bersamaan dengan awal pertumbuhan buah cepat. Penelitian pada buah manggis oleh Depari 2011 bahwa waktu aplikasi yang terbaik adalah saat antesis dan awal stadia 1 (28 hari setelah antesis). Kemudian selanjutnya Kurniadina *et al.* (2016a) melaporkan bahwa pemberian Ca saat antesis dan awal stadia 1 merupakan waktu yang paling tepat.

Menurut Hocking *et al.* (2016) beberapa komponen utama yang menentukan suplai dan distribusi Ca dalam buah (Gambar 9) yaitu Ca *immobile* dalam floem, faktor hidrolik berupa serapan dan kehilangan air buah yang ditimbulkan oleh ekspansi sel dan transpirasi sangat menentukan volume cairan xilem yang dipasok ke buah (A), Sifat fisik xilem, termasuk perkembangan pembuluh xilem, diameter pembuluh dan koneksi akan mempengaruhi aliran xilem ke berbagai jaringan buah (B), Sifat struktural dinding sel, baik pada pembuluh xilem dan mesokarp buah dan jaringan epidermis, dapat mempengaruhi laju aliran xilem dan pengikatan Ca pada kompartemen ini (C), pektin merupakan komponen utama dinding sel buah; de-esterifikasi pektin memungkinkan pembentukan ikatan silang Ca yang mempengaruhi aliran xilem dan distribusi Ca. Regulasi Ca sitosol terjadi melalui jaringan membran transporter pada plasma membran dan tonoplast, termasuk aquaporins, saluran Ca ATPase.



Gambar 9. Komponen utama yang menentukan suplai dan distribusi Ca dalam buah.

Sumber: Hocking *et al.* (2016).



## Interaksi Ca dan auksin selama perkembangan buah

Zat pengatur tumbuh (ZPT) adalah senyawa organik bukan nutrisi yang dalam konsentrasi rendah ( $< 1 \mu\text{M}$ ) dapat mendorong, menghambat atau secara kualitatif mengubah pertumbuhan dan perkembangan (Wattimena 1988).

Auksin merupakan kelas hormon tumbuhan yang pertama kali ditemukan, awalnya diketemukan pada urine manusia. Istilah auksin berasal dari bahasa Yunani *auxein* yang berarti tumbuh. Menurut Wattimena (1988) aktivitas auksin sintetik dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu kesanggupan senyawa tersebut untuk menembus lapisan kutikula atau epidermis yang berlilin, sifat translokasi dalam tanaman, pengubahan auksin menjadi senyawa yang tidak aktif di dalam tanaman (destruksi atau pengikatan), interaksi dengan hormon tumbuh lainnya, spesies tanaman, fase pertumbuhan, serta lingkungan (suhu, radiasi, dan kelembaban).

Isilah auksin digunakan pada sekelompok senyawa kimia yang memiliki fungsi utama mendorong pemanjangan kuncup yang sedang berkembang. Auksin dihasilkan secara alami oleh tumbuhan, misalnya IAA (indoleacetic acid), PAA (Phenylacetic acid), 4-chloroIAA (4-chloroindole acetic acid) dan IBA (indolebutyric acid) dan beberapa lainnya merupakan auksin sintetik, misalnya NAA (naphthalene acetic acid), 2,4 D (2,4 dichlorophenoxyacetic acid) dan MCPA (2-methyl-4-chlorophenoxyacetic acid) (Gardner *et al.* 1991).

Auksin terlibat dalam banyak proses fisiologi tanaman seperti menginduksi pemanjangan sel, fototropisme, gravitropisme, dominansi apikal, inisiasi akar, produksi etilen, perkembangan buah, ekspresi seks dan pengendalian gulma (Ateca 1996). Menurut Karin (2013) asam organik kecil ini mempengaruhi pembelahan sel, perpanjangan sel dan diferensiasi sel. Auksin memiliki peran penting dalam *fruits set* buah, pembelahan dan perkembangan sel. Perkembangan ini menggunakan Ca sebagai *second messenger* dan mempengaruhi pola distribusi Ca. Fruits set dan perkembangan awal dipicu oleh sintesis auksin di ovula selama penyerbuan, yang menginduksi sintesis GA (Kumar *et al.* 2014). Taiz dan Zeiger (2010) menyatakan auksin berperan penting dalam meningkatkan pembelahan sel dan terlibat dalam regulasi perkembangan buah. Pembelahan dan pembesaran sel menyebabkan buah mempunyai *sink strength* yang tinggi. Semakin tinggi *sink strength* maka semakin tinggi kemampuan buah untuk memobilisasi asimilat ke buah tersebut, dengan demikian buah akan tumbuh dan berkembang mencapai ukuran yang optimum.

Auksin juga terlibat dalam penyerapan dan distribusi Ca dalam buah. Berkurangnya serapan Ca mengakibatkan terjadinya modifikasi aktivitas pengangkutan seluler atau terganggunya ekspansi sel (mengganggu perkembangan xilem). Kalsium juga terlibat dalam transportasi basipetal auksin. Pada buah kiwi, induksi cahaya meningkatkan asam hidroksikinamat yang menurunkan degradasi auksin, mengakibatkan peningkatan serapan Ca (Montanaro *et al.* 2007).

Senyawa tertentu yang yang disintesis oleh ahli kimia juga mampu menimbulkan banyak respon fisiologis seperti yang ditimbulkan oleh IAA adalah asam o-nftalenasetat (NAA). NAA diproduksi secara sintetik dan mudah didapatkan, memiliki sifat kimia lebih stabil dibanding IAA dan tidak mudah teroksidasi oleh enzim. NAA memiliki bobot molekul 186.21 dengan rumus molekul  $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{O}_2$ .

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Greenberg (2011) dalam penelitiannya menemukan bahwa aplikasi NAA pada buah jeruk mandarin Nova meningkatkan ukuran buah, sedangkan Agusti *et al.* (2002) menemukan bahwa NAA dapat meningkatkan kekuatan *sink*. Hasil penelitian Amiri *et al.* (2012) menunjukkan bahwa perlakuan 400 mg NAA perliter secara signifikan meningkatkan ukuran buah jeruk satsuma mandarin.

Buah memiliki laju transpirasi dan transportasi xilem yang rendah bila dibandingkan dengan bagian tanaman lainnya sehingga membatasi pengiriman Ca buah. Hal ini menyebabkan kekurangan Ca sering terjadi pada buah, mempengaruhi perkembangan buah dan mengurangi kualitas tanaman (Hocking *et al.* 2016).

Kekurangan Ca terjadi karena mobilisasi Ca yang tidak mencukupi atau suplai Ca berkurang melalui xilem. Hal ini seringkali disebabkan oleh rendahnya laju transpirasi (White dan Broadley 2003).

Serapan Ca pada buah kiwi berkorelasi dengan transpirasi diamati selama 60 hari pertama setelah *fruitset*. Setelah periode tersebut, transpirasi buah menurun dan rasio Ca/K menurun pada pertumbuhan cepat buah, sementara konsentrasi Ca meningkat terus-menerus dalam daun. Perilaku ini menegaskan bahwa gerakan ion Ca antara daun dan buah melalui floem terbatas (Xiloyannis *et al.* 2001). Menurut Qiang dan Ling (2005), transpor Ca melalui jalur apoplas terutama bergantung pada transpirasi dan transpor melalui jalur simplas bergantung pada Ca<sup>2+</sup> ATPase. Montanaro *et al.* (2010) menyatakan transpirasi buah menyumbang 55% dari total Ca yang memasuki buah. Transpirasi tinggi lebih efektif meningkatkan konsentrasi Ca daripada peningkatan Ca dalam tanah.



### 3 PENGARUH POSISI BUAH PADA KANOPI POHON TERHADAP KEJADIAN GETAH KUNING BUAH MANGGIS *(Garcinia mangostana L)*

#### Abstrak

Getah kuning adalah getah yang dihasilkan secara alami pada setiap organ manggis, kecuali pada akar. Arsitektur pohon manggis yang rimbun serta percabangan simetri dengan kanopi yang sangat rapat diduga mempengaruhi iklim mikro pada bagian-bagian kanopi tanaman sehingga menyebabkan perbedaan laju serapan Ca menuju ke buah. Percobaan 1A bertujuan untuk mengetahui pengaruh posisi buah pada sektor tanaman terhadap cemaran getah kuning. Kanopi pohon dibagi menjadi 6 sektor berdasarkan perbedaan paparan terhadap cahaya matahari sebagai perlakuan. Kanopi tanaman dibagi atas 6 sektor yaitu sektor satu (bagian bawah dalam), sektor dua (bagian bawah luar), sektor tiga (bagian tengah dalam), sektor empat (bagian tengah luar), sektor lima (bagian atas dalam) dan sektor enam (bagian atas luar) dengan cara membagi cabang primer menjadi tiga bagian yaitu bawah tengah atas dan cabang sekunder menjadi dua bagian yaitu luar dan dalam. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa persentase buah yang tercemar getah kuning pada kulit tidak berbeda antar sektor, tetapi persentase buah yang tercemar getah kuning pada aril cenderung lebih rendah pada sektor atas dalam (sektor 5). Pada peubah skor aril, sektor 5 memiliki cemaran getah kuning yang nyata lebih rendah dibandingkan dengan sektor tengah dalam (sektor 3). Percobaan bagian B bertujuan untuk mengetahui pengaruh posisi buah dalam kanopi pohon dan aplikasi Ca terhadap cemaran getah kuning buah dengan aplikasi Ca. Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKL) dengan perlakuan 0 kg Ca/pohon/tahun dan 4.8 kg Ca/pohon/tahun. Pengamatan dilakukan pada posisi ternaung (sektor 1, 2, dan 3) dan terpapar (sektor 4, 5, dan 6). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi Ca pada tanah dan posisi buah pada kanopi pohon dapat mempengaruhi kandungan Ca pada perikarp buah manggis sehingga penting untuk mengaplikasikan Ca pada tanah dan mengupayakan agar buah dalam kanopi pohon mendapatkan intensitas cahaya yang cukup agar kejadian getah kuning manggis dapat diturunkan. Posisi buah yang terpapar cahaya pada pohon dengan aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun pada saat fase bunga mekar meningkatkan kandungan Ca pektat pada perikarp buah dan menurunkan cemaran getah kuning pada juring, aril dan kulit buah manggis.

Kata kunci: Ca pektat, sektor, ternaung, terpapar, transpirasi

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

### 3 EFFECT OF FRUIT POSITION ON TREE CANOPY TO THE YELLOW SAP CONTAMINATION INCIDENT IN MANGOSTEEN

#### Abstract

Yellow sap is naturally produced in each organ of mangosteen, except root. In mangosteen fruit, it will contaminate both the aryl and the rind due to Ca deficiency in the epithelial cell wall. The leafy architecture, symmetrical branching and very tight canopy of mangosteen tree allegedly affect the micro climate of mangosteen canopy parts. Therefore, the absorption rate of calcium into the fruit is different in each canopy parts because of the differences in transpiration flow. The part A experiment was aimed to evaluate the effects of fruit position in mangosteen tree to yellow sap incident. The canopy was divided into 6 sectors as follows: sector 1 (inner bottom), sector 2 (outer bottom), sector 3 (inner middle), sector 4 (outer middle), sector 5 (inner top), and sector 6 (outer top). The division of canopy sector was done by dividing the primary branch into three sectors (upper, middle and lower) and secondary branch into two sectors (inner and outer). The result showed that the percentage of yellow sap incident in rind was not significantly different among sectors, however the percentage of yellow sap incident in aryl was tended to lower in sector 5. On the other hand, sector 5 had lower yellow sap score than sector 3 significantly. The part B experiment was aimed to evaluate the effects of Ca on yellow sap contamination based on the position of the fruit in the canopy (tree). A set of randomized complete block design was applied on 2 treatments i.e. 0 kg Ca/tree/year and 4.8 kg Ca/tree/year. The observation was made on the position of the fruit i.e. shaded or well-exposed to light. The shaded fruit position consisted of sector 1, 2, and 3, meanwhile, sector 4, 5, and 6 were well-exposed to light. The results revealed that Ca treatment and fruit position affect the pericarp calcium content, so that in order to reduce the yellow sap incident, it's necessary to apply Ca fertilizer and ensure the light intensity in fruit is sufficient. The well-exposed position of the fruit, in the 4.8 kg Ca/tree treatment during anthesis, had increased the Ca-pectate content of the pericarp which, in turn, resulted in a decrease in yellow sap contamination in segment, aryl, and rind of the mangosteen fruit.

Keywords: Ca pectate, sector, shaded, transpiration, well-exposed

#### Latar Belakang

Getah kuning yang mencemari aril dan buah manggis disebabkan oleh adanya tekanan pada sel epitel penyusun saluran getah kuning. Berdasarkan hasil penelitian Dorly (2009); Depari (2011); Purnama *et al.* (2013) diketahui bahwa

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
© Hak Cipta Institut Pertanian Bogor
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

pecahnya saluran getah kuning berkaitan dengan unsur hara Ca. Aplikasi Ca untuk menambah unsur hara Ca pada tanah telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Berbagai metode yang dilakukan terbukti efektif untuk meningkatkan kandungan Ca pada perikarp buah. Aplikasi 3.2 kg Ca dolomit/pohon/tahun + 2.8 g B/pohon/tahun dapat menurunkan cemaran getah kuning pada aril buah manggis sebesar 46 % dan pada kulit 49 % pada aril (Kurniadina *et al.* 2016b).

Kalsium merupakan unsur yang *immobile*, tidak dapat diretranslokasi dari jaringan tanaman sehingga daun muda dan buah yang sedang berkembang secara penuh bergantung pada pengiriman Ca dalam aliran transpirasi melalui xilem. Bagian buah tidak melakukan transpirasi sebesar daun oleh sebab itu sebagian besar Ca di translokasikan ke daun yang merupakan bagian tanaman yang aktif melakukan transpirasi.

Berapa penelitian telah membuktikan bahwa transpirasi berperan besar dalam meningkatkan serapan Ca ke buah. Montanaro *et al.* (2010) melaporkan bahwa transpirasi buah menyumbang 55% Ca yang memasuki buah kiwi sedangkan Seligmann *et al.* 2009 menyatakan bahwa Ca terakumulasi pada daun tomat dan prosesnya dipengaruhi oleh berbagai kondisi lingkungan baik pada kanopi dan pada akar.

Setawan (2005) menyatakan bahwa pada tanaman manggis, intensitas cahaya pada posisi luar kanopi lebih tinggi daripada bagian dalam kanopi. Kualitas fisik buah berbeda antar sektor. Struktur kanopi pohon yang rapat menyebalkan bagian dalam dan bawah kanopi terlindungi oleh cabang diatasnya oleh sebab itu rata-rata buah yang dihasilkan memiliki kualitas fisik yang rendah. Posisi buah dalam kanopi pohon telah diketahui berpengaruh terhadap produktivitas dan kualitas fisik buah manggis. Perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh posisi buah terhadap kejadian getah kuning manggis.

Pohon manggis berdaun rapat (rimbun), percabangan simetri dengan kanopi yang sangat rapat sehingga bagian yang terlindungi memperoleh intensitas cahaya dan suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan bagian yang terpapar cahaya. Arsitektur demikian mempengaruhi iklim mikro pada bagian-bagian kanopi tanaman sehingga menyebabkan perbedaan laju transpirasi yang kemudian diduga menyebabkan perbedaan laju serapan Ca menuju ke buah.

Penelitian ini terbagi atas 2 percobaan yang dilakukan di dua tempat yang berbeda yaitu di Kampung Cengal Kabupaten Bogor dan Desa Tandolala Kabupaten Poso. Kedua tempat penelitian merupakan sentra manggis yang memiliki karakteristik tanah yang sama yaitu memiliki pH dan kandungan Ca pada tanah yang rendah. Percobaan yang dilakukan di Kampung Cengal Kabupaten Bogor tanpa aplikasi Ca sedangkan percobaan yang dilakukan di Desa Tandolala Kabupaten Poso diberikan perlakuan dosis Ca 0 dan 4.8 kg Ca/pohon/tahun atau setara dengan 16 kg dolomit/pohon/tahun.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh posisi buah dalam kanopi pohon terhadap kejadian getah kuning buah manggis (*Garcinia mangostana* L) dan untuk mengetahui pengaruh aplikasi Ca dan posisi buah dalam kanopi pohon dengan kejadian getah kuning manggis

### 3A PENGARUH POSISI BUAH PADA KANOPI TANPA APLIKASI KALSIUM TERHADAP KEJADIAN GETAH KUNING BUAH MANGGIS

#### Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan Kampung Cengal Kecamatan Leuwiliang Kabupaten Bogor pada bulan Oktober 2013 hingga Maret 2014. Lokasi penelitian terletak pada ketinggian 390 meter di atas permukaan laut (mdpl) dengan topografi bergelombang dan kemiringan 6-30 %, jenis tanah podsolik dengan tekstur liat yang tinggi dan pH berkisar antara 4.30-5.50. Analisis cemaran getah kuning dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen Agronomi dan Hortikultura Institut Pertanian Bogor (IPB).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah manggis yang berasal dari 8 pohon berumur lebih dari 20 tahun yang berada pada fase pembungaan dengan antara jarak tanam 4 m x 3 m kanopi yang relatif seragam.

#### Rancangan Percobaan

Percobaan dilaksanakan dengan menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKLT) dengan menggunakan 8 tanaman sebagai ulangan. Perlakuan yang dicobakan adalah pembagian sektor tanaman menjadi 6 sektor. Model linier yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

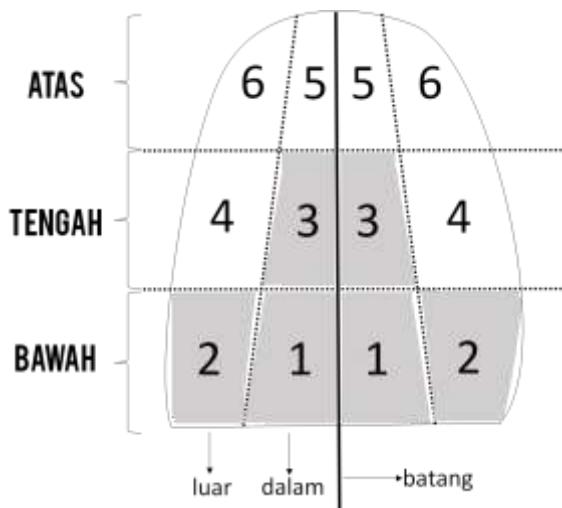
- $Y_{ij}$  = Nilai tengah pengamatan dari kelompok ke-j yang memperoleh perlakuan ke-i  
 $\mu$  = rataan umum  
 $\alpha_i$  = pengaruh faktor sektor percabangan ke-i  
 $\beta_j$  = pengaruh kelompok ke-j  
 $\epsilon_{ij}$  = pengaruh galat kelompok ke-j yang memperoleh perlakuan ke-i

#### Prosedur Percobaan

Kanopi tanaman dibagi atas 6 sektor yaitu sektor satu (bagian bawah dalam), sektor dua (bagian bawah luar), sektor tiga (bagian tengah dalam), sektor empat (bagian tengah luar), sektor lima (bagian atas dalam) dan sektor enam (bagian atas luar) dengan cara membagi cabang primer menjadi tiga bagian yaitu bawah tengah atas dan cabang sekunder menjadi dua bagian yaitu luar dan dalam. Pembagian sektor pohon berdasarkan modifikasi Setiawan *et al.* (2012) seperti pada Gambar 10.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
Hak Cipta Milik IPB (Institut Pertanian Bogor)
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 10.

Pembagian sektor pada pohon manggis berdasarkan modifikasi sektor percabangan.

Sumber: Setiawan *et al.* (2012)

### Pengamatan

Buah dianggap tercemar meskipun getah kuning yang mengotori aril atau kulit hanya sedikit. Skor cemaran getah kuning menunjukkan tingkat keparahan getah kuning yang mencemari buah, diperangkatkan dari 1 (baik sekali) sampai 5 (buruk sekali).

- a. Skor buah bergetah kuning pada aril mengacu pada Kurniadinata *et al.* (2012) seperti pada Tabel 1 sedangkan gambar skor cemaran dapat dilihat pada Gambar 11.

Tabel 1. Skor cemaran getah kuning pada aril

Skor	Keterangan
1	Baik sekali, aril putih bersih, tidak terdapat getah kuning baik di antara aril dengan kulit maupun di pembuluh buah
2	Baik, aril putih, terdapat 1–2 noda (bercak kecil) getah kuning pada satu ujung aril, namun tidak memberikan rasa pahit
3	Cukup baik, terdapat beberapa noda (bercak) getah kuning di salah satu ujung juring atau di antara juring dan mengotori aril
4	Buruk, terdapat noda/gumpalan getah kuning baik di ujung juring, di antara juring atau di pembuluh buah yang menyebabkan rasa buah menjadi pahit
5	Buruk sekali, terdapat noda/gumpalan besar baik di juring, di antara juring atau di pembuluh buah yang menyebabkan rasa buah menjadi pahit, warna aril menjadi bening

Keterangan: Nilai 1 (terbaik/tanpa cemaran) hingga nilai 5 (terburuk/memiliki skor cemaran tertinggi).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 11. Skor buah yang tercemar getah kuning pada aril

- b. Skor buah bergetah kuning pada kulit mengacu pada Kurniadinata *et al.* (2016b) seperti pada Tabel 2 sedangkan skor cemaran dapat dilihat pada Gambar 12.

Tabel 2. Skor cemaran getah kuning pada kulit

Skor	Keterangan
1	Baik sekali, kulit mulus tanpa terlihat getah kuning
2	Baik, kulit mulus dengan 1–5 gumpalan kecil getah kuning yang mengering tanpa memengaruhi warna buah
3	Cukup baik, kulit mulus dengan 6–10 tetes kecil getah kuning yang mengering dan tidak mempengaruhi warna buah
4	Buruk, kulit kotor karena gumpalan sedang/ besar getah kuning, terdapat 1–2 bekas aliran yang menguning
5	Buruk sekali, kulit kotor karena terdapat lebih dari satu gumpalan besar getah kuning, terdapat banyak jalur-jalur berwarna kuning di permukaan buah, dan warna buah menjadi kusam

Keterangan: Nilai 1 (terbaik/tanpa cemaran) hingga nilai 5 (terburuk/memiliki skor cemaran tertinggi).



Gambar 12. Skor buah yang tercemar getah kuning pada kulit

- c. Persentase buah tercemar getah kuning pada aril

**Persentase buah tercemar getah kuning pada aril**

$$= \frac{\text{jumlah buah yang arilnya bergetah kuning}}{\text{jumlah buah sampel}} \times 100\%$$

- d. Persentase buah tercemar getah kuning pada kulit

**Persentase buah tercemar getah kuning pada kulit**

$$= \frac{\text{jumlah buah yang kulitnya bergetah kuning}}{\text{jumlah buah sampel}} \times 100\%$$

## Analisis Data

Data persentase buah yang tercemar getah kuning dianalisis dengan menggunakan analisis ragam kemudian dilakukan pengujian lanjut dengan menggunakan *Duncan multiple range test* (DMRT) pada taraf 10%, 5% dan 1%. Variabel skor buah yang aril dan kulitnya tercemar getah kuning diuji dengan uji *Kruskal wallis* dan uji dunn. Perangkat lunak untuk analisis sidik ragam adalah *Statistical Analysis System* (SAS) 9.4, sedangkan untuk *Kruskal wallis* menggunakan *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS statistic 17.0).



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

## Hasil dan Pembahasan

Persentase dan skor buah yang tercemar getah kuning baik pada aril maupun pada kulit disajikan pada Tabel 3. Perlakuan pembagian sektor pada tajuk tanaman tidak berpengaruh nyata terhadap persentase buah yang kulitnya tercemar getah kuning, tetapi cenderung nyata pada peubah persentase aril buah yang tercemar getah kuning. Pada peubah skor aril, sektor 5 memiliki cemaran getah kuning yang nyata lebih rendah dibandingkan dengan sektor tengah dalam (sektor 3).

Tabel 3. Persentase dan skor buah yang aril dan kulitnya tercemar getah kuning 6 MSA di Kampung Cengal Kabupaten Bogor pada berbagai sektor tanpopi

Perlakuan	Persentase buah tercemar getah kuning (%)		Skor buah tercemar getah kuning*	
	Aril**	Kulit	Aril	Kulit
Sektor 1	50.0	100.0	1.78 ab	3.46
Sektor 2	42.5	83.0	1.74 a	3.19
Sektor 3	77.5	90.5	2.16 a	3.36
Sektor 4	50.0	100.0	1.73 ab	3.73
Sektor 5	37.5	85.7	1.33 b	3.03
Sektor 6	52.5	92.8	1.75 ab	3.38

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji DMRT 5%. \*Skor 1: Baik sekali; skor 2: Baik;skor 3: Cukup baik; skor 4: Buruk; skor 5: Buruk sekali. Sektor 1: (sektor bawah dalam), sektor 2 (bawah luar), sektor 3 (tengah dalam), sektor 4 (tengah luar), sektor 5 (atas dalam) dan sektor 6 (atas luar). \*\* nyata pada taraf uji 10%

Perobaan ini merupakan percobaan pendahuluan untuk mengetahui tingkat cemaran getah kuning pada setiap sektor percabangan dengan membagi percabangan menjadi 6 sektor berdasarkan modifikasi Setiawan *et al.* (2012) yang membagi tajuk percabangan kedalam 9 sektor.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

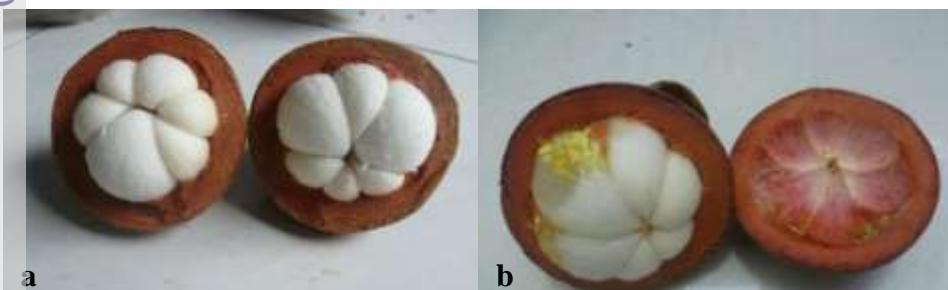
Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembagian sektor tidak berpengaruh terhadap persentase buah yang tercemar getah kuning pada kulit. Persentase buah pada tiap sektor sangat tinggi mencapai 100% pada sektor 1 (bawah dalam) dan sektor 4 (tengah luar). Pada aril, persentase cemaran getah kuning cenderung lebih rendah pada sektor 5 (atas dalam) sebesar 37.5% dibanding dengan cemaran pada sektor 3 (tengah dalam) sebesar 77.5%. Tingginya persentase cemaran getah kuning baik pada kulit maupun aril pada penelitian ini diduga karena rendahnya pH dan kandungan Ca dalam tanah pada lokasi penelitian. Tanaman yang tidak mendapat suplai Ca yang cukup sangat berisiko mengalami kerusakan pada tingkat sel, sehingga perlu penambahan Ca pada tanah-tanah dengan kandungan Ca yang rendah. Martias *et al.* (2012) melaporkan bahwa cemaran getah kuning secara langsung dikendalikan oleh ketersediaan Ca dalam tanah. Amor *et al.* (2006) menyatakan bahwa kandungan Ca tanaman berkurang secara signifikan oleh suplai Ca yang rendah.

Hal lain yang diduga menjadi penyebab tingginya cemaran getah kuning adalah jarak tanam yang sangat rapat. Jarak tanam berkisar 4 x 3 sampai 5 x 5 dengan kondisi pohon yang memiliki tajuk yang lebar sehingga saling menaungi diduga menyebabkan tingginya cemaran getah kuning pada lokasi penelitian. Jarak tanam yang sangat rapat menyulitkan masuknya cahaya ke kanopi bagian dalam. Rendahnya intensitas cahaya juga akan berpengaruh ke tingginya kelembapan udara. Kelembapan udara yang tinggi berpengaruh ke laju transpirasi, semakin tinggi kelembapan udara semakin rendah laju transpirasi.

Gambar 13 memperlihatkan buah yang tercemar getah kuning pada aril. Skor buah pada sektor 5 nyata lebih rendah dibandingkan dengan sektor 3 dengan rata-rata skor masing-masing 1.33 dan 2.16. Menurut Setiawan (2005) mutu buah di Leuwiliang masih sangat rendah. Mutu buah super yang dihasilkan hanya sekitar 5.3%. Hasil penelitian Kurniadina *et al.* (2016b) di Leuwiliang menunjukkan persentase buah yang bergetah kuning pada kulit dan aril masing-masing adalah 86% dan 62.66%.



Gambar 13. Buah yang tercemar getah kuning aril pada sektor 5 (a), dan sektor 3b

Posisi buah pada sektor 3 memiliki persentase cemaran getah kuning aril yang cenderung lebih tinggi dan skor buah yang nyata lebih tinggi dibanding dengan sektor 5. Posisi buah pada sektor 3 merupakan posisi tengah dalam, yang diduga mendapatkan intensitas cahaya yang rendah serta kelembapan yang tinggi. Posisi ini mempengaruhi serapan Ca ke bagian buah. Sebagaimana yang telah dikemukakan oleh banyak teori bahwa translokasi Ca dipengaruhi oleh aliran



transpirasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi transpirasi harus dimaksimalkan untuk mendukung proses ini berjalan dengan baik. Posisi buah pada sektor 3 diduga tidak memungkinkan untuk melakukan transpirasi yang lebih besar karena tidak didukung oleh faktor-faktor pendukung seperti intensitas cahaya, kelembapan dan suhu.

Ketersediaan Ca serta proses transpirasi pada tanaman memegang peranan penting dalam translokasi Ca ke buah. Oleh sebab itu penelitian tentang aplikasi Ca dan pengamatan pada posisi buah dalam tajuk dilakukan pada percobaan berikutnya.

## Simpulan

Posisi buah pada kanopi pohon tidak berpengaruh terhadap persentase cemaran getah kuning pada kulit, tetapi cenderung nyata pada persentase getah kuning pada aril. Skor buah bergetah kuning pada aril nyata lebih rendah pada sektor 5 (atas dalam) dibandingkan dengan sektor 3 (tengah dalam).

### 3B APLIKASI KALSIUM UNTUK MENURUNKAN CEMARAN GETAH KUNING PADA BERBAGAI POSISI BUAH MANGGIS

#### Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Desa Tandolala Kabupaten Poso Sulawesi Tengah pada bulan Oktober 2015 hingga April 2016. Desa Tandolala berada pada ketinggian 508 mdpl dengan pH tanah 4.8, dan curah hujan rata-rata 194 mm/bulan. Kesuburan tanah di lokasi penelitian sangat rendah, belum ada teknologi budidaya yang dilakukan untuk budidaya manggis di tempat ini. Hasil analisis tanah di Desa Tandolala dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan hara awal pada tanah areal kebun manggis Desa Tandolala Kabupaten Poso

Sifat Tanah	Hasil Analisis*
pH <sub>2</sub> O	4.88
N total (%)	0.11
P (ppm)	4.76
K cmol(+)/kg	0.20
Na cmol(+)/kg	0.14
KT cmol(+)/kg	8.86
Al cmol(+)/kg	3.31
H cmol(+)/kg	0.60
Fe (ppm)	128.55
Cu (ppm)	1.54
Zn (ppm)	2.77
Mn (ppm)	151.12
Pash (%)	44.75
Debu (%)	30.31
Liat (%)	24.75
Ca total (cmol(+)/kg)	0.60
Ca tersedia (ppm)	717.15

\*) Analisis dilakukan di Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, IPB)

Pengamatan cemaran getah kuning dilakukan di Laboratorium Ilmu Alamiah Dasar Universitas Sintuwu Maroso Poso. Analisis kandungan Ca total dan Ca pektat perikarp dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah IPB.

Bahan tanaman yang digunakan adalah buah manggis yang berasal dari 10 pohon yang berada pada fase pembungaan dengan umur kurang lebih 40 tahun dengan jarak tanam sekitar 4 m x 4 m sampai 6 m x 6 m, tinggi kurang lebih 16 meter dengan diameter kanopi 4 m. Dolomit ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) (32% Ca) digunakan

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
© Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

sebagai sumber Ca. Alat yang digunakan terdiri atas erlenmeyer, kertas *whatman*, *centrifuge*, dan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) untuk mengukur persentase kandungan Ca pada perikarp buah.

Tajuk tanaman dibagi menjadi 6 sektor yaitu sektor satu (bagian bawah dalam), sektor dua (bagian bawah luar), sektor tiga (bagian tengah dalam), sektor empat (bagian tengah luar), sektor lima (bagian atas dalam) dan sektor enam (bagian atas luar) dengan cara membagi cabang primer menjadi tiga bagian yaitu bawah tengah atas dan cabang sekunder menjadi dua bagian yaitu luar dan dalam seperti pada Bab 3A. Pengamatan dilakukan pada posisi buah yang ternaung dan terpapar cahaya. Posisi buah ternaung berada pada sektor 1, 2 dan 3 dan posisi buah terpapar berada pada sektor 4, 5 dan 6. Pengelompokan berdasarkan tingginya intensitas cahaya selama penelitian seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Intensitas cahaya, suhu, kelembaban dan laju transpirasi pada posisi buah ternaung dan terpapar cahaya

Posisi buah	Intensitas cahaya (lux)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Transpirasi (Hpa/s)
Ternaung	481.06	26.47	70.99	0.03
Terpapar	1 229.74	29.01	70.92	0.06

Keterangan: Data primer setelah diolah

### Rancangan Percobaan

Percobaan dilaksanakan dengan menggunakan RKLT dengan 5 ulangan, terdiri atas perlakuan dosis pupuk 0 kg Ca/pohon/tahun dan 4.8 kg Ca/pohon/tahun (setara dengan 16 kg dolomit/pohon/tahun)

Model linier yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

$Y_{ij}$  = Nilai tengah pengamatan dari kelompok ke-j yang memperoleh perlakuan ke-i

$\mu$  = rataan umum

$\alpha_i$  = pengaruh faktor posisi buah ke-i

$\beta_j$  = pengaruh kelompok ke-j

$\epsilon_{ij}$  = pengaruh galat kelompok ke-j yang memperoleh perlakuan ke-i

### Prosedur Percobaan

#### 1. Aplikasi Ca pada Pohon Manggis

Aplikasi Ca dilakukan pada saat antesis (Gambar 14), yaitu pada akhir bulan Oktober 2015. Pemberian Ca pada daerah perakaran manggis dengan cara ditaburkan dalam larikan yang dibuat pada sekeliling pohon manggis di bawah tajuk dan kemudian ditutup dengan tanah. Setelah itu dilakukan penyiraman.

Dosis Ca yang digunakan adalah 0 dan 4.8 kg Ca/pohon/tahun. Dosis 4.8 kg Ca/pohon/tahun merupakan dosis terbaik berdasarkan hasil penelitian Tanari dan Tinggogoy (2014).



Gambar 14. Bunga manggis saat antesis

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.
3. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
© Hak cipta milik Institut Pertanian Bogor
4. Pembagian sektor percabangan pada pohon manggi  
Pembagian tanaman dibagi atas 6 sektor yaitu sektor satu (bagian bawah dalam), sektor dua (bagian bawah luar), sektor tiga (bagian tengah dalam), sektor empat (bagian tengah luar), sektor lima (bagian atas dalam) dan sektor enam (bagian atas luar) dengan cara membagi cabang primer menjadi tiga bagian yaitu bawah tengah atas dan cabang sekunder menjadi dua bagian yaitu luar dan dalam. Pembagian sektor pohon berdasarkan modifikasi Setiawan *et al.* (2012) seperti pada Gambar 10.
5. Pengukuran suhu dan intensitas cahaya  
Pengukuran dilakukan pada masing-masing sektor percabangan. Pengukuran suhu dan intensitas cahaya dilakukan pada pagi (pukul 06.00), siang (pukul 12.00) dan sore (pukul 17.00). Pengukuran intensitas cahaya, suhu kelembapan dan laju transpirasi dilakukan pada pagi siang dan sore hari selama 7 hari pada minggu ke empat, kedelapan dan kedua belas. Pengukuran intensitas cahaya, suhu dan kelembapan dilakukan pada setiap sektor sedangkan pengukuran laju transpirasi dilakukan pada posisi yang terpapar (sektor 1) dan posisi terpapar (sektor 4).
6. Pemanenan  
Panen dilakukan pada 16 minggu setelah antesis (MSA). Jumlah buah yang digunakan adalah 12 buah per sektor atau 72 buah/pohon. Total buah yang digunakan adalah 720 buah.

## Pengamatan

Pengamatan hara awal dilakukan sebelum aplikasi Ca. Pengamatan terhadap cemaran getah kuning buah dilakukan setelah buah dipanen. Pengamatan terhadap persentase buah yang aril dan kulitnya tercemar getah kuning dilakukan untuk mengetahui persentase cemaran pada buah yang diamati. Buah dianggap tercemar meskipun getah kuning yang mengotori aril atau kulit hanya sedikit. Skor cemaran getah kuning menunjukkan tingkat keparahan getah kuning yang mencemari buah, diperangkatkan dari 1 (baik sekali) sampai 5 (buruk sekali).

- Skor buah bergetah kuning pada aril mengacu pada Kurniadinata *et al.* (2016b) seperti pada Tabel 1 sedangkan gambar skor cemaran dapat dilihat pada Gambar 11.
- Skor buah bergetah kuning pada kulit mengacu pada Kurniadinata *et al.* (2016b) seperti pada Tabel 2 sedangkan skor cemaran dapat dilihat pada Gambar 12.
- Persentase buah tercemar getah kuning pada aril

**Persentase buah tercemar getah kuning pada aril**

$$= \frac{\text{jumlah buah yang arilnya bergetah kuning}}{\text{jumlah buah sampel}} \times 100\%$$

- Persentase buah tercemar getah kuning pada kulit

**Persentase buah tercemar getah kuning pada kulit**

$$= \frac{\text{jumlah buah yang kulitnya bergetah kuning}}{\text{jumlah buah sampel}} \times 100\%$$

- Jumlah juring bergetah kuning

Pengamatan dilakukan pada saat panen. Juring yang tercemar ditunjukkan dengan terdapatnya noda getah kuning pada juring tersebut.

- Kandungan Ca total perikarp

Perikarp (kulit buah) dipisahkan aril dan biji, kemudian dioven pada suhu 60°C selama 3 hari. Sampel dihancurkan dengan menggunakan blender lalu disaring dengan saringan berukuran 40 mesh. Sampel sebanyak 0.5 g dicampur dengan 5 mL HNO<sub>3</sub>ClO<sub>4</sub> 2:1 dan biarkan selama semalam. Sampel yang telah ditambahkan larutan ekstrak tersebut lalu dipanaskan dalam *digestion* blok dengan suhu 100°C selama satu jam, kemudian suhu ditingkatkan menjadi 150°C. Setelah uap kuning habis, suhu *digestion* blok ditingkatkan menjadi 265°C. Destruksi selesai setelah keluar asap putih dan sisa ekstrak kurang lebih 0.5 mL. Langkah selanjutnya adalah homogenisasi. Homogenisasi dilakukan dengan mengencerkan ekstrak dengan aquades sedikit demi sedikit kemudian disaring ke dalam labu ukur 100 mL dan dihimpitkan dengan aquades hingga volume tepat 100 mL. Langkah selanjutnya adalah menganalisis Ca total dengan AAS (Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, IPB).

- Kandungan Ca pektat perikarp

Perikarp (kulit buah) dipisahkan aril dan biji, kemudian dioven pada suhu 60°C selama 3 hari. Sampel dihancurkan lalu disaring dengan saringan berukuran 40 mesh. Sampel ditambahkan air destilasi, kemudian dikocok selama 1 jam dan disentrifugasi pada kecepatan 3 000 rpm selama 15 menit. Supernatan disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman no 42 untuk memisahkan filtrat dan pellet. Endapan suspensi ditambah dengan 1 mol/l larutan NaCl, dikocok selama 2 jam kemudian disentrifugasi kemudian menganalisis Ca pektat dengan AAS (Setyaningrum *et al.* 2011)

## Analisis Data

Data persentase buah yang tercemar getah kuning dianalisis dengan menggunakan analisis ragam kemudian dilakukan pengujian lanjut dengan menggunakan *Duncan multiple range test* (DMRT) pada taraf 5% dan 1%. Variabel skor buah yang aril dan kulitnya tercemar getah kuning diuji dengan uji *Kruskal wallis* dan uji dunn. Perangkat lunak untuk analisis sidik ragam adalah *Statistical Analysis System* (SAS) 9.4, sedangkan untuk *Kruskal wallis* menggunakan *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS statiscic 17.0).



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)**

## Hasil dan Pembahasan

Aplikasi Ca memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan cemaran getah kuning manggis. Posisi buah yang terpapar cahaya pada pohon dengan aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun merupakan perlakuan terbaik pada peubah persentase jumlah juring yang tercemar getah kuning. Persentase buah yang tercemar getah kuning pada aril terbaik pada buah yang terpapar cahaya, baik pada perlakuan 0 kg Ca/pohon/tahun maupun 4.8 kg Ca/pohon/tahun.

Persentase kulit tercemar getah kuning tidak berbeda pada kondisi terpapar maupun ternaung pada aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun. Persentase kulit bergetah kuning tergolong sangat tinggi pada perlakuan 0 kg Ca /pohon/tahun, mencapai 79.9% pada posisi ternaung dan 73.9% pada posisi terpapar. Sedangkan pada aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun, cemaran getah kuning masih tetap tinggi mencapai 61.3 pada posisi ternaung dan 53.3 pada posisi terpapar. Walaupun tergolong sangat tinggi, tetapi terjadi penurunan sebesar 33% pada aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun dibandingkan dengan tanpa aplikasi Ca pada posisi ternaung (Tabel 6). Menurut Martias (2012) cemaran getah kuning yang lebih besar dari 50% termasuk dalam kategori sangat tinggi, sedangkan getah kuning dengan persentase 21-30% termasuk kategori sedang.

Tabel 6. Persentase buah yang juring, aril dan kulitnya tercemar getah kuning pada 16 MSA di Desa Tandolala Kabupaten Poso pada perlakuan aplikasi Ca

Perlakuan	Persentase buah tercemar getah kuning (%)		
	Juring	Aril	Kulit
0 kg Ca/pohon/tahun			
Ternaung <sup>1</sup>	21.3a	45.7a	79.9a
Terpapar <sup>2</sup>	13.6a	23.9b	73.9ab
4.8 kg Ca/pohon/tahun			
Ternaung <sup>1</sup>	15.0a	34.9a	61.3bc
Terpapar <sup>2</sup>	4.0b	14.2b	53.5c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%. <sup>1)</sup>Ternaung (sektor 1, 2 dan 3) dengan intensitas cahaya 481 lux, <sup>2)</sup>Terpapar (sektor 4, 5 dan 6) dengan intensitas cahaya 1 229 lux.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Berdasarkan data curah hujan di lokasi penelitian, curah hujan pada saat aplikasi Ca (antesis) sebesar 271.9 mm/bulan, curah hujan yang tinggi memungkinkan dolomit yang diaplikasikan sebagai sumber Ca dapat terlarut dengan baik. Kemudian pada tahap perkembangan buah berikutnya curah hujan rendah yang diduga mendukung penyerapan Ca dari akar sampai kepada bagian tajuk. Curah hujan yang rendah menyebabkan tingginya suhu dan rendahnya kelembaban udara. Kondisi demikian memungkinkan translokasi Ca berjalan dengan baik yang berpengaruh pada serapan Ca. Menurut Montanaro *et al.* (2012) hal-hal yang mendukung serapan Ca adalah suhu intensitas cahaya dan kelembaban. Pada saat 9 MSA curah hujan meningkat sampai saat panen. 2 minggu sebelum panen curah hujan meningkat menjadi 267 mm/bulan dan kelembaban udara meningkat menjadi 83%. Kondisi ini diduga menjadi pemicu pecahnya sel epitel penyusun saluran getah kuning. Adanya tekanan pada dinding sel menyebabkan buah yang tidak mendapatkan suplai Ca yang cukup akan mengalami kerusakan pada dinding sel epitel. Menurut hasil uji kimia tanah sebelum aplikasi Ca, kandungan Ca tanah sebesar 0.6 (cmol(+)/kg). Nilai tersebut tergolong sangat rendah (Pusat Penelitian Tanah 1992). Suplai Ca yang rendah menyebabkan dinding sel penyusun saluran getah kuning menjadi lemah, dan saat mengalami tekanan berupa fluktuasi air tanah atau tekanan dari aril ke perikarp, sel mudah pecah yang berakibat pada timbulnya cemaran pada kulit buah. Berbeda halnya dengan pada buah dengan aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun. Walaupun curah hujan meningkat tetapi dinding sel yang kuat karena aplikasi Ca menyebabkan dinding sel tetap kuat. Berdasarkan hasil penelitian Dorly *et al.* (2008), getah kuning terlihat pada 10 MSA, dan pecahnya saluran getah kuning diperkirakan terjadi pada 14 MSA.

Data yang disajikan pada Tabel 6 memperlihatkan bahwa persentase cemaran getah kuning pada kulit lebih tinggi dibandingkan dengan cemaran getah pada aril dan juring. Tingginya persentase cemaran getah kuning pada kulit disebabkan oleh faktor pemicu cemaran getah pada kulit lebih banyak dibandingkan pada aril. Cemaran getah kuning disebabkan oleh faktor yang sama yaitu sel epitel penyusun saluran getah kuning kekurangan Ca, akan tetapi dipicu oleh hal yang berbeda. Menurut Dorly *et al.* (2008) cemaran getah kuning pada aril disebabkan oleh rusaknya sel-sel epitelium penyusun saluran getah kuning karena tekanan turgor dan tekanan mekanik yaitu desakan pertumbuhan aril dan biji ke arah luar selama fase pembesaran buah, sedangkan pada kulit cemaran getah kuning disebabkan oleh tekanan turgor sel perikarp, dan serangan.

Aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun pada posisi buah yang terpapar cahaya merupakan perlakuan terbaik pada peubah skor buah yang tercemar getah kuning pada aril, sedangkan pada kulit, skor buah yang tercemar getah kuning lebih rendah pada aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun baik pada posisi buah yang ternaung ataupun terpapar cahaya (Tabel 7).

Skor buah menandakan keparahan cemaran getah kuning baik pada aril maupun pada kulit. Gambar 15 memperlihatkan contoh cemaran getah kuning pada sektor 1 (perlakuan 0 kg Ca/pohon/tahun pada posisi ternaung) dan sektor 4 dengan aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun (perlakuan 4.8 kg Ca/pohon/tahun pada posisi terpapar cahaya). Secara umum terlihat bahwa aplikasi Ca dengan posisi buah yang terpapar memiliki cemaran yang lebih rendah.

Tabel 7. Skor buah yang aril dan kulitnya tercemar getah kuning pada 16 MSA di Desa Tandolala Kabupaten Poso pada perlakuan aplikasi Ca

Perlakuan	Skor buah tercemar getah kuning*	
	Aril	Kulit
0 kg Ca/pohon/ tahun		
Ternaung <sup>1</sup>	1.99a	2.38a
Terpapar <sup>2</sup>	1.67c	2.17b
4.8 kg Ca/pohon/tahun		
Ternaung <sup>1</sup>	1.77b	1.90c
Terpapar <sup>2</sup>	1.23d	1.74c

Keterangan: Data diuji berdasarkan uji peringkat *Kruskal-Wallis*. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan uji Dunn 1% . \*Skor 1: Baik sekali; skor 2: Baik; skor 3: Cukup baik; skor 4: Buruk; skor 5: Buruk sekali



Gambar 15. Skor cemaran getah kuning perlakuan 0 kg Ca/pohon/tahun pada posisi buah ternaung (a) dan skor cemaran getah kuning perlakuan 4.8 kg Ca/pohon/tahun posisi buah terpapar cahaya.

Akumulasi Ca pada perikarp buah merupakan representasi dari Ca tanah yang diserap oleh tanaman. Kandungan Ca total pada perikarp buah tidak berbeda nyata antar perlakuan, tetapi berbeda nyata pada kandungan Ca pektat. Kandungan Ca pektat lebih tinggi pada buah yang diberi Ca pada posisi buah yang terpapar (Tabel 8). Hasil ini menunjukkan bahwa posisi buah dapat mempengaruhi kandungan Ca pada perikarp buah manggis sehingga keduanya merupakan hal penting dalam upaya menurunkan cemaran getah kuning manggis.

Persentase aril dan kulit tercemar getah kuning yang menurun akibat peningkatan Ca pektat pada perikarp buah membuktikan bahwa Ca pektat berperan memperkuat dinding sel epitel penyusun saluran getah kuning sehingga sel menjadi kuat dan getah kuning tidak keluar mencemari aril dan kulit buah. Pembentukan Ca pektat karena pengikatan Ca dengan pektin telah ditemukan bermanfaat untuk meningkatkan kekuatan dinding sel dan lamela tengah sehingga meningkatkan kualitas buah (Carpita dan McCann 2000).

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 8. Kandungan Ca total dan Ca pektat perikarp serta rasio persentase Ca pektat/Ca total pada 16 MSA Desa Tandolala Kabupaten Poso pada perlakuan aplikasi Ca

Perlakuan	Kandungan Ca perikarp (ppm)		Persentase pektat/total
	Total	Pektat	
0 kg Ca/pohon/tahun			
Ternaung <sup>1</sup>	1088.9	552.02b	50.6
Terpapar <sup>2</sup>	2100.0	528.87b	25.1
4.8 kg Ca/pohon/tahun			
Ternaung <sup>1</sup>	1500.0	576.40b	38.4
Terpapar <sup>2</sup>	1566.7	754.60a	48.1

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%. <sup>1)Ternaung (sektor 1, 2 dan 3) dengan intensitas cahaya 481 lux, <sup>2)Terpapar (sektor 4, 5 dan 6) dengan intensitas cahaya 1 229 lux.</sup></sup>

Buah yang menerima intensitas cahaya lebih besar pada perlakuan aplikasi 4.8 Ca/pohon/tahun memiliki kandungan Ca pektat yang lebih tinggi sehingga berpengaruh pada tingkat cemaran getah kuning. Kandungan Ca pektat yang tinggi berpengaruh terhadap penguatan dinding sel epitel penyusun saluran getah kuning. Menurut Setyaningrum *et al.* (2011) proporsi kandungan Ca pektat berkisar 20% dari Ca total cenderung mengurangi cemaran getah kuning manggis.

Skor dan persentase cemaran getah kuning pada aril dan kulit sangat dipengaruhi oleh kandungan Ca pektat buah yang berada pada sel-sel epitel penyusun saluran getah kuning. Kekuatan dan rigiditas dinding sel dipengaruhi oleh konsentrasi Ca yang berikatan dengan pektat, oleh sebab itu buah manggis yang memiliki kandungan Ca pektat yang rendah memiliki tingkat cemaran (skor dan persentase) yang lebih tinggi (Tabel 6 dan 7). Kandungan Ca total buah tidak berbeda antar perlakuan, pada perlakuan lain terdapat perbedaan konsentrasi Ca pektat antar perlakuan. Buah yang menerima intensitas cahaya yang tinggi (Tabel 5) memiliki kandungan Ca pektat yang tinggi dengan aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun (Tabel 8). Tingginya kandungan Ca pektat disebabkan oleh tingginya intensitas cahaya yang diterima buah pada kondisi terpapar cahaya. Marschner (2012) menyatakan bahwa dalam kondisi intensitas cahaya tinggi sebagian besar pektin pada daun berada dalam bentuk Ca pektat. Diduga peningkatan kandungan Ca pektat karena tingginya intensitas cahaya tidak hanya terjadi pada daun, tetapi juga pada buah seperti pada hasil penelitian ini. Menurut Carpita dan McCann (2000) Ca yang terikat dengan pektin membentuk Ca pektat sangat penting dalam meningkatkan kekuatan dinding sel dan lamela tengah.

Hasil ini menunjukkan bahwa posisi buah dapat mempengaruhi kandungan Ca pada perikarp buah manggis sehingga keduanya merupakan hal penting dalam upaya menurunkan cemaran getah kuning manggis.

Sel epitel penyusun saluran getah kuning sangat membutuhkan Ca dalam bentuk Ca pektat untuk memperkokoh saluran getah kuning, terbukti dengan rendahnya cemaran getah kuning pada buah yang memiliki kandungan Ca pektat yang tinggi (Gambar 16).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 16. Hubungan antara Ca pekat perikarp dan persentase cemaran getah kuning pada aril dan kulit buah

Persentase buah yang tercemar getah kuning pada aril lebih rendah pada posisi yang terpapar cahaya baik pada aplikasi 0 kg Ca/pohon/tahun maupun 4.8 kg Ca/pohon/tahun. Hal ini dipengaruhi oleh posisi buah pada kanopi. Menurut Criosto *et al.* (1995) selama penelitian ditemukan bahwa buah yang berkembang di tempat yang lebih teduh (posisi dalam kanopi) memiliki insiden kerusakan internal lebih besar pada buah pada posisi luar kanopi. Selain itu buah dari kanopi luar memiliki potensi pasar yang lebih panjang, terutama untuk kultivar rentan terhadap kerusakan internal. Perlu upaya agar sinar matahari lebih banyak menembus kedalam kanopi dan mengurangi jumlah buah yang ternaung sehingga memperpanjang umur pascapanen.

Peningkatan kualitas buah terkait dengan tingginya intensitas cahaya pada posisi buah yang terpapar. Secara fisiologis cahaya mempunyai pengaruh secara langsung melalui fotosintesis dan secara tidak langsung melalui pertumbuhan dan perkembangan tanaman akibat respon metabolismik yang langsung (Fitter dan Hay 1991). Menurut Thum *et al.* (2003) cahaya merupakan sinyal lingkungan penting yang secara langsung direspon oleh tanaman melalui fotoreseptor dan sangat penting untuk mendorong fotosintesis

Peningkatan kualitas buah disebabkan oleh distribusi fotosintat ke buah yang terpapar cahaya. Erez dan Flore (1986) melaporkan bahwa buah yang terpapar cahaya mengalami peningkatan kualitas dengan meningkatnya pigmentasi buah peach yang diduga juga terkait dengan buah sebagai *sink* terkuat.

Pada penelitian ini hasil pengukuran laju transpirasi pada minggu ke-4, ke-8 dan ke-12 menghasilkan rata-rata laju transpirasi pada kondisi ternaung sebesar 0.03 Hpa/s dan pada keadaan terpapar sebesar 0.06 Hpa/s. Data tersebut mendukung hasil pengukuran cahaya dan suhu pada Tabel 5 bahwa semakin tinggi suhu dan intensitas cahaya semakin tinggi laju transpirasinya.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.





1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Sel epitel penyusun saluran getah kuning sangat membutuhkan Ca untuk memperkokoh saluran getah kuning. Jika tanaman tidak mendapat suplai Ca yang cukup sangat berisiko mengalami kerusakan pada tingkat sel, sehingga perlu penambahan Ca pada tanah-tanah dengan kandungan Ca yang rendah. Menurut Martias *et al.* (2012) cemaran getah kuning secara langsung dikendalikan oleh ketersediaan Ca dalam tanah. Amor *et al.* (2006) menyatakan bahwa konsentrasi Ca pada tanaman tomat rendah karena rendahnya suplai Ca, dan menurut Hocking *et al.* (2016) bila suplai dan transport Ca rendah, akan terjadi defisiensi Ca yang menyebabkan kerusakan membran dan dinding sel buah. Menurut Saure (2005) posisi buah dapat meningkatkan kandungan Ca pada buah apel. Konsentrasi Ca yang tinggi pada posisi buah yang terpapar cahaya, tetapi rendah pada bagian bawah dalam (ternaung).

Tingginya laju transpirasi menyebabkan lebih banyak Ca yang dapat ditranslokasikan dari akar ke bagian tajuk tanaman, karena Ca ditranslokasikan bersama dengan air pada proses transpirasi. Gillham (2011) menyatakan bahwa mekanisme serapan Ca memasuki apoplast akar melalui aliran massa, mengikuti jalur apoplastik atau simplastik ke xilem. Qiang dan Ling (2005) dan White dan Broadley (2003) menyatakan bahwa transpor melalui jalur apoplastik terutama tergantung transpirasi sedangkan transpor simplastik lebih selektif dalam mengontrol  $\text{Ca}^{2+}$  ke xilem, tergantung pada permintaan  $\text{Ca}^{2+}$  di tajuk.

## Simpulan

Posisi buah yang terpapar cahaya pada pohon dengan aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun pada saat fase bunga mekar meningkatkan kandungan Ca pektat pada perikarp buah dan menurunkan cemaran getah kuning sebesar 81%, pada juring sebesar 69% aril dan 33% pada kulit buah manggis dibandingkan dengan aplikasi 0 Ca/pohon/tahun pada posisi yang ternaung.



## 4 APLIKASI KALSIUM DAN PEMBERIAN NAUNGAN UNTUK PENGENDALIAN CEMARAN GETAH KUNING BUAH MANGGIS

### Abstrak

Getah kuning merupakan masalah fisiologi pada tanaman manggis yang disebabkan oleh kurangnya kandungan Ca pada perikarp buah. Pengangkutan Ca dari akar ke bagian tajuk tanaman melalui xilem mengikuti aliran transpirasi. Salah satu faktor yang berhubungan dengan transpirasi adalah cahaya. Cahaya berpengaruh secara langsung terhadap fotosintesis dan tidak langsung terhadap proses metabolisme yang lain seperti transpirasi. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi Ca dan naungan terhadap kejadian getah kuning. Percobaan dirancang menggunakan rancangan acak kelompok faktorial 2 faktor dengan 3 ulangan. Faktor ke-1 adalah dosis Ca (0 dan 3.2 kg Ca/pohon/tahun) dan faktor ke-2 adalah naungan (0, 50, 90%). Aplikasi Ca berpengaruh terhadap penurunan cemaran getah kuning manggis sedangkan pemberian naungan 0 dan 50% serta kombinasi antara naungan dan cahaya tidak berpengaruh. Intensitas cahaya yang diterima tanaman yang diberi naungan 50% sebesar 3 611 lux diduga cukup untuk melaksanakan proses fisiologi tanaman seperti fotosintesis dan transpirasi. Terjadi rontok buah pada perlakuan naungan 90% 2 minggu setelah aplikasi Ca dan pemberian naungan.

Kata kunci: cahaya, ternaung, terpapar, transpirasi

### CALCIUM APPLICATION AND SHADING CONDITION TO DETERMINE YELLOW SAP CONTAMINATION IN MANGOSTEEN FRUIT

### Abstract

Yellow sap is a physiological problem in the mangosteen plant caused by the lack of Ca content in the fruit pericarp. The transport of Ca from the roots to the plant canopy section through xylem follows the transpiration stream. One of the factors that affect transpiration rate is light. Light directly affects photosynthesis and indirectly to other metabolic processes such as transpiration. The objective of this research was to know the effect of Ca application and shading condition on yellow sap incidence. The experiment was designed using factorial randomized block design with 2 factors and 3 replications. The 1<sup>st</sup> factor was the dose of Ca (0 and 3.2 kg Ca/tree) and the 2<sup>nd</sup> factor was shading condition (0, 50, 90%). Ca application decreased mangosteen yellow sap contamination while shading condition of 0, 50% and combination between shading and exposed to light had no significant effect. Light intensity received by plants with a 50%

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
Cipta Hak Cipta diwanitik IPB Institut Pertanian Bogor  
Bogor Agricultural University
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

shade of 3611 lux was thought to be sufficient to carry out plant physiology processes such as photosynthesis and transpiration. There was a fruit fall on the 90% shade treatment 2 weeks after application of Ca and shading.

Keywords: light, shaded, transpiration, well exposed

## Latar Belakang

Cemaran getah kuning pada buah manggis dapat terjadi karena kerusakan dinding sel saluran getah kuning, yang terdapat pada perikarp buah. Rusaknya dinding sel tersebut menyebabkan getah kuning keluar dari salurannya dan mencemari aril dan perikarp buah. Penyebab rusaknya saluran getah kuning adalah rendahnya kandungan Ca pada perikarp buah berdasarkan hasil penelitian Depari (2011); Primilestari (2012); Purnama *et al.* (2013); dan Kurniadina *et al.* (2016a).

Kalsium pada tanaman memiliki fungsi fisiologis dan struktural. Secara struktural Ca berfungsi untuk menjaga stabilitas membran dan rigiditas dinding sel (Marshner 2012), dan berperan dalam menjaga kekuatan mekanik jaringan (Hirschi 2004). Defisiensi Ca menyebabkan kerusakan fisiologi berupa *browning* dan *bitter pit* pada apel, *blossom end rot* pada tomat (Ho dan White 2005), bahkan berpengaruh terhadap pertahanan kualitas buah anggur setelah panen (Ciccarese *et al.* 2013) dan pada manggis kerusakan fisiologis berupa getah kuning yang mencemari aril maupun kulit buah.

Bagian tanaman yang dapat dimakan seperti buah biasanya memiliki kandungan hara yang rendah, terutama kandungan Ca yang merupakan unsur hara yang terikat *immobile* dalam tanaman (Bukovac dan Wittwer 1957). Oleh sebab itu sangat penting untuk mengaplikasikan Ca pada daerah-daerah dengan kandungan Ca rendah dan mengupayakan agar Ca yang diaplikasikan dapat ditranslokasikan ke bagian buah karena pengangkutan Ca dari akar ke bagian tajuk tanaman melalui xilem mengikuti aliran transpirasi.

Salah satu faktor yang berhubungan dengan transpirasi adalah cahaya. Cahaya berpengaruh secara langsung terhadap fotosintesis dan tidak langsung terhadap proses metabolisme yang lain seperti transpirasi. Intensitas cahaya yang tinggi akan menyebabkan tingginya suhu udara berpengaruh ke peningkatan laju transpirasi. Menurut Biasi *et al.* (1995), Montanaro *et al.* (2006) akumulasi  $\text{Ca}^{2+}$  meningkat dengan meningkatnya intensitas cahaya, sedangkan Montanaro *et al.* (2005) melaporkan bahwa transpirasi bukan satu-satunya faktor pengendali transpor Ca, cahaya juga mempengaruhi konsentrasi Ca di xilem sap.

Beberapa penelitian membuktikan peran cahaya dalam peningkatan kualitas tanaman. Kualitas buah peach lebih baik pada posisi yang terpapar cahaya diakibatkan oleh terpenuhinya kebutuhan tanaman akan hara dan fotosintat (Marini *et al.* 1991). Translokasi fotosintat penting untuk perkembangan buah. Intensitas cahaya rendah menyebabkan rendahnya pembentukan 3-fosfoglicerat (3PGA) sehingga kerja enzim ADP glukosapyrofospataze terhambat karena adanya p<sub>i</sub> yang berinteraksi dengan PGA.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Pemberian naungan pada percobaan ini dilakukan untuk mengetahui peranan cahaya terhadap cemaran getah kuning manggis. Hal ini didasarkan pada sifat Ca yang serapannya ke bagian tajuk tanaman mengikuti laju aliran transpirasi yang sangat berhubungan dengan cahaya. Tanaman yang mendapatkan naungan 50 dan 90% akan mendapatkan intensitas cahaya yang lebih rendah dibandingkan dengan tanaman tanpa naungan. Percobaan ini dilakukan pada tanaman dengan jarak tanam yang lebih lebar dibandingkan dengan jarak tanam pada lokasi percobaan 3A dan 3B dengan tinggi pohon kurang lebih 1.5 meter. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh aplikasi Ca dan naungan terhadap kejadian getah kuning buah manggis.

## Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Pusat Kajian Hortikultura Tropika (PKHT) Tajur Kabupaten Bogor pada bulan Oktober 2014 hingga Februari 2015.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dolomit, paracetamol 50% dan 90%, buah manggis yang berasal dari 18 tanaman hasil sambung pucuk yang berumur 8 tahun dengan tinggi tanaman kurang lebih 2 meter.

## Rancangan Percobaan

Percobaan ini menggunakan RKLT faktorial yang terdiri atas 2 faktor yaitu dosis Ca yang terdiri atas 2 taraf yaitu 0 kg Ca/pohon dan 3.2 kg Ca/pohon/tahun dan naungan yang terdiri atas 3 taraf yaitu naungan 0% (tanpa naungan), naungan 50% dan naungan 90%. Total kombinasi perlakuan adalah 6 dan diulang tiga kali sehingga terdapat 18 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan digunakan 1 pohon sehingga jumlah pohon yang digunakan adalah 18 pohon. Pemberian naungan dilakukan pada saat bunga mekar, yaitu pada minggu kedua Oktober 2014 hingga panen (16 minggu).

Model linier yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan :

$i=1,2 ; j=1,2,3$

$Y_{ij}$	= nilai pengamatan pada faktor dosis Ca ke-i dan naungan ke-j
$\mu$	= rataan umum
$\alpha_i$	= pengaruh faktor dosis Ca ke-i
$\beta_j$	= pengaruh faktor naungan ke-j
$(\alpha\beta)_{ij}$	= pengaruh interaksi antara faktor dosis Ca dan naungan
$\epsilon_{ijk}$	= pengaruh galat dosis Ca ke-i dan naungan ke-j

## Prosedur Percobaan

1. Memilih tanaman yang relatif seragam kemudian membuat naungan dengan menggunakan paronet 50 dan 90% berdasarkan perlakuan seperti pada Gambar 17.
2. Aplikasi Ca dilakukan pada saat bunga mekar dengan cara ditaburkan dalam larihan yang dibuat pada sekeliling pohon manggis di bawah tajuk dan kemudian ditutup dengan tanah. Setelah itu dilakukan penyiraman. Dosis Ca yang digunakan adalah 0 dan 3.2 kg Ca/pohon/tahun. Dosis 3.2 kg merupakan modifikasi dari dosis hasil penelitian Primilestari (2012), Purnama *et al.* (2013) yaitu dosis 2 ton/ha atau setara dengan 3.2 kg Ca/pohon/tahun dapat mengendalikan cemaran getah kuning pada aril dan kulit buah.



Gambar 17. Perlakuan tanpa naungan (a), naungan 50% (b), dan naungan 90% (c)

### 3. Pemanenan buah

Panen dilakukan pada 16 minggu setelah antesis (MSA). Jumlah buah yang digunakan adalah 20/pohon sehingga total buah yang digunakan adalah 240 buah.

## Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada percobaan ini adalah sebagai berikut:

1. Persentase buah yang arilnya tercemar getah kuning seperti pada bagian 3A
2. Persentase buah yang kulitnya tercemar getah kuning seperti pada bagian 3A
3. Persentase buah yang juringnya tercemar getah kuning seperti pada bagian 3A
4. Skor buah yang arilnya tercemar getah kuning seperti pada bagian 3A
5. Skor buah yang kulitnya tercemar getah kuning seperti pada bagian 3A
6. Sifat fisik buah

Pengamatan terhadap sifat fisik buah manggis dilakukan terhadap peubah:

- a. Bobot buah segar (g)

Bobot buah segar diukur dengan menggunakan timbangan digital dengan cara menimbang buah pada saat setelah panen.

- b. Bobot kulit buah segar (g)  
Bobot kulit buah diukur dengan menggunakan timbangan digital dengan cara menimbang kulit buah setelah buah dibelah dan dipisahkan dengan aril dan biji.
- c. Bobot biji segar total (g)  
Bobot biji diukur dengan menggunakan timbangan digital dengan cara menimbang biji dari buah sampel.
- d. Bobot tangkai (g)  
Bobot tangkai diukur dengan menggunakan timbangan digital dengan cara menimbang tangkai setelah dipisahkan dari kulit buah
- e. Bobot sepal segar (g)  
Bobot sepal diukur dengan menggunakan timbangan digital dengan cara menimbang sepal setelah dipisahkan dari kulit buah.
- f. Bobot aril (g)  
Bobot aril dihitung berdasarkan pengurangan bobot buah total terhadap bobot kulit buah, bobot biji serta bobot tangkai dan sepal.
- Diameter transversal (cm)  
Diameter horizontal buah diukur menggunakan jangka sorong pada bagian tengah buah secara horizontal pada kedua sisi, dan selanjutnya diambil rata-ratanya.
- Diameter longitudinal (cm)  
Diameter vertikal diukur menggunakan jangka sorong pada bagian tengah buah secara vertikal pada kedua sisi, dan selanjutnya diambil rata-ratanya.
- Tebal kulit buah (mm)  
Tebal kulit diukur dengan menggunakan jangka sorong setelah kulit buah dibelah secara melintang menjadi dua bagian.
- Edible portion (%)*  
*Edible portion* adalah persentase bagian buah yang dapat dimakan, dan dirumuskan sebagai berikut:
- $$(Edible portion) = \frac{(Bobot Aril g)}{(Bobot Buah Segar g)} \times 100\%$$

#### 7. Sifat kimia buah

Pengamatan terhadap sifat fisik buah manggis dilakukan terhadap peubah padatan terlarut total. Pengukuran dilakukan dengan mengambil sari buah kemudian diteteskan di atas prisma *hand refractometer*. Skala yang tertera pada *hand refractometer* menunjukkan nilai padatan terlarut total (PTT) manggis dengan satuan °brix.

### Analisis Data

Data persentase buah yang tercemar getah kuning serta sifat fisik dan kimia buah dianalisis dengan menggunakan analisis ragam kemudian dilakukan pengujian lanjut dengan menggunakan *Duncan multiple range test* (DMRT) pada taraf 5% dan 1%. Variabel skor buah yang aril dan kulitnya tercemar getah kuning diuji dengan uji *Kruskal wallis* dan uji dunn. Perangkat lunak untuk analisis sidik

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- ragam adalah *Statistical Analysis System* (SAS) 9.4, sedangkan untuk *Kruskal wallis* menggunakan *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS statiscic 17.0).

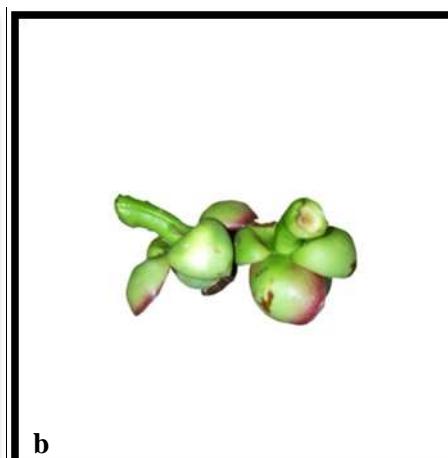
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## Hasil dan Pembahasan

Penelitian dirancang dalam 2 taraf dosis Ca (0 dan 3.2 kg/pohon) dan 3 taraf naungan (0, 50 dan 90%), akan tetapi pada minggu kedua setelah pemberian naungan tanaman pada perlakuan naungan 90% mengeluarkan tunas baru dengan ciri warna daun kemerahan dan buah gugur, sehingga pada akhir pengamatan dilakukan pengujian dengan 2 taraf dosis Ca dan 2 taraf naungan yaitu 0 dan 50%. Tanaman kembali membentuk *flush* dan buah yang gugur pada perlakuan naungan 90% disajikan pada Gambar 18.

Perbedaan tingkat naungan mempengaruhi intensitas cahaya, suhu udara, kelembapan udara lingkungan tanaman, sehingga intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman berbeda dan mempengaruhi ketersediaan cahaya yang akan diubah menjadi energi panas dan energi kimia. Semakin besar tingkat naungan (semakin kecil intensitas cahaya yang diterima tanaman) maka suhu udara rendah, dan kelembapan udara semakin tinggi. Rendahnya intensitas cahaya yang diterima tanaman selama 2 minggu pemberian naungan menyebabkan terbentuknya daun muda dan gugurnya buah pada pohon dengan naungan 90%. Dilakukan perhitungan terhadap jumlah daun yang gugur pada perlakuan naungan 90% pada Desember 2014. Rata-rata jumlah daun yang gugur pada perlakuan naungan 90% adalah 3 728 daun. Nilai ini didapatkan dari rata-rata 4 tanaman yang diberi naungan 90%. Berdasarkan pengukuran intensitas cahaya yang dilakukan, rata-rata intensitas cahaya yang diterima tanaman pada bulan Oktober pada naungan 90% adalah sebesar 1 409 lux dibandingkan dengan rata-rata tanpa naungan sebesar 259 lux.



Gambar 18. Tanaman yang kembali membentuk *flush* (a) dan buah yang gugur (b) pada perlakuan naungan 90% dua minggu setelah pemberian naungan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Peningkatan kualitas buah disebabkan oleh distribusi fotosintat serta translokasi Ca yang tinggi ke buah yang terpapar cahaya. Cahaya matahari merupakan sumber energi bagi kehidupan di atas bumi ini. Organisme fotosintetik yang menggunakan energi cahaya untuk mensintesis makromolekul (karbohidrat) yang pada gilirannya digunakan oleh organisme lain sebagai material dasar untuk proses metabolisme. Makin rendah intensitas cahaya makin rendah laju fotosintesis karena produksi ATP dan NADPH tidak cukup tinggi.

Kerontokan buah terjadi akibat aktifnya lapisan absisi (Cambell *et al.* 2003). Rendahnya intensitas cahaya pada tanaman yang diberi naungan 90% pada percobaan ini menyebabkan menurunnya aktivitas fotosintesis yang berakibat pada menurunnya suplai asimilat ke buah. Tingkat ketersediaan asimilat yang tinggi selama perkembangan buah sangat diperlukan untuk mencegah kerontokan pada buah. Sesuai dengan Marschner (2012) yang menyatakan bahwa secara fisiologis kerontokan bunga dan buah berkorelasi dengan terbatasnya suplai fotosintat dan kecukupan hara. Persaingan antara pembentukan *flush* baru (vegetatif) dengan buah menyebabkan berkurangnya fotosintat yang diarahkan ke bagian buah. Akibatnya buah yang telah terbentuk rontok.

Secara fisiologis cahaya mempunyai pengaruh baik langsung maupun tidak langsung. Pengaruh secara langsung melalui fotosintesis dan secara tidak langsung melalui pertumbuhan dan perkembangan tanaman akibat respon metabolismik yang langsung (Fitter dan Hay 1991). Secara langsung intensitas cahaya mempengaruhi pertumbuhan melalui proses fotosintesis, pembukaan stomata dan sintesis klorofil (Kramer dan Kozlowski 1960). Pada intensitas cahaya yang tinggi kelembapan udara berkurang, sehingga proses transpirasi berlangsung lebih cepat (Treshow 1970).

Faktor radiasi matahari yang berkorelasi dengan suhu berpengaruh terhadap mekanisme stomata. Apabila cahaya dalam keadaan terang dan temperatur tinggi, akan mengakibatkan membukanya stomata, sebaliknya bila keadaan gelap dan temperatur rendah mengakibatkan menutupnya stomata. Proses fotosintesis menghasilkan metabolit primer yang dipakai untuk metabolisme tanaman sehingga terjadi pertumbuhan dan perkembangan.

Aplikasi Ca berpengaruh terhadap penurunan persentase jumlah juring yang tercemar getah kuning, serta persentase buah yang aril dan buahnya tercemar getah kuning, sedangkan pemberian naungan dan interaksi antara Ca dan naungan tidak memberikan pengaruh terhadap peubah tersebut (Tabel 9).

Tabel 9. Persentase buah yang juring aril dan kulitnya tercemar getah kuning 16 MSA di Tajur Kabupaten Bogor pada perlakuan Ca dan naungan

Perlakuan	Persentase buah tercemar getah kuning pada (%)		
	Juring	Aril	Kulit
Ca (kg/pohon/tahun)			
0	8.4a	21.7a	75.0a
3	3.9b	11.5b	46.7b
Naungan (%)			
50	6.6	14.0	57.5
Interaksi	tn	tn	tn

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



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Terjadi penurunan persentase cemaran getah kuning pada buah dengan perlakuan aplikasi 3.2 kg Ca/pohon/pohon masing-masing sebesar 53.6% pada juring, 47% pada aril, dan 37.7% pada kulit. Aplikasi Ca menyebabkan buah mendapatkan Ca yang cukup untuk mempertahankan integritas dinding selnya sehingga sel epitel tidak mudah pecah dan getah kuning tidak keluar mencemari aril.

Perlakuan naungan dan interaksi antara aplikasi Ca dan pemberian naungan tidak berpengaruh terhadap persentase cemaran getah kuning pada juring, aril maupun kulit. Hal ini diduga disebabkan oleh intensitas cahaya dan suhu yang diterima oleh buah pada perlakuan naungan 50% cukup untuk proses-proses fisiologi tanaman seperti fotosintesis, respirasi, dan transpirasi pada tanaman sampel. Hasil perhitungan rata-rata intensitas cahaya pada naungan 50% sebesar 3 611 lux sedangkan rata-rata intensitas cahaya pada naungan 0% atau tanpa naungan adalah 11 259 lux. Rata-rata intensitas cahaya yang diterima tanaman sampel pada perlakuan 50% jauh lebih tinggi dibandingkan dengan intensitas cahaya pada sektor 4 percobaan 3B sebesar 1 581.51 lux.

Skor buah yang tercemar getah kuning pada aril dan kulit disajikan pada Tabel 10. Skor buah yang bergetah kuning pada aril menunjukkan nilai yang tidak berbeda, tetapi skor buah yang tercemar getah kuning pada kulit lebih baik pada perlakuan aplikasi 3.2 kg Ca/pohon/tahun baik tanpa naungan maupun dengan pemberian naungan 50%.

Tabel 10. Skor buah yang aril dan kulitnya tercemar getah kuning 16 MSA pada perlakuan Ca dan naungan di Tajur Kabupaten Bogor

Perlakuan	Ca (kg/pohon/tahun)	Naungan (%)	Skor buah bergetah kuning*	
			Aril	Kulit
0	3.2	0	1.32	1.82b
		50	1.32	2.13a
Keterangan:	Data diuji berdasarkan uji peringkat <i>Kruskal-Wallis</i> . Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji Dunn 1%. *Skor 1: Baik sekali; skor 2: Baik; skor 3: Cukup baik; skor 4: Buruk; skor 5: Buruk sekali	0	1.13	1.50c
		50	1.17	1.55c

Keterangan: Data diuji berdasarkan uji peringkat *Kruskal-Wallis*. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji Dunn 1%. \*Skor 1: Baik sekali; skor 2: Baik; skor 3: Cukup baik; skor 4: Buruk; skor 5: Buruk sekali

Aplikasi Ca 3.2 kg Ca/pohon/tahun berpengaruh terhadap penurunan persentase maupun skor cemaran getah kuning buah manggis, sedangkan pemberian naungan tidak memberikan pengaruh. Diduga hal tersebut disebabkan kebutuhan intensitas cahaya matahari telah tercukupi baik pada perlakuan tanpa naungan maupun dengan naungan 50%. Intensitas cahaya sebesar 3 611 lux pada perlakuan naungan 50% dan 11 259 lux pada perlakuan 0% diduga cukup untuk memenuhi kebutuhan tanaman akan cahaya. Hasil penelitian pada BAB 3B rata-rata intensitas cahaya sebesar 1581.51 lux merupakan intensitas cahaya tertinggi pada sektor 4. Dengan intensitas cahaya sebesar itu kebutuhan tanaman tercukupi sehingga proses transpirasi berjalan dengan baik bahkan pada sektor atau posisi buah tersebut cemaran getah kuning lebih rendah dibanding dengan posisi buah

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

yang ternaung. Selain itu jarak tanam yang lebih lebar memudahkan intensitas cahaya masuk kedalam kanopi pohon sehingga intensitas cahaya masih mencukupi untuk perlakuan naungan 50%.

Berdasarkan pengamatan intensitas cahaya dan suhu pada saat penelitian, rata-rata intensitas cahaya matahari sangat tinggi demikian juga dengan suhu udara. Suhu udara di lokasi penelitian pada tanggal 20 Oktober mencapai 40 °C pada kondisi terpapar, 37 °C pada perlakuan naungan 50% dan sebesar 30 °C pada naungan 90%. Data ini mendukung dugaan bahwa intensitas cahaya yang diterima tanaman pada perlakuan naungan 50% telah mencukupi untuk proses fisiologi saat penelitian.

Cahaya merupakan faktor lingkungan yang memiliki pengaruh paling kuat pada hasil buah dan kualitas banyak tanaman, termasuk buah kiwi (Montanaro *et al.* 2006). Pengaruh cahaya terkait dengan perannya dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Menurut Taiz dan Zeiger (2010) cahaya sangat besar perannya dalam proses fisiologi seperti fotosintesis, respirasi, transpirasi, pertumbuhan dan perkembangan, penutupan dan pembukaan stomata, berbagai pergerakan tanaman dan perkembahan.

Pengamatan terhadap kandungan Ca pada kondisi ternaung dan terpapar cahaya juga telah diamati pada buah kiwi. Montanaro *et al.* (2006) melaporkan bahwa pada posisi terpapar cahaya kandungan Ca buah 50% lebih besar (43 mg/buah) dibandingkan pada posisi ternaung (21 mg/buah). Diduga cahaya menginduksi biosintesis fenol yang secara tidak langsung menurunkan degradasi auksin, sehingga meningkatkan akumulasi Ca.

Bobot buah dan bagian-bagiannya disajikan pada Tabel 11 dan 12, sedangkan diameter buah, tebal kulit dan *edible portion* disajikan pada Tabel 13. Perlakuan tidak memberikan pengaruh terhadap bobot buah dan bagian-bagiannya.

Tabel 11. Bobot buah, kulit dan sepal pada perlakuan Ca dan naungan 16 MSA di Tajur Kabupaten Bogor

Perlakuan Ca (kg/pohon/tahun)	Naungan (%)	Bobot (g)		
		Buah	Kulit	Sepal
0	0	82.03	48.67	2.06
	50	76.36	48.67	2.12
3.2	0	68.29	43.80	1.82
	50	72.29	37.97	1.57
Uji F	tn	tn	tn	tn

Keterangan: tn = tidak nyata

Perlakuan tidak memberikan pengaruh terhadap bobot buah dan bagian-bagiannya. Rata-rata bobot buah 74.74 g. Menurut Badan Standar Nasional (BSN 2009) ukuran buah dengan diameter 4.6 – 5.2 cm dengan bobot buah 51 – 75 g termasuk dalam kategori 5 (kecil), sedangkan menurut IPGRI (2003) bobot manggis < 90 g termasuk kategori kecil.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 12. Bobot tangkai buah, aril dan biji pada perlakuan Ca dan naungan 16 MSA di Tajur Kabupaten Bogor

Perlakuan	Ca (kg/pohon/tahun)	Naungan (%)	Bobot		
			Tangkai	Aril	Biji
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang	0	0	0.96	28.25	1.59
		50	0.95	25.61	1.29
	3.2	0	1.07	26.82	1.07
		50	0.83	24.82	1.15
Uji F			tn	tn	tn

Keterangan: tn= tidak nyata

Tabel 13. Diameter buah, tebal kulit dan *edible portion* buah pada perlakuan Ca dan naungan 16 MSA di Tajur Kabupaten Bogor

Perlakuan	Ca (kg/pohon/tahun)	Naungan (%)	Diameter buah (cm)		Tebal kulit	<i>Edible portion</i>
			Transversal	Longitudinal		
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang	0	0	5.18	4.97	0.37	34.60
		50	5.05	4.82	0.40	33.50
	3.2	0	4.81	4.75	0.40	39.04
		50	4.93	4.71	0.40	34.42
Uji F			tn	tn	tn	tn

Keterangan: tn= tidak nyata

Aplikasi Ca dan pemberian naungan yang dilakukan pada penelitian ini tidak berpengaruh terhadap PTT buah, dengan nilai berkisar 19 – 20 °brix (Tabel 1e). Menurut Sumiasih (2012) terjadi perubahan nilai PTT selama penyimpanan. PTT buah saat panen sebesar 18.8 °brix, mengalami peningkatan pada 10 HSP (hari setelah panen) menjadi 19 °brix, akan tetapi pada 20 HSP mengalami penurunan menjadi 10 °brix. Menurut Winarno dan Aman (1981) Penurunan total padatan terlarut selama penyimpanan disebabkan oleh kadar gula-gula sederhana yang mengalami perubahan menjadi alkohol, aldehida dan asam amino.

Tabel 14. Padatan terlarut total buah pada perlakuan Ca dan naungan 16 MSA di Tajur Kabupaten Bogor

Perlakuan	Ca (kg/pohon/tahun)	Naungan (%)	Padatan terlarut total (°brix)	
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang	0	0	19.68	
		50	19.43	
	3.2	0	20.17	
		50	19.62	
Uji F			tn	

Keterangan: tn= tidak nyata

## Simpulan

Aplikasi Ca 3.2 kg/pohon berpengaruh nyata terhadap penurunan cemaran getah kuning manggis sebesar 53% pada juring, 47% pada aril dan 38% pada aril, sedangkan pemberian naungan 0 dan 50% serta interaksi antara pemberian naungan dan Ca tidak berpengaruh. Intensitas cahaya yang diterima tanaman yang diberi naungan 50% sebesar 3 611 lux diduga cukup untuk melaksanakan proses fisiologi tanaman seperti fotosintesis dan transpirasi. Terjadi rontok buah pada perlakuan naungan 90% 2 minggu setelah aplikasi Ca dan pemberian naungan.



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## 5 INTERAKSI ANTARA KALSIUM DENGAN NAA DALAM MENGENDALIKAN GETAH KUNING PADA BUAH MANGGIS

### Abstrak

Getah kuning adalah getah yang dihasilkan secara alami pada manggis yang disebabkan oleh kekurangan Ca. Kalsium merupakan komponen dinding sel, berperan dalam struktur dan permeabilitas membran sedangkan asam naftalenacetat (NAA) berperan penting dalam meningkatkan pembelahan dan pembesaran sel. Sel yang baru terbentuk membutuhkan Ca untuk menyusun struktur dinding sebagai Ca pektat dalam lamela tengah sehingga interaksi keduanya meningkatkan kapasitas sink buah karena sel yang baru terbentuk membutuhkan Ca dalam menyusun struktur dinding sel. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi Ca dan NAA dalam menurunkan cemaran getah kuning manggis. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok faktorial faktor dengan 3 ulangan. Faktor ke-1 adalah dosis Ca (0 dan 4.8 kg Ca/pohon/tahun) dan faktor ke-2 adalah konsentrasi NAA (0, 200, 400 dan 600 ppm) dengan volume semprot 5 ml perbuah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun dengan NAA 200 ppm sebanyak 5 ml/buah efektif meningkatkan kandungan Ca pektat perikarp dan menurunkan persentase buah tercemar getah kuning menjadi 0% pada juring dan aril serta 12.3% pada kulit dibandingkan dengan kontrol dengan cemaran getah kuning sebesar 17.8% pada juring, 36.8% pada aril dan 56.1% pada kulit buah.

Kata kunci: aril, Ca pektat, dinding sel, lamela tengah.

### INTERACTION BETWEEN CALCIUM AND NAA IN CONTROLLING YELLOW SAP CONTAMINATION IN MANGOSTEEN FRUIT

### Abstract

Yellow sap is the natural sap found in mangosteen that related to calcium deficiency. Calcium is component of cell walls, whereas *naphthaleneacetic acid* (NAA) has its role in improving cell division and cell elongation. Interaction of Ca and NAA can improve sink strenght and capacity because the newly forming cells need Ca to construct wall structure. This research aims to find out the effect of Ca and NAA interaction in reducing the contamination of yellow sap in mangosteen. The experiment was conducted by using factorial random block design consisted of 2 factors and 3 replications. The first factor was Ca dosage (0

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta Institusi IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

and 4.8 kg/tree), and the second factor was NAA concentration (0, 200, 400 and 600 ppm). The results showed that application of 4.8 Ca/tree and 200 ppm NAA as much as 5 ml / fruit effectively improve the content of Ca pectate in pericarp reduced the percentage of yellow sap contamination on the fruit segment, aryl and pericarp to 0% and 12.3% respectively compared with control was about 17.8% on fruit segment, 36.8% on aryl and 56.1% on pericarp.

Key words: aryl, Ca pectate, cell wall, middle lamela.

## Latar Belakang

Getah kuning merupakan masalah utama dalam ekspor manggis. Getah kuning terdapat dalam saluran getah yang terdiri atas lumen besar yang dikelilingi oleh dinding sel-sel epitel yang khas (Dorly *et al.* 2008). Getah kuning akan menjadi masalah bila sel epitel penyusun saluran getah menjadi lemah dan ketiduan pecah. Pecahnya sel epitel disebabkan perubahan air tanah yang ekstrim selama proses perkembangan buah (Syah *et al.* 2009; Pechkeo *et al.* 2007), serta perbedaan laju pertumbuhan antara biji dan aril dengan bagian perikarp buah selama fase pembesaran buah (Poerwanto *et al.* 2010).

Pecahnya saluran getah kuning disebabkan oleh rendahnya kandungan Ca pada perikarp buah. Kalsium berperan untuk meningkatkan rigiditas dinding sel sehingga kekurangan Ca dapat menyebabkan pecahnya dinding sel epitel penyusun saluran getah kuning buah manggis. Kalsium sangat berperan meleperkokoh dinding sel epitel saluran getah kuning, akan tetapi Ca merupakan hara *immobile* yang serapannya mengikuti laju aliran transpirasi sehingga hanya sedikit Ca yang terakumulasi dalam buah.

Unsur hara yang mengikuti laju aliran transpirasi seperti Ca sangat sering mengalami defisiensi pada bagian yang tidak melakukan transpirasi yang besar seperti buah. Buah merupakan komponen utama makanan manusia, sumber serat, vitamin, dan fitonutrien sehingga penting untuk menjaga kualitas buah.

Salah satu upaya untuk meningkatkan serapan Ca ke buah adalah aplikasi Ca dan NAA. Menurut Karin (2013) NAA merupakan senyawa dengan aktifitas biologi untuk pembelahan dan pembesaran sel. Menurut Gustafson (1936) auksin dapat mencegah kerontokan organ tanaman dan mendukung perpanjangan sel. Pada beberapa penelitian NAA dapat meningkatkan penyerapan Ca ke buah. Auksin dapat meningkatkan penyerapan Ca ke buah tomat (Abbasi *et al.* 2013). Aplikasi  $\text{CaCl}_2$  dengan NAA dilaporkan meningkatkan konsentrasi Ca pada buah apel (Tomala dan Dilley 1990). Menurut Wen *et al.* (1991) NAA memainkan peranan penting dalam transpor Ca pada kubis cina dan menurut Dong *et al.* (2005) bahwa kombinasi penyemprotan NAA dan  $\text{CaCl}_2$  menyebabkan mobilisasi  $\text{CaCl}_2$  yang lebih baik pada tomat.

Berdasarkan uraian tersebut dihipotesiskan bahwa pembelahan sel pada buah manggis karena aplikasi NAA akan menjadikan buah sebagai *sink* yang kuat karena sel yang baru terbentuk membutuhkan Ca untuk menempati dan menyusun struktur dinding sel. Ketika buah menjadi *sink* yang kuat maka Ca yang dibutuhkan oleh dinding sel epitel untuk memperkuat saluran getah kuning akan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

tersedia sehingga sel epitel tetap kokoh. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh interaksi antara Ca dan NAA dalam mengendalikan kejadian getah kuning buah manggis.

## Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Desa Kamba, Kecamatan Pamona Timur, Kabupaten Poso, Sulawesi Tengah pada bulan Oktober 2015 hingga April 2016. Pengamatan terhadap cemaran getah kuning dilakukan di Laboratorium Ilmu Alamiah Dasar Universitas Sintuwu Maroso Poso. Analisis kimia tanah dan jaringan tanaman dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah IPB.

Didesa Kamba manggis dijadikan sebagai tanaman pekarangan dan sebagian besar masyarakat membudidayakan manggis di kebun-kebun dekat rumah. Berdasarkan data sekunder yang diperolah, 100% warga membudidayakan manggis. Kendala yang didapatkan dalam budidaya manggis adalah rendahnya kualitas buah akibat tingginya kejadian getah kuning. Secara turun temurun budidaya tanaman manggis dilakukan secara tradisional karena kurangnya informasi teknologi budidaya manggis.

Desa Kamba terletak pada ketinggian 700 mdpl dengan kandungan hara tanah seperti pada Tabel 15.

Tabel 15 Kandungan hara dan tekstur tanah pada tanah areal kebun manggis Desa Kamba Kabupaten Poso

Sifat Tanah	Hasil Analisis*
pH H <sub>2</sub> O	4.40
KCL	3.79
Corg %	0.66
N total%	0.10
P bray (ppm)	0.35
P HCl (ppm)	53.28
Ca (cmol <sup>(+)</sup> /kg)	0.57
Mg (cmol <sup>(+)</sup> /kg)	0.63
K (cmol <sup>(+)</sup> /kg)	0.12
Na (cmol <sup>(+)</sup> /kg)	0.10
KTK (cmol <sup>(+)</sup> /kg)	8.09
KB (%)	38.24
Al (cmol <sup>(+)</sup> /kg)	2.39
H (cmol <sup>(+)</sup> /kg)	0.17
Fe (ppm)	75.53
Cu (ppm)	1.92
Zn (ppm)	1.02
Mn (ppm)	48.97
Pasir (%)	49.94
Debu (%)	31.73
Liat (%)	18.33

\*) Analisis dilakukan di Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, IPB)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dolomit, NAA, NaCl, aquades, buah manggis yang berasal dari 24 pohon berumur 40 tahun yang berada pada fase pembungaan dengan antara jarak tanam 4 m x 4 m sampai 6 m x 6 m dengan kanopi yang relatif seragam. Alat yang digunakan terdiri atas mikroskop binokuler, mikroskop trinokuler olympus BX51, elenmeyer, kertas *whatman*, *centrifuge*, dan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) untuk mengukur persentase kandungan Ca pada perikarp buah.

## Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok faktorial yang terdiri atas 2 faktor yaitu dosis Ca yang terdiri atas 2 taraf yaitu 0 kg/pohon/tahun dan 4.8 kg/pohon/tahun atau setara dengan 16 kg dolomit/pohon/tahun. Konsentrasi NAA yang terdiri atas 4 taraf yaitu 0, 200, 400, dan 600 ppm. Terdapat 8 kombinasi perlakuan yang diulang 3 kali sehingga terdapat 24 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan menggunakan 1 pohon. Model linier yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan :

$$1 = 2 ; j = 1, 2, 3, 4$$

$Y_{ijk}$	= nilai pengamatan pada faktor dosis Ca ke-i dan konsentrasi NAA ke-j
$\mu$	= rataan umum
$\alpha_i$	= pengaruh faktor dosis Ca ke-i
$\beta_j$	= pengaruh faktor konsentrasi NAA ke-j
$(\alpha\beta)_{ij}$	= pengaruh interaksi antara faktor dosis Ca dan konsentrasi NAA
$\epsilon_{ijk}$	= pengaruh galat dosis Ca ke-i dan naungan ke-j

## Prosedur Percobaan

Aplikasi Ca saat antesis dengan cara ditabur dalam larikan yang dibuat pada sekeliling pohon manggis di bawah tajuk tanaman lalu ditutup kembali dengan tanah, sedangkan NAA diberikan 1 minggu setelah antesis (MSA) dengan cara menyemprot buah sesuai dengan perlakuan sampai semua bagian buah basah yaitu 5 ml/buah. Dosis Ca yang digunakan adalah 0 dan 4.8 kg Ca/pohon/tahun. Dosis 4.8 kg Ca/pohon/tahun merupakan dosis terbaik berdasarkan hasil penelitian Tanari dan Tinggogoy (2014).

Panen dilaksanakan secara serentak pada 16 MSA. Jumlah buah yang digunakan adalah 19 buah perpohon sehingga total buah yang digunakan adalah 456 buah.

## Pengamatan

Pengamatan hara awal dilakukan sebelum aplikasi Ca. Pengamatan terhadap cemaran getah kuning serta sifat fisik dan kimia buah dilakukan setelah buah dipanen. Pengamatan terhadap persentase buah yang aril dan kulitnya

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

tercemar getah kuning dilakukan untuk mengetahui persentase cemaran pada buah yang diamati. Buah dianggap tercemar meskipun getah kuning yang mengotori aril atau kulit hanya sedikit. Skor cemaran getah kuning menunjukkan tingkat keparahan getah kuning yang mencemari buah, diperangkatkan dari 1 (baik sekali) sampai 5 (buruk sekali). Pengamatan terhadap saluran sekretori getah kuning dilakukan setelah buah dipanen (16 MSA).

- a. Pengamatan saluran sekretori getah kuning  
Pengamatan saluran sekretori getah kuning dilakukan menggunakan mikroskop binokuler dan trinokuler dengan perbesaran 4 dan 10 kali.
- b. Pengamatan skor buah yang bergetah kuning di aril dan kulit buah seperti pada bagian 3A
- c. Pengamatan terhadap jumlah juring tercemar getah kuning seperti pada bagian 3A
- d. Pengamatan terhadap persentase buah yang bergetah kuning di aril dan kulit seperti pada bagian 3A
- e. Pengamatan kandungan Ca total seperti pada bagian 3B
- f. Pengamatan kandungan Ca pektat seperti pada bagian 3B
- g. Pengamatan terhadap sifat fisik buah manggis seperti pada bagian 4
- h. Pengamatan terhadap padatan terlarut total seperti pada bagian 4
- i. Asam terlarut total (%)

Aril diperas dan disaring menggunakan kain saring, kemudian hasil saringan ditimbang sebanyak 20 g. Bahan tersebut ditambahkan aquades hingga total larutan 100 ml. Sebanyak 25 ml larutan ditempatkan kedalam erlenmeyer dan diberi indikator PP (phenolphthalein) sebanyak empat tetes. Selanjutnya campuran larutan dititrasi dengan larutan NaOH 0.1 N. Titrasi dilakukan hingga terbentuk warna merah muda yang stabil. Perhitungan asam terlarut total dilakukan dengan rumus:

$$ATT = \frac{ml\ NaOH \times N\ NaOH \times fp \times 64}{mg\ contoh} \times 100\ %$$

Keterangan:

ml NaOH = volume NaOH yang terpakai pada titrasi

N NaOH = normalitas NaOH (0.1 N)

fp = faktor pengenceran (100/25)

64 = faktor asam dominan

mg contoh = 10.000 mg

## Analisis Data

Data persentase buah yang tercemar getah kuning serta sifat fisik dan kimia buah dianalisis dengan menggunakan analisis ragam kemudian dilakukan pengujian lanjut dengan menggunakan *Duncan multiple range test* (DMRT) pada taraf 5% dan 1%. Variabel skor buah yang aril dan kulitnya tercemar getah kuning diuji dengan uji *Kruskal wallis* dan uji dunn. Perangkat lunak untuk analisis sidik

ragam adalah *Statistical Analysis System* (SAS) 9.4, sedangkan untuk *Kruskal wallis* menggunakan *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS statistic 17.0).

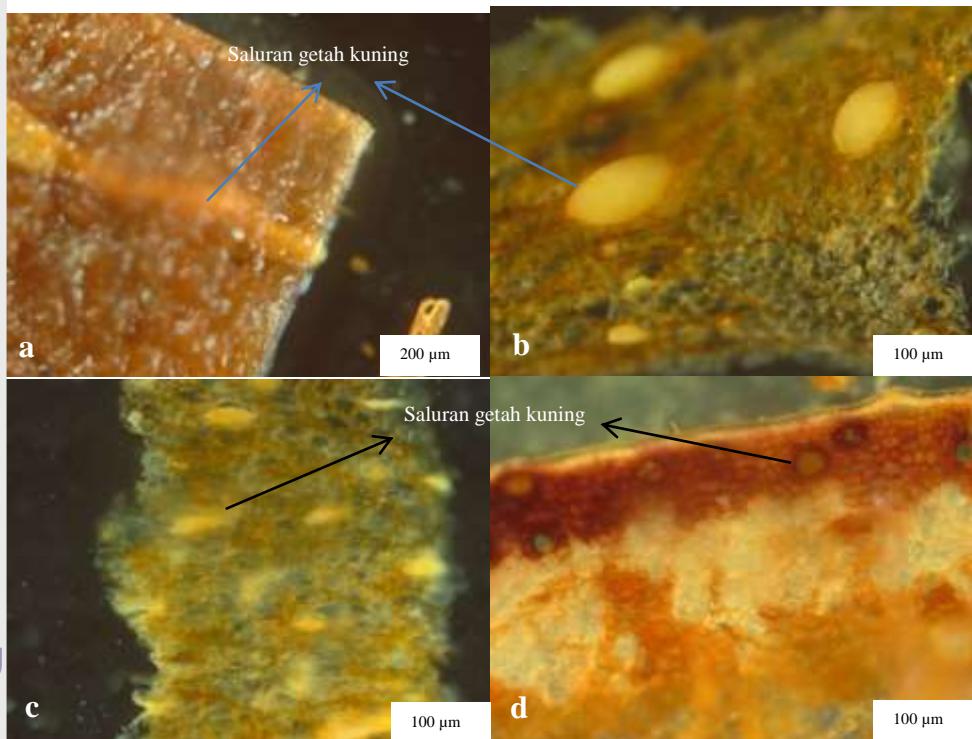
## Hasil dan Pembahasan

### Saluran Sekretori Getah Kuning

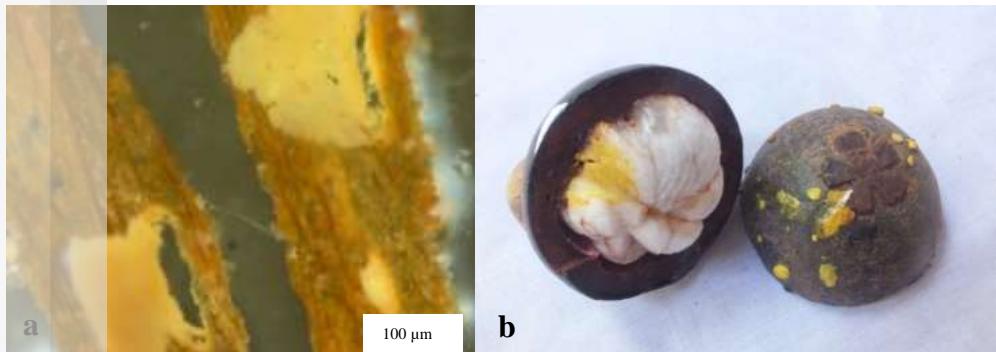
Pengamatan terhadap saluran sekretori getah kuning dilakukan untuk melihat struktur saluran getah kuning pada bagian-bagian perikarp buah yaitu pada endokarp, mesokarp dan eksokarp. Hasil pengamatan disajikan pada Gambar 19.

Saluran getah kuning berupa kanal memanjang seperti yang disajikan pada Gambar 19a. Diameter saluran sekretori getah kuning yang lebih besar dijumpai pada bagian endokarp kemudian pada mesokarp dan bagian eksokarp buah (Gambar 19b 19c, dan 19d). Dorly *et. al* (2008) melaporkan bahwa diameter saluran getah kuning pada bagian endokarp buah lebih besar dibanding dengan diameter pada bagian mesokarp dan eksokarp. Diameter endokarp buah tua adalah 1125-262.5  $\mu\text{m}$ , 67.5-175.0  $\mu\text{m}$  pada mesokarp dan 30.0-82.5  $\mu\text{m}$  pada bagian eksokarp buah.

Gambar 20a memperlihatkan getah kuning yang keluar dari saluran getah kuning pada bagian endokarp buah. Getah kuning yang keluar dari saluran getah menyebabkan cemaran pada aril dan kulit buah seperti pada Gambar 20b.



Gambar 19. Saluran getah kuning berbentuk saluran memanjang (a), saluran getah kuning pada endokarp buah (b), saluran getah kuning pada mesokarp buah (c), saluran getah kuning pada eksokarp buah (d)



Gambar (20). Saluran getah kuning yang pecah (a) dan gambar aril dan kulit yang tercemar getah kuning (b)

### Cemaran Getah Kuning pada Aril dan Kulit

Hasil analisis tanah awal pada lahan percobaan di Desa Kamba, kandungan Ca tanah termasuk dalam kategori rendah ( $0.57 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ ). Berdasarkan kriteria penilaian sifat-sifat kimia tanah oleh Pusat Penelitian Tanah (1982), kandungan Ca  $<2 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$  dikategorikan sangat rendah. Rendahnya kandungan Ca tanah pada lokasi penelitian berpengaruh terhadap rendahnya pasokan Ca ke buah manggis, menyebabkan terjadinya kelainan fisiologis berupa cemaran getah kuning. Tabel 16 memperlihatkan bahwa terjadi penurunan cemaran getah kuning pada aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun pada peubah persentase dan skor buah yang bergetah kuning di aril dan kulit buah. Hasil ini memperkuat hasil sebelumnya bahwa Ca berperan dalam meningkatkan kualitas buah manggis dengan menurunkan cemaran getah kuning. Menurut Martias *et al.* (2012) cemaran getah kuning secara langsung dikendalikan oleh ketersediaan Ca dalam tanah. Menurut Combrink (2013) dan Jemric *et al.* (2016) defisiensi Ca menyebabkan timbulnya kelainan fisiologi pada apel dan beberapa tanaman buah. Hocking *et al.* (2016) menyatakan bahwa bila suplai dan transport Ca rendah, akan terjadi defisiensi Ca yang menyebabkan kerusakan membran dan dinding sel pada buah.

Konsentrasi 200 ppm NAA merupakan konsentrasi terbaik pada semua peubah cemaran getah kuning yang diamati berbeda nyata dengan konsentrasi yang lain, kecuali pada peubah skor buah yang tercemar getah kuning di aril. Pada peubah tersebut perlakuan konsentrasi 200 ppm NAA tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 400 ppm.

Kombinasi Ca dan NAA terbukti menurunkan cemaran getah kuning pada aril dan kulit buah manggis. Kandungan Ca pektat perikarp pada perlakuan kombinasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun dengan 200 ppm NAA sama baiknya dengan perlakuan kombinasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun dengan NAA 0 ppm. Persentase buah yang tercemar getah kuning pada kulit, aril dan juring serta kandungan Ca pektat perikarp disajikan pada Tabel 17.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 16. Persentase dan skor buah yang juring, aril dan kulitnya tercemar getah kuning pada 16 MSA pada interaksi perlakuan Ca dan NAA di Desa Kamba Kabupaten Poso

Perlakuan	Persentase			Skor	
	Juring	Aril	Kulit	Aril	Kulit
Ca/pohon/tahun					
0	8.2a	23.2a	56.6a	1.51a	2.00a
4.8	2.2b	10.9b	34.2b	1.16b	1.40b
NAA (ppm)					
0	10.4a	27.1a	42.1b	1.51a	1.74a
200	2.2c	6.1c	32.5c	1.17c	1.32c
400	3.6b	19.1b	63.2a	1.25c	1.91a
600	4.8b	15.8b	43.9b	1.42b	1.69b
Interaksi	**	**	**	**	**

Keterangan: Data diuji berdasarkan uji peringkat *Kruskal-Wallis*. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan uji Dunn. \*\* sangat nyata

Tabel 17. Persentase buah yang juring, aril dan kulitnya tercemar getah kuning Serta kandungan Ca pektat perikarp pada interaksi perlakuan Ca dan NAA 16 MSA di Desa Kamba Kabupaten Poso

Perlakuan	Buah yang tercemar getah kuning (%)				Ca pektat perikarp (ppm)	
	Ca (kg/pohon/tahun)	NAA (ppm)	Juring	Aril		
0	0	0	17.8a	36.8a	56.1b	141.67c
		200	4.3bc	12.3b	52.6b	123.87c
		400	4.9ab	29.8a	66.7a	131.73c
		600	5.8c	14.0b	50.6b	151.53b
	4.8	0	3.0bc	17.5b	28.1c	196.00ab
		200	0.0d	0.0c	12.3d	216.40a
		400	2.3cd	8.8bc	59.7b	156.40bc
		600	3.7bc	17.5b	36.8c	141.07c

Keterangan: Data diuji berdasarkan uji peringkat *Kruskal-Wallis* (% cemaran) dan analisis sidik ragam (kandungan Ca pektat). Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan uji Dunn

Data pada Tabel 17 menunjukkan bahwa walaupun memiliki kandungan Ca pektat perikarp yang sama, namun kombinasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun dengan NAA 0 ppm menyebabkan penurunan cemaran getah kuning sebesar 83.1% pada juring, 52.4% pada aril dan 49.9% pada kulit sedangkan kombinasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun dengan NAA 200 ppm menurunkan cemaran getah kuning sebesar 100% pada juring dan aril buah, 78% pada kulit dibandingkan dengan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

kontrol. Dengan demikian perlakuan kombinasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun dan 200 ppm NAA lebih efektif dalam menurunkan persentase buah yang tercemar getah kuning pada juring, aril serta kulit.

Aplikasi NAA diduga menyebabkan peningkatan pembelahan sel sehingga terbentuk bidang-bidang apoplas baru pada buah. Buah menjadi *sink* yang kuat karena bidang-bidang yang baru terbentuk membutuhkan Ca untuk menyusun struktur dinding selnya. Keberadaan Ca yang tinggi pada dinding sel epitel menyebabkan sel penyusun saluran sekretori menjadi kuat sehingga getah tidak keluar mencemari aril dan kulit buah manggis. Menurut Taiz dan Zeiger (2010) Ca merupakan *konstituen* lamela tengah pada dinding sel dan menurut Marschner (2012) proporsi Ca yang tinggi ditemukan pada dinding sel (apoplas).

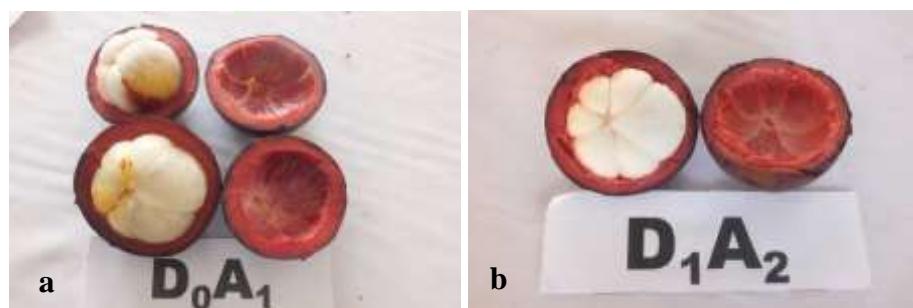
Aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun dengan NAA 200 ppm menghasilkan skor buah yang kulitnya tercemar getah kuning lebih rendah dibandingkan dengan semua kombinasi perlakuan lainnya, sedangkan pada peubah skor buah yang arilnya tercemar getah kuning, aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun dengan NAA 200 maupun 400 ppm sama baiknya dalam menurunkan cemaran (Tabel 18). Skor buah yang tercemar getah kuning pada aril dengan perlakuan 0 kg Ca/pohon/tahun dan 0 ppm NAA serta perlakuan 4.8 kg Ca/pohon/tahun dan 200 ppm disajikan pada Gambar 21.

Tabel 18. Skor buah yang aril dan kulitnya tercemar getah kuning pada 16 MSA pada interaksi perlakuan Ca dan NAA di Desa Kamba Kabupaten Oso

Perlakuan	Ca (kg/pohon/tahun)	NAA (ppm)	*Skor cemaran getah kuning	
			Aril	Kulit
0	0	0	1.93a	2.16ab
		200	1.26bc	1.51c
		400	1.29b	2.36a
		600	1.28c	1.95b
	4.8	0	1.17c	1.32d
		200	1.00d	1.14e
		400	1.14cd	1.45c
		600	1.33bc	1.44cd

Keterangan: Data skoring diuji berdasarkan uji peringkat Kruskal-Wallis. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan uji Dunn 1%. \*Skor 1: Baik sekali; skor 2: Baik; skor 3: Cukup baik; skor 4: Buruk; skor 5: Buruk sekali

Skor getah kuning menunjukkan tingkat keparahan getah yang mencemari aril ataupun kulit buah, semakin besar skor berarti semakin parah kejadian getah kuning. Data pada Tabel 18 menunjukkan bahwa terjadi penurunan tingkat keparahan getah kuning karena aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun dengan 200 ppm NAA, baik pada aril maupun pada kulit buah. Konsentrasi Ca yang rendah pada sel epitel penyusun saluran getah akan menyebabkan tingkat keparahan cemaran getah menjadi lebih besar. Menurut hasil penelitian de Freitas *et al.* (2010, 2011) kondisi  $\text{Ca}^{2+}$  apoplastik yang rendah sangat berhubungan dengan kebocoran membran plasmolisis bahkan kematian sel pada buah apel dan tomat.



Gambar 21. Skor buah yang tercemar getah kuning pada aril dengan perlakuan 0 kg Ca/pohon/tahun dan 0 ppm NAA (a) perlakuan 4.8 kg Ca/pohon/tahun dan 200 ppm NAA.

Peningkatan kandungan Ca pektat pada perikarp buah menyebabkan penurunan persentase dan skor buah yang tercemar getah kuning (Tabel 17 dan 18). Hal ini membuktikan bahwa Ca pektat dapat memperkokoh sel epitel sehingga keberadaannya dapat mencegah getah keluar dari lumen dan mencemari aril dan kulit buah. Menurut Saure (2005) Ca dapat menstabilkan membran sel untuk menjaga dari kerusakan fisiologi karena kekurangan Ca pada buah apel. Hasil penelitian Abbasi *et al.* (2013) menunjukkan bahwa kombinasi NAA dan Ca melalui aplikasi penyemprotan langsung pada buah menghasilkan kandungan Ca yang lebih tinggi dibandingkan dengan buah yang diberi perlakuan hanya dengan Ca pada buah tomat.

Tingginya kadar Ca pada apoplas buah tomat berkontribusi pada penghambatan hidrolisis pektin. Hidrolisis pektin menyebabkan lemahnya dinding sel dan turunnya daya kohesi yang mengikat sel yang satu dengan sel lainnya (Pantastico 1986; Huber *et al.* 2001). Auliani (2010) melaporkan bahwa peningkatan kadar Ca pektat kulit buah manggis mempengaruhi kekerasan kulit buah tersebut. Adanya Ca dalam buah akan membentuk ikatan bersama melalui jembatan ion Ca.

Interaksi yang menarik antara Ca dan NAA memberikan efek yang signifikan. Terjadi penurunan Ca pektat pada perlakuan kombinasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun dan NAA 600 ppm yang menyebabkan peningkatan persentase cemaran getah kuning baik pada juring, aril maupun kulit. Pada konsentrasi yang lebih besar dari 200 ppm persentase dan skor cemaran getah kuning pada kulit meningkat, sedangkan pada aril dan juring meningkat pada konsentrasi yang lebih besar dari 400 ppm (Tabel 17 dan 18). Diduga konsentrasi NAA yang tinggi menghambat pertumbuhan sel tanaman (menghambat pertumbuhan sel apoplas baru). Dengan demikian bidang-bidang baru tidak tersedia untuk Ca. Seperti halnya pada hasil penelitian Vince dan Zoltan (2011) bahwa konsentrasi auksin yang optimal untuk pertumbuhan (pemanjangan) batang kacang polong dan koloptil oat adalah  $10^{-6}$  sampai  $10^{-5}$  M (0.355 ppm sampai 0.0355 ppm), penghambatan terjadi ketika konsentrasi auksin melebihi tingkat optimal tersebut. Hasil tersebut membuktikan bahwa konsentrasi NAA yang melebihi tingkat kebutuhan optimum dapat bersifat menghambat.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

### Sifat Fisik dan Kimia Buah Manggis

Perlakuan dosis Ca, konsentrasi NAA serta kombinasi keduanya memiliki pengaruh yang sama terhadap bobot buah dan bagian-bagiannya (Tabel 19). Menurut Danner *et al.*, (2015) aplikasi Ca menyebabkan peningkatan kekerasan buah apel tetapi tidak mempengaruhi bobot buah. Demikian pula pada manggis, aplikasi Ca menurunkan cemaran getah kuning tetapi tidak mempengaruhi bobot buah manggis Kurniawan *et al.* (2016).

Aplikasi 300 dan 400 mg L<sup>-1</sup> NAA meningkatkan ukuran buah jeruk Nova mandarin dan jeruk Satsuma mandarin (Greenberg *et al.* 2006; Amiri *et al.* 2013), berbeda dengan hasil penelitian ini yang menghasilkan data rata-rata bobot buah manggis yang cenderung mengalami penurunan karena peningkatan konsentrasi NAA. Diduga konsentrasi NAA yang lebih besar dari 400 ppm menghambat pertumbuhan sel sehingga menyebabkan penurunan bobot buah manggis dan juga meningkatkan cemaran getah kuning manggis. Kramer dan Ackelsberg (2015) menyatakan bahwa auksin berperan dalam semua aspek pertumbuhan dan perkembangan tanaman dan menurut Thimann (2008) selain berperan untuk meningkatkan pertumbuhan, auksin juga bersifat menghambat pertumbuhan.

Tabel 19 Bobot buah dan bagian-bagiannya pada perlakuan Ca dan NAA serta interaksi Ca dan NAA 16 MSA di Kabupaten Poso

Perlakuan	Bobot (g)					
	Buah	Kulit	Sepal	Tangkai	Aril	Biji
Ca/pohon/tahun						
0	74.16	47.27	1.57	1.13	22.74	0.96
4.8	76.31	48.91	1.66	1.10	22.78	1.10
NAA (ppm)						
0	87.28	56.14	1.73	1.29	26.47	1.10
200	76.03	48.75	1.65	1.13	22.70	1.18
400	72.15	46.45	1.58	1.10	21.55	0.88
600	65.49	41.02	1.48	0.94	20.31	0.80
Interaksi	tn	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: tn= tidak nyata

Selain pengamatan terhadap sifat fisik buah, pengamatan terhadap sifat kimia buah perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap sifat kimia berupa PTT dan asam terlarut total (ATT). Perlakuan tidak memberikan pengaruh terhadap sifat kimia buah (Tabel 20).

Nilai padatan terlarut total menggambarkan tingkat kemanisan buah manggis yang diamati. Rasa manis pada daging buah dipengaruhi oleh kadar sukrosa. Daging buah yang manis menunjukkan kadar sukrosa yang tinggi dan rasa daging buah yang kurang manis menunjukkan kadar sukrosa yang rendah.

Tabel 20. Padatan terlarut total dan asam tertitrasi total pada 16 perlakuan Ca dan NAA serta interaksi Ca dan NAA di desa Kamba Kabupaten Poso

Perlakuan		PTT ( $^{\circ}$ brix)	ATT (%)
Ca (kg/pohon)	NAA (ppm)		
4.8	0	15.13	0.66
	200	15.87	0.56
	400	16.30	0.56
	600	15.47	0.65
	0	15.87	0.59
	200	14.60	0.67
	400	15.43	0.50
	600	15.40	0.59
U/F		tn	tn

Keterangan: tn= tidak nyata

PTT buah pada perlakuan ini berkisar 15-16  $^{\circ}$ brix, lebih rendah dibandingkan dengan PTT buah manggis di lampung yang berkisar 19 - 20  $^{\circ}$ brix (Tafari 2012; Depari 2011; Primilestari 2012, Sumiasih 2012), Leuwiliang dan Sukabumi yang berkisar 17- 19 (Kurniadina 2015; Kurniawan 2016). Nilai PTT pada manggis di tempat penelitian lebih rendah dibanding kisaran PTT menurut Kader (2006) yang menyatakan bahwa kandungan PTT buah manggis yang telah matang umumnya adalah 17 – 20  $^{\circ}$ brix dan menurut Dorly (2009) sekitar 18 – 20  $^{\circ}$ brix. Perbedaan nilai PTT antara beberapa lokasi penelitian diduga disebabkan oleh perbedaan kandungan hara pada masing-masing lokasi penelitian. Salah satu unsur hara yang mempengaruhi kandungan PTT pada buah adalah kalium. Kalium memiliki peran penting dalam meningkatkan kadar PTT pada buah. Menurut hasil penelitian Caretto *et al.* (2008), Nemr *et al.* (2012) dan Ahmad *et. al* (2015) kadar K yang meningkat dalam larutan nutrisi menghasilkan peningkatan kandungan padatan terlarut total tomat. Berdasarkan hasil pengujian tanah di Kamba, Lampung, Leuwiliang dan Sukabumi diketahui bahwa kandungan unsur kalium masing-masing adalah 0.12 0.22, 0.42, 0.33 me/100 g. Berdasarkan penilaian sifat-sifat kimia tanah oleh Pusat Penelitian Tanah (1982) kandungan K yang rendah berkisar 0.1 – 0.3 me/100 g sedangkan 0.4 – 0.5 me/100 g tergolong sedang.

## Simpulan

Aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun dengan NAA 200 ppm sebanyak 5 ml/buah efektif meningkatkan kandungan Ca pektat perikarp dan menurunkan persentase buah tercemar getah kuning menjadi 0% pada juring dan aril serta 12.3% pada kulit dibandingkan dengan kontrol dengan cemaran getah kuning sebesar 17.8% pada juring, 36.8% pada aril dan 56.1% pada kulit buah. Sifat fisik dan kimia buah tidak dipengaruhi oleh aplikasi Ca dan NAA.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
     a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
     b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## 6 POLA SERAPAN KALSIUM ANTAR STADIA PERTUMBUHAN DAUN DAN BUAH MANGGIS

### Abstrak

Ca merupakan unsur yang *immobile*, tidak dapat diretranslokasi dari jaringan tanaman sehingga daun muda dan buah yang sedang berkembang secara penuh bergantung pada pengiriman Ca dalam aliran transpirasi melalui xilem. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kandungan Ca pada daun dan buah pada setiap stadia pertumbuhan tanaman manggis. Penelitian menggunakan metode *destructive sampling* dan dianalisis menggunakan sidik ragam. Pengamatan terhadap kandungan Ca buah dilakukan pada saat panen dan pengamatan terhadap kandungan Ca daun dilakukan pada stadia tribus awal, tribus penuh, daun dewasa dan daun dorman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Ca pada stadia daun dewasa tidak berbeda nyata dengan kandungan Ca daun dorman, tetapi nyata lebih tinggi dibanding dengan kandungan Ca pada stadia tribus awal dan tribus penuh. Kandungan Ca oksalat cenderung lebih tinggi pada daun dibandingkan dengan Ca pektat.

Kata kunci: Ca fosfat, Ca oksalat, Ca pektat, Ca terlarut, dormansi, tribus awal, tribus penuh

### CALCIUM ABSORPTION PATTERNS IN DIFFERENT MANGOSTEEN LEAF AND FRUIT GROWTH STAGE

### Abstract

Ca is an immobile element, it cannot be retranslocated from plant tissue so that young and developing fruits depend on Ca delivery from the transpiration stream of xylem. The purpose of this research was to determine the content of Ca in leaves and fruits at each stage of growth of mangosteen plants. The research used destructive sampling method and analysis of variance. Observation on fruit Ca content was done at harvest time and observation of leaf Ca content was done at early tribus stadium, full tribus, mature leaf and dormant leaf. The results showed that Ca content in mature leaf stadia was not significantly different with Ca content in dormant leaf, but significantly higher than Ca content in early flush stadium and full flush. Ca oxalate content tends to be higher in leaves compared with Ca pectate.

Keywords: Ca phosphate, Ca oxalate, Ca pectate, dissolved Ca, dormancy, early tribus, full tribus

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## Latar belakang

Kalsium merupakan hara yang terlibat secara langsung dalam mengurangi getah kuning pada manggis. Peningkatan hara Ca dalam tanah berpengaruh terhadap peningkatan kandungan Ca perikarp yang kemudian menyebabkan penurunan cemaran getah kuning pada aril dan kulit buah (Depari 2011; Primilestari 2012; Purnama *et al.* 2013). Serapan Ca dari tanah dan translokasi ke organ yang berbeda di tanaman, termasuk buah, dikendalikan oleh berbagai faktor sepanjang jalur tanah – akar – buah. Dari permukaan akar, Ca bergerak menuju endodermis sel akar melalui jalur apoplastik atau simplastik.

 Kalsium merupakan unsur yang *immobile*, tidak dapat diretranslokasi dari jaringan tanaman sehingga daun muda dan buah yang sedang berkembang secara penuh bergantung pada pengiriman Ca dalam aliran transpirasi melalui xilem (Baugert 1979). Berdasarkan hal tersebut diduga bahwa kandungan Ca pada setiap stadia pertumbuhan daun berbeda, demikian juga pada buah yang memiliki laju transpirasi lebih rendah dibandingkan daun.

Kalsium merupakan kation divalen yang berfungsi menstabilkan membran melalui interaksi dengan kelompok fosfolipid yang bermuatan negatif yang dengan demikian mempengaruhi fungsi membran. Akan tetapi Ca tidak dapat diretranslokasi dari jaringan yang lebih tua ke jaringan muda dan translokasi dalam tanaman mengikuti aliran transpirasi xilem (Gardner 1991). Karena Ca memiliki mobilitas yang rendah dalam floem, menyebabkan impor Ca ke organ *sinks* seperti tunas, daun atau buah muda berlangsung hampir secara eksklusif di xilem dan menyebabkan kekurangan Ca terjadi pada daun-daun muda dan jaringan dengan laju transpirasi yang rendah (White dan Brodley 2003). Menurut Buwalda dan Smith (1987), daun mengandung 85% sampai 93% Ca dari total serapan Ca, hal ini menegaskan bahwa kandungan Ca pada daun lebih tinggi dibandingkan dengan buah (Xiloyannis *et al.* 2001).

Pengamatan terhadap kandungan Ca pada stadia perkembangan daun dan pada perikarp buah dilakukan pada percobaan ini. Diperlukan informasi kandungan Ca pada daun dan bagian buah untuk mengetahui/memastikan waktu aplikasi yang tepat berdasarkan serapan Ca ke buah dan daun.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kandungan Ca daun dan perikarp pada setiap stadia pertumbuhan manggis.

## Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Desa Tandolala Kecamatan Poso Pusalemba Kabupaten Poso Sulawesi Tengah pada bulan April 2016 hingga Oktober 2016. Persiapan sampel dilakukan di Laboratorium Alamiah Dasar Universitas Sintuwu Maroso, dan analisis kandungan Ca daun dan buah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah IPB.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Bahan percobaan adalah buah dan daun manggis dari 5 tanaman yang berumur kurang lebih 40 tahun dengan tinggi 16 meter dengan diameter kanopi 4 meter. Tanaman yang digunakan merupakan tanaman yang digunakan pada bagian percobaan 1B (bagian 3), dolomit, NaCl, asam asetat, HCl.

## Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan metode *destructive sampling*, yaitu sampel diambil pada masing-masing stadia kemudian dianalisis menggunakan sidik ragam. Data dianalisis menggunakan sidik ragam. Data yang berbeda nyata diuji lanjut menggunakan *Duncan multiple range test* (DMRT) pada taraf 5%.

## Prosedur Percobaan

Aplikasi Ca dilakukan pada saat bunga mekar dengan cara ditabur pada larikan dibawah kanopi pohon. Pengambilan sampel buah dilakukan pada saat panen (16 MSA) dan pengambilan sampel daun dilakukan setiap stadia pertumbuhan tanaman yaitu pada stadia trubus awal, trubus penuh, daun dewasa serta dormansi (Hidayat *et al.* 2005). Pengujian sampel dilakukan di laboratorium. Data penelitian dianalisis menggunakan sidik ragam.

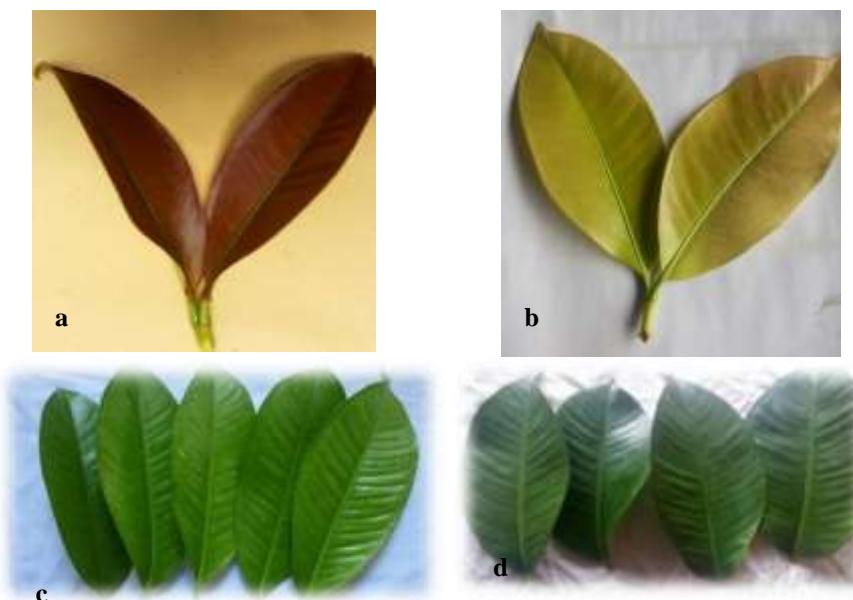
Pengambilan sampel buah dilakukan saat panen dan pengambilan sampel daun dilakukan secara destruktif dari trubus awal hingga dormansi. Pengambilan sampel daun dilakukan dengan mengambil daun terminal pada empat arah mata angin.

## Pengamatan

Pengamatan dimulai pada April 2016 hingga Oktober 2016. Pengambilan sampel buah dilakukan pada bulan April 2016, sampel daun untuk stadia trubus awal dan trubus penuh dilakukan pada bulan Juni 2016, daun dewasa pada Juli 2016 dan pengambilan sampel pada stadia dormansi pada September 2016. Pada lokasi penelitian masa berbunga sering berlangsung pada Oktober dan panen pada Maret tahun berikutnya, akan tetapi pada tahun 2016 tanaman manggis tidak mengalami fase berbunga. Diduga penyebab dari tidak berbunganya tanaman adalah karena tingginya curah hujan pada lokasi penelitian. Curah hujan rata-rata pada bulan September, Oktober, November dan Desember berturut-turut adalah 247.0, 242.9; 213.1; 232.0 mm/bulan dibandingkan bulan yang sama pada tahun 2015 dengan rata-rata curah hujan 88.3; 78.2; 271.9; 113.0 mm/bulan. Keadaan ini menyebabkan tidak terinduksinya pembungan tanaman manggis.

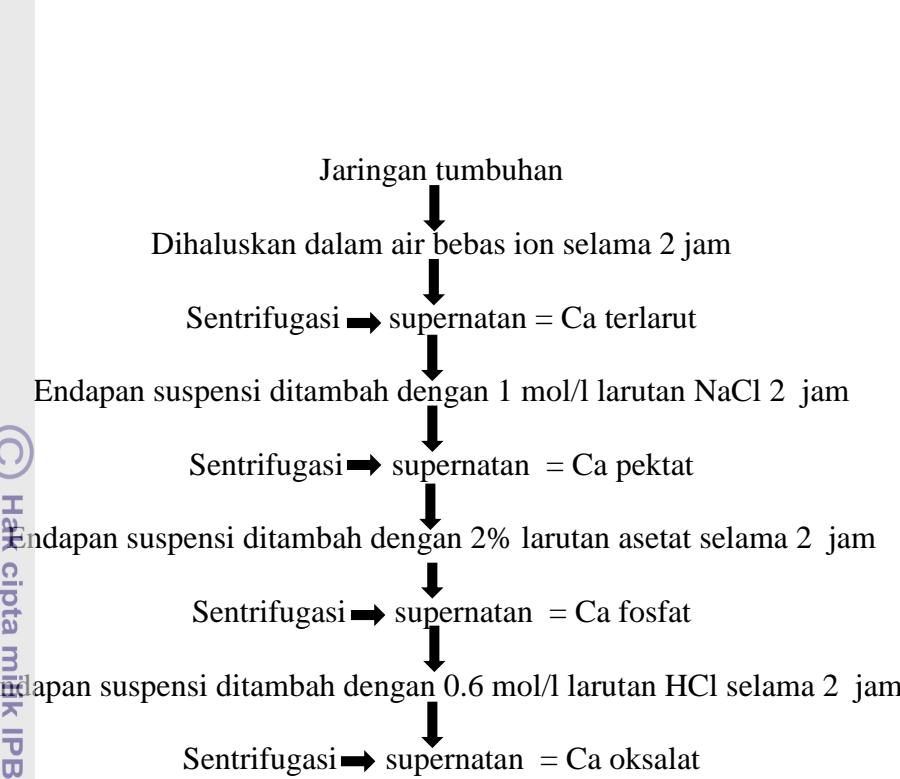
Pengamatan dilakukan terhadap:

1. Kandungan Ca buah  
Prosedur analisis kandungan Ca buah seperti pada bagian 3B pengamatan f.
2. Kandungan Ca terlarut, Ca pektat, Ca fosfat dan Ca oksalat pada stadia tribus awal, tribus penuh, daun dewasa dan stadia dormansi. Gambar daun pada stadia tribus awal, tribus penuh, daun dewasa dan stadia dormansi disajikan pada Gambar 22.



Gambar 22. Daun manggis pada stadia tribus awal (a), tribus penuh (b), daun dewasa (c), dan dorman (d)

Kandungan Ca pada daun dilakukan mengikuti prosedur yang mengacu pada Setyaningrum *et al.* (2011). Sampel daun di oven pada suhu 60°C selama 48 jam kemudian dihancurkan dengan cara diblender kemudian di saring dengan berukuran 40 mesh. Sampel ditambahkan air destilasi, kemudian dikocok selama 2 jam dan disentrifugasi pada kecepatan 3 000 rpm selama 15 menit. Supernatan disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman no 42 untuk memisahkan filtrat dan pellet. Filtrat diencerkan dengan akuades, kemudian dianalisis Ca terlarut dengan alat AAS. Pellet (endapan suspensi) diekstraksi secara bertingkat mengikuti prosedur ekstraksi berbagai bentuk Ca terikat mengikuti metode setyaningrum *et al.* (2011) seperti pada Gambar 23.



3. Prosedur ekstraksi berbagai bentuk Ca terikat mengikuti metode Setyaningrum *et al.* (2011)

## Hasil dan Pembahasan

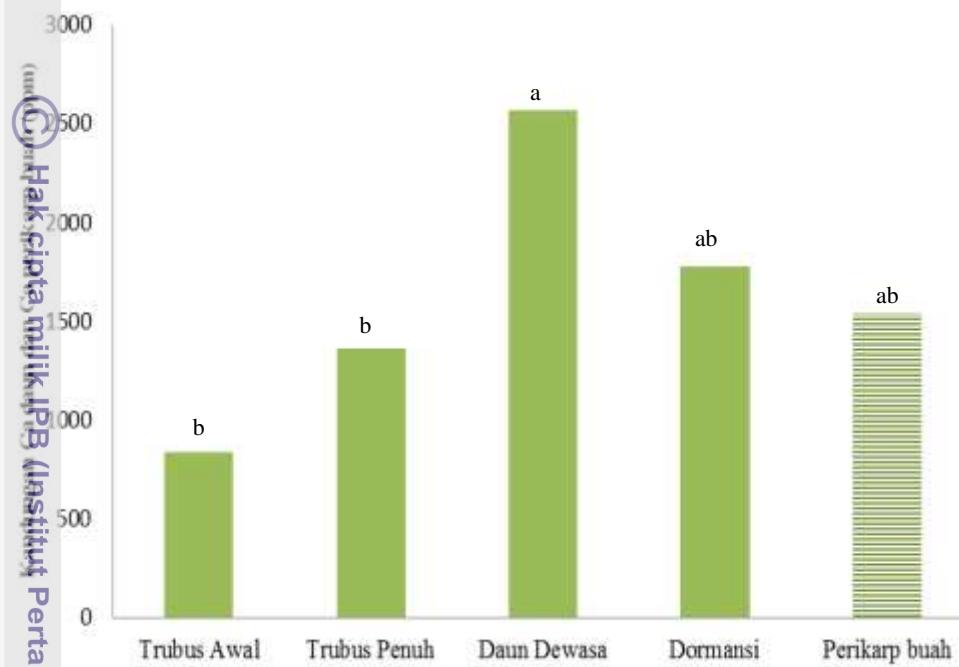
Kandungan Ca pada perikarp buah disajikan pada Tabel 8 pada bagian 3 tulisan ini, dengan kandungan Ca total sebesar 1 533.33 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Ca pada daun dewasa tidak berbeda pada stadia dormansi dan pada perikarp buah. Translokasi Ca mengikuti laju aliran transpirasi sehingga kandungan Ca yang lebih tinggi pada daun dibandingkan pada buah. Kandungan Ca pada daun dewasa, dormansi dan buah yang tidak berbeda nyata diduga disebabkan karena pada saat fase berbuah, buah menjadi *sink* yang kuat untuk menarik asimilat untuk perkembangan buah dan juga disebabkan adanya perlakuan aplikasi Ca pada saat antesis.

Pengamatan terhadap kandungan Ca pada daun dilaksanakan sampai fase dormansi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Ca daun tertinggi pada stadia daun dewasa dan tidak berbeda dengan kandungan Ca pada stadia dormansi dan kandungan Ca pada perikarp buah (Gambar 24).

Stadia daun dewasa merupakan periode mulai dari daun yang semula berwarna hijau muda berubah menjadi hijau tua. Stadia dormansi merupakan stadia berhentinya sementara pertumbuhan yang tampak (*visibel*) dari organ atau tanaman yang mengandung jaringan meristem. Walaupun rata-rata kandungan Ca total mengalami penurunan pada stadia dormansi tapi secara statistik nilai tersebut tidak berbeda nyata dengan stadia daun dewasa. Pada stadia dormansi aktivitas metabolisme sangat rendah dengan ciri daun berwarna hijau tua hingga tua

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



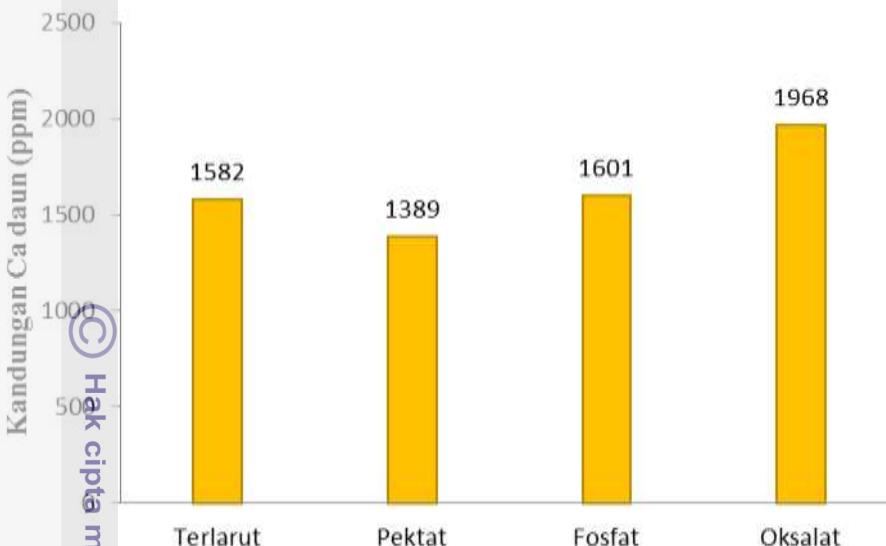
Gambar 24. Kandungan Ca pada stadia perkembangan daun dan Ca perikarp buah.

Keterangan: Kandungan Ca buah diamati sebelum pengamatan pada stadia trubus awal menggunakan buah dari tanaman yang sama

### Komposisi Berbagai Fraksi Kelarutan Ca pada Stadia Pertumbuhan Daun

Berdasarkan hasil pengamatan, Ca oksalat (CaOx) merupakan jenis Ca yang terakumulasi sebesar 30%, fosfat 24.5%, Ca terlarut 24.2%, dan Ca pektat 21.2% (Gambar 25)

Pada daun ditemukan rata-rata Ca oksalat sebesar 30% dari total Ca buah, berbeda dengan Ca pektat yang ditemukan paling banyak pada perikarp buah sebesar 43% (Bagian 3 percobaan kedua). Menurut Konyar *et al.* (2014) Ca oksalat ditemukan pada jaringan tertentu seperti epidermis, korteks, floem, xilem dan empulur atau dapat didistribusikan ke seluruh tanaman. Anitha dan Sandhiya (2014) melaporkan bahwa Ca oksalat banyak ditemukan pada daun. Hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian Wu dan Huang (1997) pada delapan spesies *Moraceae* yang diamati. Selanjutnya Meric (2009) melaporkan bahwa tidak ada kristal ditemukan di sel epidermis dan sel korteks batang, tetapi ditemukan pada lapisan mesofil daun *Aster squamatus* dan *Bellis perennis*.



Gambar 25. Kandungan Ca berdasarkan fraksi kelarutan

Tingginya kandungan Ca oksalat pada daun diduga terkait dengan perannya dalam mempengaruhi proses fisiologi tanaman, sesuai dengan hasil penelitian yang dilatorkan oleh Anitha dan Sandhiya (2014) bahwa Ca oksalat memegang peranan penting dalam perlindungan terhadap herbivora, penyimpanan asam folat dan asam oksalat, pengaturan kadar Ca pada jaringan tanaman, dan mempengaruhi proses fotosintesis.

### Simpulan

1. Kandungan Ca daun dewasa tidak berbeda dengan kandungan Ca buah pada perlakuan aplikasi Ca
2. Kandungan Ca pada stadia daun dewasa lebih tinggi dibanding dengan kandungan Ca pada stadia tribus awal dan tribus penuh.
3. Pada daun kandungan Ca oksalat cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan Ca pektat.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## 7 PEMBAHASAN UMUM

### Peran Kalsium

Kalsium merupakan unsur hara yang berperan dalam memperkuat dinding sel dan menjaga stabilitas membran. Kalsium merupakan kation divalen, merupakan bagian penyusun struktur dinding sel pada apoplas, sedangkan konsentrasi Ca di sitosol rendah. Kekurangan Ca pada tanaman buah telah dilaporkan menyebabkan timbulnya kerusakan fisiologi yang berbeda pada buah-buahan. Kekurangan Ca menyebabkan *bitter pit* pada apel (de Freitas 2013) dan *blossom end rot* pada tomat (Coolong *et al.* 2014). Akumulasi Ca pada buah tomat telah terbukti tergantung pada aliran Ca pada pembuluh xilem dan dipengaruhi oleh transpirasi (de Freitas *et al.* 2014). Pada manggis kekurangan Ca menyebabkan cemaran getah kuning pada aril dan kulit buah (Dorly 2009).

Ca pektat merupakan salah satu bentuk Ca yang berikatan dengan pektin. Polisakarida pektin adalah polimer asam galakturonat yang terdiri atas homogalakturonan (HG), rhamnogalakturonan-I (RG-I), dan rhamnogalakturonan-II (G-II). Menurut Marshner (2012) Ca terikat sebagai Ca-pektat pada lamela tengah penting untuk memperkuat dinding sel dan jaringan tanaman. Sejalan dengan Carpita dan McCann (2000) yang menyatakan bahwa Ca yang terikat dengan pektin membentuk Ca pektat sangat penting dalam meningkatkan ketekunan dinding sel dan lamela tengah. Degradasi pektat dimediasi oleh enzim polygalacturonase, yang sangat dihambat oleh konsentrasi Ca tinggi.

Ca pektat sebagai salah satu bentuk terikat dari Ca merupakan bentuk Ca yang paling berperan mengendalikan cemaran getah kuning karena fungsi spesifik dari Ca pektat dalam memperkuat dinding sel dan jaringan tanaman. Hasil penelitian ini membuktikan peran Ca pektat dalam memperkuat dinding sel dengan rendahnya cemaran getah kuning pada perikarp buah yang memiliki kandungan Ca pektat yang tinggi.

### Hubungan Kandungan Ca dan Getah Kuning pada Buah Manggis

Getah kuning merupakan getah yang dihasilkan secara alami pada semua organ manggis kecuali pada akar (Dorly *et al.* 2008). Getah kuning berada dalam saluran sekretori yang dikelilingi oleh sel-sel epitelium yang khas, merupakan sel hidup yang sitoplasmanya dipadati oleh organel plastida, mitokondria, dan badan golgi. Epitelium merupakan jaringan kompak yang terdiri dari sel yang disejajarkan, berfungsi sebagai penghalang mekanis dan kimia antara bagian dalam dan lingkungan (Bras dan Borgne 2014). Dorly *et al.* (2008) melaporkan bahwa tipe saluran getah kuning pada manggis adalah saluran/kanal yang bercabang. Saluran getah yang dijumpai pada buah terdapat pada eksokarp, mesokarp, endokarp, dan aril buah.

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya cemaran getah kuning adalah adanya tekanan pada sel epitel penyusun saluran getah kuning. Menurut hasil penelitian Syah *et al.* (2009) pecahnya saluran epitel penyusun getah kuning dipicu oleh adanya tekanan pada dinding sel akibat perubahan air tanah yang ekstrem selama proses perkembangan buah, sejalan dengan hasil penelitian Martias (2012) bahwa persentase cemaran getah kuning yang tinggi pada beberapa sentra manggis disebabkan oleh curah hujan yang tinggi pada minggu



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

ketiga sebelum panen. Menurut Poerwanto *et al.* (2010) selain oleh perubahan air tanah yang ekstrim, pemicu pecahnya sel penyusun saluran getah kuning adalah perbedaan laju pertumbuhan antara biji dan aril dengan bagian perikarp buah selama fase pembesaran buah.

Dari beberapa penelitian terdahulu telah disimpulkan bahwa getah kuning sangat terkait dengan Ca. Penelitian yang terkait Ca dan getah kuning telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Primilestari (2012) melaporkan bahwa sumber Ca dolomit dan kaptan merupakan sumber Ca yang tepat untuk menurunkan cemaran getah kuning. Dolomit dengan dosis 2 ton/ha/tahun dan kaptan 6 ton/ha/tahun efektif menurunkan cemaran getah kuning, sedangkan hasil penelitian Depari (2011) waktu aplikasi Ca yang tepat adalah pada saat bunga mekar sampai akhir stadia 1 (28 HSA).

Upaya peningkatan kandungan Ca pada perikarp buah telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Saribu (2011) melaporkan bahwa aplikasi Ca dan boron melalui tanah dapat meningkatkan kandungan Ca pada perikarp buah manggis. Menurut Purnama (2013), kombinasi dosis 5.0 kg Ca/pohon + 1.55 g B/pohon merupakan kombinasi yang terbaik dalam menurunkan cemaran getah kuning pada aril. Kurniadina (2015) melaporkan bahwa aplikasi Ca dan boron terbukti mampu menurunkan persentase dan skor buah yang tercemar getah kuning, perlakuan teknologi lubang resapan biopori (LRB) dapat terjadinya peningkatan serapan dan distribusi Ca sehingga cemaran getah kuning dapat diturunkan.

Kandungan Ca pada perikarp buah manggis yang tercemar getah kuning lebih rendah dibandingkan dengan perikarp buah yang tidak tercemar getah kuning. Oleh sebab itu sangat penting untuk mengupayakan agar Ca dapat diserap ke bagian perikarp buah. Peningkatan kandungan Ca perikarp pada penelitian ini diupayakan melalui (1) aplikasi Ca dengan penambahan dolomit sebagai sumber Ca pada tanah, (2) meningkatkan laju transpirasi dengan meningkatkan paparan cahaya pada buah (3) meningkatkan *sink* buah dengan penambahan NAA yang dihipotesiskan dapat meningkatkan pembentukan apoplas baru sebagai tempat untuk keberadaan Ca dan penting untuk mengetahui kandungan Ca daun pada setiap stadia pertumbuhan manggis.

Untuk menguji pengaruh cahaya dan transpirasi terhadap cemaran getah kuning dilakukan percobaan 1A dan 1B (bagian 3) dan percobaan 2 (bagian 4). Percobaan pertama yang dilakukan di Kampung Cengal Kabupaten Bogor pada Oktober 2013 sampai Maret 2014 merupakan percobaan pendahuluan untuk mengetahui pengaruh posisi buah terhadap kejadian getah kuning. Percobaan ini dilakukan berdasarkan pada arsitektur pohon manggis yang berdaun rapat, percabangan simetri dengan kanopi yang sangat rapat. Arsitektur demikian diduga mempengaruhi iklim mikro pada kanopi tanaman sehingga menyebabkan perbedaan laju transpirasi yang kemudian diduga menyebabkan perbedaan laju serapan Ca menuju ke buah. Percobaan dilakukan dengan membagi kanopi tanaman menjadi 6 sektor berdasarkan modifikasi Setiawan *et.al.* (2012). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh posisi buah terhadap persentase buah bergetah kuning di kulit tetapi cenderung berpengaruh terhadap persentase buah yang tercemar getah kuning di aril. Pada peubah skor buah yang menunjukkan tingkat keparahan cemaran getah kuning, posisi buah pada sektor tanaman berpengaruh nyata terhadap skor buah yang tercemar getah kuning di aril



Hak Cipta

Diilangi

Undang-

Undang

©

IPB

Institut

Pertanian

Bogor

2013

1

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

&lt;

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

tetapi tidak berpengaruh terhadap cemaran getah kuning pada kulit. Sektor 3 yang merupakan sektor tengah dalam memiliki persentase buah yang tercemar getah kuning pada aril yang cenderung lebih tinggi dibanding dengan sektor 5 yang merupakan sektor atas dalam, demikian pula pada peubah skor buah yang tercemar getah kuning pada aril, posisi buah pada sektor 3 memiliki skor yang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan sektor 5.

Percobaan untuk mengetahui pengaruh Ca dan posisi buah dilakukan di Desa Tandolala Kecamatan Pamona Pusalemba Kabupaten Poso pada bulan Oktober 2015 sampai April 2016. Pengamatan dilakukan pada posisi buah yang ternaung dan terpapar cahaya. Pengamatan didasarkan pada hasil pengukuran intensitas cahaya, suhu kelembapan dan transpirasi pada setiap sektor seperti pada percobaan 1A. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum posisi buah yang terpapar cahaya dengan aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun memiliki persentase cemaran getah kuning yang rendah.

Ca diangkut mengikuti laju transpirasi di xilem, oleh sebab itu kemungkinan akumulasi Ca buah dipengaruhi oleh faktor-faktor yang mempengaruhi transpirasi. Menurut Montanaro *et al.* (2012) lingkungan mikro mempengaruhi akumulasi Ca dan transpirasi pada buah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Ca pektat pada perlakuan aplikasi Ca 4.8 kg/pohon pada posisi terpapar lebih tinggi dan berbeda nyata dengan tanpa aplikasi Ca pada posisi ternaung maupun terpapar, dan pada aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun pada posisi ternaung. Kandungan Ca pektat yang tinggi pada buah yang terpapar cahaya menyebabkan sel epitel penyusun saluran getah kuning buah menjadi kuat sehingga getah kuning tidak keluar dan mencemari aril maupun kulit buah.

Hasil penelitian pada bagian 3 memperlihatkan pola yang sama, yaitu posisi buah yang mendapatkan intensitas cahaya dan suhu yang lebih tinggi memiliki cemaran getah kuning yang lebih rendah. Intensitas cahaya serta suhu yang tinggi sangat terkait dengan proses fisiologis tanaman yaitu fotosintesis dan transpirasi. Dengan tingginya intensitas cahaya dan suhu pada posisi buah yang terpapar meningkatkan laju transpirasi buah yang sangat terkait dengan serapan Ca. Montanaro *et al.* (2006) melaporkan bahwa akumulasi Ca pada buah kiwi meningkat dengan meningkatnya intensitas cahaya.

Pengamatan terhadap pengaruh cahaya terhadap kejadian getah kuning juga dilakukan di Kebun Percobaan PKHT Tajur Kabupaten Bogor. Untuk melihat pengaruh cahaya, tanaman diberi perlakuan naungan dalam 3 taraf perlakuan yaitu tanpa naungan (naungan 0%), naungan 50% dan naungan 90% dikombinasikan dengan pemberian Ca dengan dosis 0 dan 3.2 kg/pohon/tahun.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan naungan 90% menyebabkan terbentuknya daun muda dan buah rontok. Rendahnya intensitas cahaya pada tanaman yang diberi naungan 90% menyebabkan menurunnya aktivitas fotosintesis yang berakibat pada menurunnya suplai asimilat ke buah. Tingkat ketersediaan asimilat yang tinggi selama perkembangan buah sangat diperlukan untuk mencegah kerontokan pada buah. Sesuai dengan Marschner (2012) yang menyatakan bahwa secara fisiologis kerontokan bunga dan buah berkorelasi dengan terbatasnya suplai fotositat dan kecukupan hara, sedangkan menurut Luis *et al.* (1995) secara fisiologis gugurnya bunga pada tanaman buah-buahan sangat ditentukan oleh kecukupan suplai fotosintat. Persaingan antara pembentukan *flush* baru (vegetatif) dengan buah menyebabkan berkurangnya fotosintat yang



diarahkan ke bagian buah, akibatnya buah yang telah terbentuk mengalami rontok. Menurut Bonghi *et al.* (2000) absisi buah yang terjadi pada tahap perkembangan buah akibat aktifnya zona absisi. Proses tersebut diinduksi oleh beberapa faktor lingkungan, persaingan dalam penggunaan asimilat dan kandungan hormon internal.

Perlakuan naungan tidak memberikan pengaruh terhadap penurunan cemaran getah kuning. Naungan 0% dan 50% memiliki pengaruh yang tidak berbeda nyata pada semua peubah. Diduga intensitas cahaya pada perlakuan 0 dan 50% telah cukup untuk melaksanakan proses-proses fisiologi tanaman. Pada tingkat intensitas cahaya optimum, proses-proses fisiologis seperti fotosintesis, respirasi dan transpirasi juga berjalan dengan optimum. Intensitas cahaya yang berlebihan akan menurunkan kecepatan fotosintesis karena naiknya suhu daun yang menyebabkan tidak aktifnya enzim pada sintesis pati. Pengaruh sebaliknya adalah intensitas cahaya di bawah normal dapat menyebabkan kurangnya klorofil dan energi cahaya sehingga karbohidrat yang terbentuk sedikit. Pada kondisi intensitas cahaya yang tinggi, energi yang berlebihan diserap oleh klorofil dan dilanjutkan untuk mengekstrak elektron-elektron yang berasal dari air.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa buah pada pohon dengan aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun yang menerima intensitas cahaya sebesar 1 229.74 lux (Tabel 5) memiliki kandungan Ca pektat sebesar 754.60 ppm, lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan Ca pektat pada buah dengan posisi ternaung (Tabel 8). Tingginya kandungan Ca pektat pada perlakuan tersebut disebabkan oleh tingginya intensitas cahaya yang diterima buah pada kondisi terpapar cahaya. Marschner (2012) menyatakan bahwa dalam kondisi intensitas cahaya tinggi sebagian besar pektin pada daun berada dalam bentuk Ca pektat. Diduga peningkatan kandungan Ca pektat karena tingginya intensitas cahaya tidak hanya terjadi pada daun, tetapi juga pada buah seperti pada hasil penelitian ini.

Sebagian besar fungsi Ca bersifat struktural dan konsentrasi yang tinggi ditemukan pada lamela tengah dan apoplas sel, oleh sebab itu salah satu upaya untuk meningkatkan kandungan Ca adalah memacu pembelahan sel pada bagian-bagian buah yang membutuhkan banyak Ca. Salah satu hormon tumbuhan yang berfungsi dalam pembelahan dan pembesaran sel adalah auksin. Menurut Taiz dan Zeiger (2010) auksin berperan penting dalam meningkatkan pembelahan sel dan terlibat dalam regulasi perkembangan buah sedangkan menurut Karin (2013) auksin memainkan peran penting dalam proses hidup tanaman, mempengaruhi pembelahan sel, perpanjangan sel dan diferensiasi sel. Sejalan dengan itu Bertosa *et al.* (2008) menyatakan bahwa pada tingkat sel, auksin mempengaruhi pembelahan, ekspansi, diferensiasi, dan turgor

Aplikasi auxsin sintetis (NAA) pada buah diduga menyebabkan terbentuknya sel-sel baru pada buah. Sel baru yang terbentuk membutuhkan Ca untuk menyusun struktur dinding selnya karena menurut Marshner (2012) konsentrasi Ca yang tinggi ditemukan di lamela tengah dan dinding sel, sejalan dengan de Freitas dan Mitcham (2012) yang menyatakan bahwa 60 - 75% dari total Ca dalam jaringan tanaman terkait dengan fraksi dinding sel.

Aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun dan 200 ppm NAA menyebabkan penurunan persentase cemaran getah kuning pada juring dan aril menjadi 0%, kulit dan aril mulus tanpa tetesan getah kuning. Keberadaan Ca pektat yang tinggi pada dinding sel epitel menyebabkan sel penyusun saluran sekretori menjadi kuat

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
  2. Dilarang menggumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

sehingga getah tidak keluar mencemari aril dan kulit buah manggis. Menurut Taiz dan Zaiger (2010) Ca merupakan *konstituen* lamela tengah pada dinding sel dan menurut Marschner (2012) proporsi Ca yang tinggi ditemukan pada dinding sel (apoplas). Konsentrasi Ca yang rendah pada sel epitel penyusun saluran getah akan menyebabkan tingkat keparahan cemaran getah menjadi lebih besar. Menurut hasil penelitian de Freitas *et al.* (2010, 2011) kondisi  $\text{Ca}^{2+}$  apoplastik yang rendah sangat berhubungan dengan kebocoran membran, plasmolisis bahkan kematian sel pada buah apel dan tomat.

Kombinasi NAA dan Ca menghasilkan kandungan Ca pektat perikarp yang lebih tinggi dibandingkan dengan buah yang diberi perlakuan hanya dengan Ca. NAA dapat mengaktifkan aktivitas membran  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPase untuk pergerakan Ca yang lebih baik (Abbasi 2013), dengan demikian NAA memainkan peran yang signifikan dalam regulasi dan transport Ca. Penurunan cemaran getah kuning disebabkan oleh peran Ca dalam penyusunan struktur dinding sel sebagai Ca-pektat dalam lamela tengah, menjaga turgiditas sel yaitu membuat dinding sel semakin tegar, kuat dan kokoh (Marschner 2012). Aksiun berperan penting dalam meningkatkan pembelahan dan pembesaran sel, menginduksi pertumbuhan oleh stimulasi sintesis dinding sel (Kutschera dan Briggs 1987; Brummell dan Hall 1983).

Hasil percobaan 4 (bagian 6) menunjukkan bahwa kandungan Ca daun lebih tinggi pada daun dewasa tidak berbeda nyata pada daun dorman. Hasil ini membuktikan bahwa Ca merupakan unsur yang *immobile* dalam tanaman, sehingga kandungan Ca pada daun muda dan buah tergantung pada aliran transpirasi di xilem.

Kalsium *immobile* dalam tanaman oleh sebab itu kekurangan Ca sering terjadi pada bagian buah. Peningkatan cahaya berkorelasi dengan peningkatan laju transpirasi sehingga posisi buah yang menerima intensitas cahaya yang lebih tinggi memiliki kandungan Ca pektat yang tinggi sehingga menurunkan kejadian getah kuning manggis. Pembelahan sel yang terjadi pada buah dengan aplikasi NAA meningkatkan kekuatan *sink* buah sehingga Ca sebagai penyusun struktur dinding sel lebih banyak diarahkan ke bagian apoplas buah sehingga Ca mencukupi untuk mempertahankan integritas sel.

Informasi terbaru dari hasil penelitian ini adalah: (1) Ditemukan posisi buah yang memiliki cemaran getah kuning yang lebih rendah. Posisi buah yang terpapar cahaya memiliki kandungan Ca pektat perikarp yang lebih tinggi sehingga menyebabkan cemaran getah kuning lebih rendah dibanding dengan bagian buah yang ternaung, (2). Aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun Ca dan 200 ppm NAA dapat menurunkan cemaran getah kuning hingga 0% pada aril dan juring buah, (3) terdapat interaksi antara Ca dan NAA dalam pengendalian getah kuning buah manggis.

## Perbaikan Teknik Budidaya

Keseluruhan dari hasil penelitian ini membuktikan peran Ca sebagai unsur hara yang berfungsi menurunkan kejadian getah kuning manggis. Ca pektat yang secara teori berfungsi secara struktural meningkatkan rigiditas dinding sel diduga meningkatkan kekuatan dinding sel epitel penyusun saluran getah kuning sehingga sel tidak mudah pecah dan getah kuning tetap berada dalam salurannya.



Upaya untuk meningkatkan kandungan Ca dilakukan dengan melakukan 3 percobaan dan hasil percobaan menunjukkan terjadi peningkatan kandungan Ca pektat pada aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun pada posisi buah yang terpapar cahaya; terjadi peningkatan kandungan Ca pektat perikarp buah pada perlakuan aplikasi Ca 4.8 kg/pohon/tahun dan 200 ppm NAA. Hasil penelitian ini juga membuktikan bahwa walaupun telah dilakukan penambahan Ca dengan dosis 4.8 kg/pohon/tahun, intensitas cahaya yang cukup (1 229.74 lux) tetap dibutuhkan agar proses transpirasi berjalan optimal sehingga translokasi Ca buah meningkat.

Areal penanaman manggis di Indonesia sebagian besar adalah tanah masam yang menurut Hanafiah (2010) biasanya memiliki kandungan Ca yang rendah. Kehadiran tanah yang demikian memerlukan penambahan unsur Ca untuk meningkatkan kandungan Ca tanah. Pada pohon manggis dengan kanopi yang rapat perlu diadakan pemangkasan agar intensitas cahaya dapat mencapai kanopi bagian dalam. Selain itu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan aplikasi NAA satu minggu setelah antesis. Aplikasi NAA menyebabkan sel aktif membelah sehingga sel yang baru terbentuk membutuhkan Ca untuk menyusun struktur dinding selnya. Sel dengan kandungan Ca yang cukup mampu menahan tekanan yang timbul karena faktor lingkungan berupa air tanah yang berfluktuasi atau faktor fisiologis berupa tekanan dari aril dan biji ke bagian perikarp buah yang menurut hasil penelitian sebelumnya menjadi pemicu pecahnya sel penyusun saluran getah kuning manggis.

Teknologi baru yang dapat diaplikasikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah penggunaan Ca dengan dosis 4.8/pohon/tahun dan 200 ppm NAA pada tanah-tanah dengan kandungan Ca yang sangat rendah ( $Ca < 2 \text{ me}/100 \text{ g}$ ) untuk mengatasi kejadian getah kuning buah manggis.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



## 8 SIMPULAN UMUM DAN SARAN

### Simpulan

1. Persentase cemaran getah kuning pada kulit tidak dipengaruhi oleh posisi buah pada kanopi pohon. Posisi buah cenderung berpengaruh terhadap persentase cemaran getah kuning pada aril. Skor buah bergetah kuning pada aril nyata lebih rendah pada sektor 5 (atas dalam) dibandingkan dengan sektor 3 (tengah dalam).
2. Posisi buah yang terpapar cahaya pada pohon dengan aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun di desa Tandolala Kabupaten Poso pada saat fase bunga mekar meningkatkan kandungan Ca pektat pada perikarp buah dan menurunkan cemaran getah kuning pada juring, aril dan kulit buah manggis.
3. Aplikasi Ca 3.2 kg Ca/pohon/tahun di kebun PKHT Tajur Kabupaten Bogor berpengaruh nyata terhadap penurunan cemaran getah kuning manggis sedangkan pemberian naungan 0 dan 50% serta kombinasi antara naungan dan cahaya tidak berpengaruh. Intensitas cahaya yang diterima tanaman yang diberi naungan 50% sebesar 3 611 lux diduga cukup untuk melaksanakan proses fisiologi tanaman seperti fotosintesis dan transpirasi. Terjadi rontok buah pada perlakuan naungan 90% 2 minggu setelah aplikasi Ca dan pemberian naungan.
4. Aplikasi 4.8 kg Ca/pohon/tahun dengan 200 ppm NAA melalui penyemprotan pada buah sebanyak 5 ml/buah efektif meningkatkan kandungan Ca pektat pada perikarp dan menurunkan persentase buah tercemar getah kuning menjadi 0% pada juring dan aril serta 12.3% pada kulit dibandingkan dengan kontrol dengan cemaran getah kuning sebesar 17.8% pada juring, 36.8% pada aril dan 56.1% pada kulit buah.
5. Kandungan Ca total pada stadia daun dewasa lebih tinggi dibanding dengan kandungan Ca pada stadia tribus awal dan tribus penuh. Pada daun, kandungan Ca oksalat cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan Ca pektat.

### Saran

Upaya peningkatan kandungan Ca pada perikarp buah berdasarkan hasil penelitian ini adalah:

1. Mengupayakan agar buah dalam kanopi pohon mendapatkan intensitas cahaya yang cukup untuk melakukan proses-proses fisiologi tanaman. Dalam budidaya manggis perlu dilakukan pemangkas atau pengaturan jarak tanam agar buah manggis yang berada pada posisi yang ternaungi mendapatkan intensitas cahaya yang cukup
2. Mengaplikasikan Ca 4.8 kg/pohon/tahun melalui pemupukan ke tanah pada saat bunga mekar dan 200 ppm NAA melalui penyemprotan langsung pada buah satu minggu setelah bunga mekar sebesar 5 ml/buah pada daerah dengan kandungan Ca yang sangat rendah ( $Ca < 2 \text{ me}/100 \text{ g}$ ).



## DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi NA, Zafar L, Khan HA, Qureshi AA. 2013. Effects of naphthalene acetic acid and calcium chloride application on nutrient uptake, growth, yield and post harvest performance of tomato fruit. *J. Bot.* 45(3):1581-1587.
- Ahmad M, Cashmore A R. 1997. The blue-light receptor cryptochrome 1 shows functional dependence on phytochrome A or phytochrome B in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 11: 421–427. Doi: 10.1046/j.1365-313X.1997.11030421.
- Agusti M, Martinez, Fuentes A, Mesejo C. 2002. Citrus fruit quality. Physiologycal basis and tecniques of improvement. *Agrociencia*. VI(2):1-16
- Ahmad N, Sarfraz M, Farooq U, Haq M, Mushtaq MZ, Ali MA. 2015. Effect of potassium and its time of application on yield and quality of tomato. *Int. J. of Scientific and Research Publications*. 5(9): 1-4.
- Almeyda N, Martin FW. 1976. Cultivation of neglected tropical fruits with promise I, The Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.), US Agricultural Research Service South Region 155: 1–18.
- Amiri NA, Kangarshahi AA, Arzani K. 2013. Reducing of citrus losses by spraying of synthetic auksins. *Intl J Agri Crop Sci.* 4 (22):1720-1724.
- Anitha R, Sandhiya T. 2014. Occurrence of calcium oxalate crystals in the leaves of medicinal plants. *Int J of Pharmacognosy*.1(6):389-393.
- Amor FM, Leo FM. 2006. Differential effect of transpiration and Ca supply on growth and Ca concentration of tomato plants. *Sci. Hort.*,111:17–23.
- Arteca RA. 1996. Plant Growth Substances: Principles and Applications. United States (US): International Thomson Publishing.
- Auliani A. 2010. Perubahan kekerasan, kadar pektin, dan aktivitas polialakturonase kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) pada penyimpanan. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Bangerth F. 1979. Calcium-related physiological disorders of plants. *Annu Rev Phytopathol* 17:97-122.
- Barasa F. 2009. Pengaruh penyemprotan kalsium klorida (CaCl<sub>2</sub>) terhadap kondisi getah kuning buah manggis (*Garcinia mangostana* L.). [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Bertosa B, Kojic' B, Wade RC, Tomic S. 2008. Mechanism of auksin interaction with Auksin Binding Protein (ABP1): A Molecular Dynamics Simulation Study. *Biophysical Journal*. 94: 27–37.
- Biasi R, Costa G, Manson PJ. 1995. Light influence on kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) quality. *Acta Hort* 379: 245-251.
- Bonghi C, Tontti P, Ramina A. 2000. Biochemical and molecular aspects of fruitlet abscission. *Plant Growth Regulation*. 31:35-42.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2015. Produksi buah-buahan di Indonesia 2015. Jakarta.
- Bukovac M.J, Wittwer SH. 1957. Absorption and mobility of foliar applied nutrients. *Plant Physiol.* 32: 428-435.
- Buwalda JG, Smith GS. 1987. Accumulation and partitioning of dry matter and mineral nutriens in developing kiwifruit vines. *Tree Physiol.* 3(3):295-307

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta IPB Institut Pertanian Bogor

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- Bras SL, Borgne RL. 2014. Epithelial cell division – multiplying without losing touch. *Journal of Cell Science*. 127: 5127–5137. doi:10.1242/jcs.151472
- Brummell DA, Hall JL. 19836. Regulation of cell wall synthesis by auksin and fusicoccin in different tissues of pea stem segments. *Physiologia Plantarum*. 59(4): 627–634.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. Standar Nasional Indonesia (SNI) Manggis. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSN). SNI 3211:2009.
- Campbell CW. 1966. Growing the mangosteen in Southern Florida. *Proc. Florida State Hortic. Soc.* 79: 399- 401.
- Caretto S, Parente A, Serio F, Santamaria P. 2008. Influence of potassium and genotype on vitamin e content and reducing sugar of tomato fruits. *HortScience* 43(7): 2048 – 2051.
- Carita N, McCann M. 2000. The cell wall. *Biochemistry and Molecular Biology of Plants American Society of Plant Physiologists*. 52-108.
- Cheng L, Raba R. 2009. Accumulation of macro- and micronutrients and nitrogen demand-supply relationship of 'gala'/malling 26' apple trees grown in sand culture. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 134(1): 3-13.
- Ciccarese A, Stellacci AM, Gentilecco G, Rubino P. 2013. Effectiveness of pre- and post-veraison calcium applications to control decay and maintain table grape fruit quality during storage. *Postharvest Biology and Technology*. 75 : 135–141.
- Combrink NJJ. 2013. Calcium-related plant physiological disorders. *Acta Hort* 1014(2):7-12.
- Conway W S, Sams CE, Hickey KD. 2002. Pre-and postharvest calcium treatment of apple fruit and its effect on quality. *Acta Hortic Sinica* 594: 413-419. doi: org/10.17660/ActaHortic.2002.594.53.
- Crisosto CH, Mitchell FG, Johnson S. 1995 Factors in fresh market stone fruit quality. *Postharvest News and Information*. 6 (2): 17– 21
- Danner FB, Braybrook SA. 2015. How to let go: pectin and plant cell adhesion. *Frontiers in Plant Science* 6(523): 1- 8
- Danner MA, Scariotto S, Citadin I, Citadin GA, Cassol LC. 2015. Calcium sources applied to soil can replace leaf application in 'Fuji' apple tree . *Agropec. Trop.* 45(3): 266-27.
- Depari SOS. 2011. Studi waktu aplikasi kalsium terhadap pengendalian getah kuning dan kualitas buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- de Freitas ST, Amarante CVT, Labavitch JM, Mitcham EJ. 2010. Cellular approach to understand bitter pit development in apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 57:6–13
- de Freitas ST, Padda M, Wu Q, Park S, Mitcham EJ. 2011. Dynamic alterations in cellular and molecular components during blossom-end rot development in tomatoes expressing sCAX1, a constitutively active  $\text{Ca}^{2+}/\text{H}^+$  antiporter from Arabidopsis. *Plant Physiology*. 156:844–855.
- de Freitas ST, Mitcham EJ. 2012. Factors involved in fruit calcium deficiency disorders. *Horticultural Reviews*. New York 107–146.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan,

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- de Freitas ST, Amarante CVT, Dandekar AM, Mitcham EJ. 2013. Shading affects flesh calcium uptake and concentration, bitter pit incidence and other fruit traits in “Greensleeves” apple. *Scientia Horticulturae* 161: 266–272.
- de Freitas ST, McElrone AJ, Shackel KA, Mitcham EJ. 2014. Calcium partitioning and allocation and blossom-end rot development in tomato plants in response to whole-plant and fruit-specific abscisic acid treatments. *J. Exp. Bot.* 65, 235–247. doi:10.1093/jxb/ert364.
- Dorly, Tjitrosemito S, Poerwanto R, Juliarni. 2008. Secretory duct structure and phytochemistry compounds of yellow sap in mangosteen fruit. *Hayati J. Biosci.* 15: 99-104.
- Dorly. 2009. Studi struktur sekretori dan fitokimia getah kuning serta aplikasi kalsium untuk mengatasi getah kuning buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Erez A, Gore JA. 1986. The quantitative effect of solar radiation on ‘Redhaven’ peach fruit skin color. *HortScience*. 21:1424-1426.
- Faust M. 1989. Physiology of Temperate Zone Fruits Trees. John Wiley & Sons, Inc Canada.
- Fitter AH, Hay RKM. 1991. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press.
- Gardner P, Pearce RB, Mitchell RL. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Susilo H, Subiyanto, penerjemah. Jakarta (ID): UI Pr. Terjemahan dari: *Physiology of Crop Plants*.
- Gillham M, Dayod M, Hocking BJ, Xu B, Conn SJ, Kaiser BN, Leigh RA, Tyerman SD. 2011. Calcium delivery and storage in plant leaves: exploring the link with water flow. *J. of Experimental Bot.* 62(7): 2233–2250
- Greenberg J, Kaplan I, Fainzack M, Egozi Y, Giladi B. 2006. Effects of auksins sprays on yield, fruit size, fruit splitting and the incidence of creasing of ‘Nova’ mandarin. Proceedings of X<sup>th</sup> International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production. [diacu 2013 Mei 24]. Tersedia pada: [https://www.actahort.org/members/showpdf?booknrnr=727\\_28](https://www.actahort.org/members/showpdf?booknrnr=727_28)
- Gustafson FG. 1936. Auksin distribution in fruits and its significance in fruit development. *Amer. J. Bot.* 26:189–194.
- Hapsari DP. 2015. Aplikasi pupuk kalsium dan boron untuk mengurangi cemaran getah kuning pada buah manggis (*Garcinia mangostana* L.). [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Hanafiah KA. 2010. *Ilmu Tanah*. Indonesia (ID): Raja Grafindo Persada
- Hirschi KD. 2004. The calcium conundrum. Both versatile nutrient and specific signal. *Plant Physiology*. 136: 2438–2442. Published by www.plantphysiol.org American Society of Plant Biologists.
- Hocking B, Tyerman SD, Burton RA, Gillham M. 2016. Fruit calcium: transport and physiology. *Front. Plant Sci.* 7:569.
- Ho LC, White PJ. 2005. A Cellular Hypothesis for the induction of blossom-end Rot in Tomato Fruit. *Ann. Bot.* 95: 571–581. Doi 10.1093/aob/mci065
- Huber D, Karakurt Y, Jeong J. 2001. Pectin degradation in ripening and wounded fruits. *R. Bras. Fisiol. Veg.* 13(2): 224-241.
- [IPGRI] The International Plant Genetic Resources Institute. 2003. Descriptors for *Garcinia mangostana*. [diacu 17 Juli 2011]. Tersedia pada: <http://www.google.co.id/search?q=Descriptor+for+garcinia+mangostana>.

Hak Cipta milik IPB Institut Pertanian Bogor  
Agricultural University

- Jarvis MC, Briggs SPH, Knox JP. 2003. Intercellular adhesion and cell separation in plants. *Plant, Cell and Environment* 26: 977–989.
- Jemric T, Fruk I, Fruk M, Radman S, Sinkovic L, Fruk G. 2016. Bitter pit in apples: pre-and postharvest factors: A review. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 14(4):1-12.
- Karin L. 2013. Auksin metabolism and homeostasis during plant development. *Development*. 140(5):943-950.
- [Kementerian] Kementerian Pertanian. 2015. Ekspor impor komoditas pertanian. Buletin Bulanan Indikator Makro Sektor Pertanian. [internet]. [diacu 2016 Mei 18]. Tersedia pada: <http://pusdatin.setjen.pertanian.go.id/kategori2-46-buletin-makro.html>
- Konyar ST, Ozturk N, Dane F. 2014. Occurrence, types and distribution of calcium oxalate crystals in leaves and stems of some species of poisonous plants. *Botanical Studies*. 55(32): 2-9.
- Kramer EM, Ackelsberg EM. 2015. Auksin metabolism rates and implications for plant development. *Frontiers in Plant Science*. 6(150):1-8
- Kramer PJ, Kozlowski TT. 1960. *Physiology of Trees*. Mc Graw-Hill Book Co. Inc. New York. 642 p.
- Kumar R, Khurana A, Sharma AK. 2014. Role of plant hormones and their interplay in development and ripening of fleshy fruits. *J. Exp. Bot.* 65: 4561–4575. doi:10.1093/jxb/eru277
- Kutcher U, Briggs WR. 1987. Rapid auksin-induced stimulation of cell wall synthesis in pea internodes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 84: 2747-2751
- Kurniadina OF. 2015. Peran Kalsium dalam Mengatasi Cemaran Getah Kuning pada Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.). [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Kurniadina OF, Depari SOS, Poerwanto R, Efendi D, Wachjar A. 2016a. Solving yellow sap contamination problem in mangosteen (*Garcinia mangostana*) with  $\text{Ca}^{2+}$  application based on fruit growth stage. *Communications in biometry and crop science*. 11(2):105–113.
- Kurniadina OF, Poerwanto R, Efendi D, Wachjar A. 2016b. Mengatasi cemaran getah kuning pada buah manggis (*Garcinia mangostana*) dengan aplikasi kalsium dan teknologi lubang resapan biopori. *J. Hort.* 26(1):59-66.
- Kurniawan V, Poerwanto R, Efendi D. 2016. Waktu dan dosis aplikasi kalsium dan boron untuk pengendalian getah kuning pada buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) di tiga sentra produksi. *J. Hort. Indonesia* 7(1): 21-30.
- Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Luis AG, Fornes F, Guardiola JL. 1995. Leaf carbohydrate and flower formation in citrus. *Journal American Society Horticulture Science* 120(2):222-227.
- Mansyah E, Jawal AS, Jumjunidang. 2007. Getah kuning kendala utama ekspor manggis. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. Solok
- Marini RP, Sowers D, Marini MC. 1991. Peach fruit quality is affected by shade during final swell of fruit growth. *J. Amer. Soc. Hort.sci* 116(3): 383-389.
- Marschner. 2012. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 3rd ed. United state (US): Academic Press.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- Martias. 2012. Studi peranan lingkungan (sifat kimia dan fisika tanah serta cuaca) terhadap cemaran getah kuning buah manggis (*Garcinia mangostana*). [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Martias, Poerwanto R, Anwar S, Hidayat R. 2012. Hubungan antara ketersediaan hara tanah dan cemaran getah kuning pada buah manggis. *J. Hort.* 2(22): 111-118.
- McLaughlin SB, Wimmer R. 1999. Calcium physiology and terrestrial ecosystem processes. *New Phyto* 142:373–417
- Meric C. 2009. Calcium oxalate crystals in *Aster squamatus* and *Bellis perennis* (Asteraceae: Astereae). *Phytologia balcanica*. 15(2): 255–259
- Mohnen D. 2008. Pectin structure and biosynthesis. *Curr. Opin. PlantBiol.* 11: 266–277. doi:10.1016/j.pbi.2008.03.006.
- Montanaro G, Dichio B, Xiloyanni C, Celano G. 2006. Light influences transpiration and calcium accumulation in fruit of kiwifruit plants (*Actinidia deliciosa* var. *deliciosa*). *Plant Science*. 170:520 – 527.
- Montanaro G, Treutter D, Xiloyannis C. 2007. Phenolic compounds in young developing kiwifruit in relation to light exposure: Implications for fruit calcium accumulation. *Journal of Plant Interactions*. 2(1): 63 – 69.
- Montanaro G, Dichio B, Xiloyannis C. 2010. Significance of fruit transpiration on calcium nutrition in developing apricot fruit. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 173: 618–622.
- Montanaro G, Dichio B, Xiloyannis C, Lang A. 2012. Fruit transpiration in kiwifruit: environmental drivers and predictive model. *AoB PLANTS* 1-9. doi:10.1093/aobpla/pls036.
- Montanaro G, Dichio B, Lang A, Mininni AN, Nuzzo V, Clearwater MJ, Xiloyannis C. 2014. Internal versus external control of calcium nutrition in kiwifruit. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 1–12. doi: 10.1002/jpln.201400396.
- Mortazavi SN, Bagheri F, Bahadoran M. 2016. Some characteristics of tuberose as affected by pre-harvest application of calcium chloride and gibberellic acid. *Adv. Hort. Sci.* 30(2):69-74.
- Muhammad S, Blake L, Lampinen BD, Saa S, Siddiqui MI, Smart DR, Olivos A, Shackel KA, DeJong T, Brown PH. 2015. Seasonal changes in nutrient content and concentrations in a mature deciduous tree species: Studies in almond (*Prunus dulcis* (Mill.) *European Journal of Agronomy*. 65:52–6
- Nakata PA, 2012. Influence of calcium oxalate crystal accumulation on the calcium content of seeds from *Medicago truncatula*.
- Nemr EMA, Baky MMH, Salman SR, Tohamy WA. 2012. Effect of Different Potassium Levels on the Growth, Yield and Quality of Tomato Grown In Sand-Ponic Culture. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 6(3): 779-784.
- Osman M, Milan AR. 2006. *Mangosteen Garcinia mangostana* L. Great Britanian (GB). Southampton Centre for Underutilised Crops.
- Pantastic 1986. *Fisiologi Pascapanen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Sub Tropika*. Kamariyani, penerjemah. Yogyakarta: UGM Pr Terjemahan dari: *Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical*.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- Pechkeo S, Sdoodee S, Nilnond C. 2007. The effects of calcium and boron sprays on the incidence of translucent flesh disorder in mangosteen (*Garcinia mangostana*). *Nat Sci.* 41(4): 621-632.
- Pertiwi MFD, Susanto WH. 2014. Pengaruh proporsi (buah:sukrosa) dan lama osmosis terhadap kualitas sari buah stroberi (*Fragaria vesca L.*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri.* 2(2): 82 – 90.
- Poerwanto R, Dorly, Martias. 2010. Getah kuning manggis. Di dalam: Utama IMS. Susila AD. Antara NS. Putra NK. Susrusa KB. editor. *Reorientasi Riset untuk Mengoptimalkan Produksi dan Rantai Nilai Hortikultura*; 2010 Nop 25-26; Denpasar. Indonesia. Denpasar (ID): Perhorti. hlm 255-260.
- Poovaradom, Sumitra. 2009. Growth and nutrient uptake into mangosteen (*Garcinia mangostana L.*) fruit. Davis (US). *The Proceedings of International Plant Nutrition Colloquium XVI*. [diacu 2011 Januari 11]. Tersedia pada: <http://escholarship.org/uc/item/5rk9h6k2#page-1>.
- Purnama T, Poerwanto R, Efendi D. 2013. Aplikasi kalsium dan boron untuk pengendalian cemaran getah kuning pada buah manggis. *J. Hort.* 23(4):350-357.
- Puslit Penelitian Tanah. 1982. Kriteria penilaian data analisis sifat kimia tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Primilestari S. 2012. Pengendalian getah kuning dan peningkatan kualitas buah manggis melalui aplikasi kalsium dengan sumber dan dosis berbeda. [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Qiang YH, Ling YL. 2005. Uptake and transport of calcium in plants. *J of Plant Physiology and Molecular Biology*. 31(3): 227-234.
- Rai IN. 2004. Fisiologi pertumbuhan dan pembungaan tanaman manggis (*Garcinia mangostana L.*) asal biji dan sambungan [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rai IN. 2014. Pengendalian getah kuning pada buah manggis dengan irigasi tetes dan antitranspiran chitosan. *J. Hort.* 24(4): 307-315.
- Richards AJ. 1990. Studies in *Garcinia*, dioecious tropical forest trees the origin of the mangosteen (*Garcinia mangostana L.*). *Botanical Journal of The Linne Society Journal of The Linne Society*.
- Ropiah S. 2009. Perkembangan Morfologi dan Fisiologi Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*) Selama Pertumbuhan dan Pematangan [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Saribu PD. 2011. Studi aplikasi kalsium dan boron terhadap pengendalian getah kuning pada buah manggis (*Garcinia mangostana L.*). [tesis]. Bogor (id): Institut Pertanian Bogor.
- Saure MC. 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. *HortScience*. 105: 65- 89.
- Seligmann R, Wengrowicz U, Tirosh D, Yermiyahu U, Tal AB, Schwartz A. 2009. Calcium translocation and whole plant transpiration: spatial and temporal measurements using radio-Strontium as tracer. Davis (US). *The Proceedings of International Plant Nutrition Colloquium XVI*. [diacu 2013 Mei18]. Tersediapada: <https://www.researchgate.net/publication/235616014>.
- Sharma RM, Yamdagni R, Gaur H, Shukla RK. 1996. Role of calcium in horticulture - A review. *J. Hort. Sci.* 25(4): 205



Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)



Bogor Agricultural University



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

- Shear CB, Faust M. 1970. Calcium transport in apple trees. *Plant Physiol.* 45: 670-674.
- Setiawan E. 2005. Produktivitas dan kualitas buah manggis pada berbagai posisi cabang dalam tajuk. [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Setiawan E, Poerwanto R, Fukuda F, Kubota N. 2012. Meteorological conditions of mangosteen orchard in west java, Indonesia and seasonal changes in C-N ratio of their Leaves as affected by Sector (Position in canopy) and tree age. *Scientific Report of the Faculty of Agriculture Okayama University*. Vol. 10 pp 39-47. 2012.
- Setyaningrum YI, Dorly, Hamim. 2011. Respon morfo-fisiologi dan penurunan skor getah kuning buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) terhadap aplikasi Ca secara eksternal. Di dalam: Poerwanto R, Susanto S, Susila AD, Khairnida N, Sukma D, Suketi K, Ardhie SW, editor. Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Hortikultura Indonesia; 2011 November 23-24; Lembang, Indonesia. Lembang (ID): Perhimpunan Hortikultura Indonesia. hlm 829-837.
- Sumiasih IH. 2012. Studi perubahan kualitas pascapanen buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) pada beberapa stadia kematangan dan suhu simpan.). [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Syah MJ, Purnama T, Fatria D. 2009. Teknologi pengendalian getah kuning pada buah manggis. [diacu 2015 September 24]. Tersedia pada: <http://www.pustaka.deptan.go.id/inovasi/kl070102>.
- Tanari Y. 2012. Studi pengendalian getah kuning dan pengerasan perikarp buah manggis dengan penyemprotan kalsium. [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Tanari Y, Tinggogoy DD. 2014. Pengendalian getah kuning manggis melalui pengaturan dosis kalsium. *Jurnal Agropet.* 11 (1): 15-23
- Taleb, Zahra RA, Hasan MK, Hasan HS. 2012. Effect of different auxins concentrations on Virginia Creeper (*Parthenocissus quinquefolia*) Rooting. *World Applied Sciences Journal.* 16 (1): 07-10.
- Taiz L, Zeiger E. 2010. *Plant Physiology*. Massachusetts (US): Sinauer Associates Inc.
- Thimann KV. 2008. Auxins and the inhibition of plant growth. *Biological Review.* 14(3): 314–337.
- Thum KE, Shasha DE, Lejay LV, Coruzzi GM. 2003. Light- and carbon-signaling pathways. Modeling Circuits of Interactions. *Plant Physiol.* 132:440-452.
- Treshow M. 1970. *Disorders associated with adverse water relations. Environment and Plant Response*. McGraw-Hill Book Company.
- Tuteja N, Mahajan S. 2007. Calcium signaling network in plants: an overview. *Plant Signal Behav.* 2(2): 79–85
- Vince O, Zoltan M. 2011. *Plant Physiology*. Digital textbook library. [diacu 2017 March 13].
- Verheij EWM. 1992. *Garcinia mangostana* L. In E.W.M Verheij (ed). *Plant Resources of South East Asia, Edible Fruit and Nuts*. Bogor a Selection. Wageningen: PUDOC.
- Wattimena GA. 1988. *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman*. Bogor (ID): Pusat Antara

- Weibel J, Eamms D, Chacko EK, Downton WJS Ludders P. 1993. Gas exchange characteristics of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) leaves. *Tree Physiol.* 13: 55- 69.
- Winarno FG, Aman M. 1981. *Fisiologi Lepas Panen*. Jakarta (ID): Sastra Hudaya.
- Winarno FG. 2002. *Fisiologi Lepas Panen Produk Hortikultura*. Bogor (ID): Brio Press.
- Wolf S, Mouilleb G, Pelloux C. 2009. Homogalacturonan Methyl-Esterification and Plant Development. *Molecular Plant*. 2(5): 851 – 860.
- White PJ. 1998. Calcium channels in the plasma membrane of root cells. *Annals of Botany*. 81: 173–183.
- White PJ. 2000. Calcium channels in higher plants. *Biochimica et Biophysica Acta* 1465 :171 – 189.
- White PJ, Broadley MR. 2003. Calcium in plants. *Ann Bot*. 92 (4): 487-511.
- Wu C, Huang LK. 1997. Calcium crystals in the leaves of some species of *Moraceae*. *Bout. Bull. Acad. Sin* 38: 97-104.
- Xilxes G, Celano G, Montanaro B, Dichio L, Sebastiani AM. 2001. Water relations, calcium and potassium concentration in fruits and leaves during annual growth in mature kiwifruit plants. *Acta Hort.* 564:129-134.
- Yacob O, Tindall HD. 1995. Mangosteen cultivation. FAO. Plant Production and Protection Paper 129. 1<sup>st</sup> ed. Belgium. Food and Organization of the United Nations.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Tanete pada tanggal 23 Oktober 1979, dari ayah Jacob Tanari (alm) dan Ibu Naban Palundun (Almh). Penulis merupakan anak kedelapan dari sembilan bersaudara.

Penulis menempuh studi tingkat Sarjana pada Jurusan Budidaya Pertanian minat Hortikultura, Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin pada tahun 1998 dan lulus tahun 2003. Pada tahun 2009, penulis melanjutkan studi jenjang Master di Institut Pertanian Bogor (IPB) Program Studi Agronomi dan Hortikultura (AGH) dan lulus tahun 2011 kemudian pada tahun 2012, penulis diterima sebagai Mahasiswa Program Doktor (S3), pada Program Studi Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Sejak tahun 2007 penulis bekerja di Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sintuwo Maroso Poso.

Karya ilmiah yang dipublikasi berjudul: (1) Application of calcium to decrease yellow sap contamination at different positions of *Garcinia mangostana* L., dan (2) Aplikasi Kalsium dan NAA untuk mengendalikan getah kuning buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) merupakan bagian dari disertasi ini.

Penulis mengikuti Seminar Nasional Hortikultura Indonesia pada tahun 2016 yang diadakan di Makassar dan 2017 yang diadakan di Bogor. Makalah yang diseminarkan merupakan bagian dari percobaan ini yaitu pada percobaan 1B (bagian 3) dan percobaan 3 (Bagian 5).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.