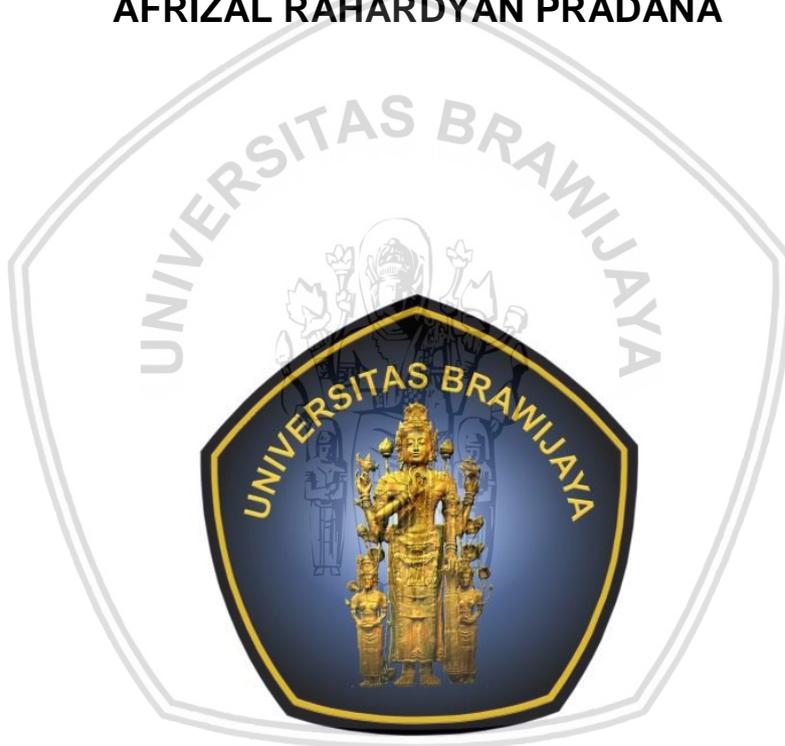


**APLIKASI CaCl_2 DALAM UPAYA PENINGKATAN
KUALITAS MAHKOTA DAN BUAH TANAMAN NANAS
(*Ananas comosus* (L.) Merril) KLON GP-3**

**Oleh:
AFRIZAL RAHARDYAN PRADANA**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2018

**APLIKASI CaCl_2 DALAM UPAYA PENINGKATAN
KUALITAS MAHKOTA DAN BUAH TANAMAN NANAS
(*Ananas comosus* (L.) Merrill) KLON GP-3**

Oleh:

**AFRIZAL RAHARDYAN PRADANA
115040200111025**

**MINAT BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
MALANG**

2018

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dengan bimbingan dari dosen pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, April 2018

Afrizal Rahardyan Pradana



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : **APLIKASI CaCl_2 DALAM UPAYA PENINGKATAN KUALITAS MAHKOTA DAN BUAH TANAMAN NANAS (*Ananas comosus* (L.) Merrill) KLON GP-3**

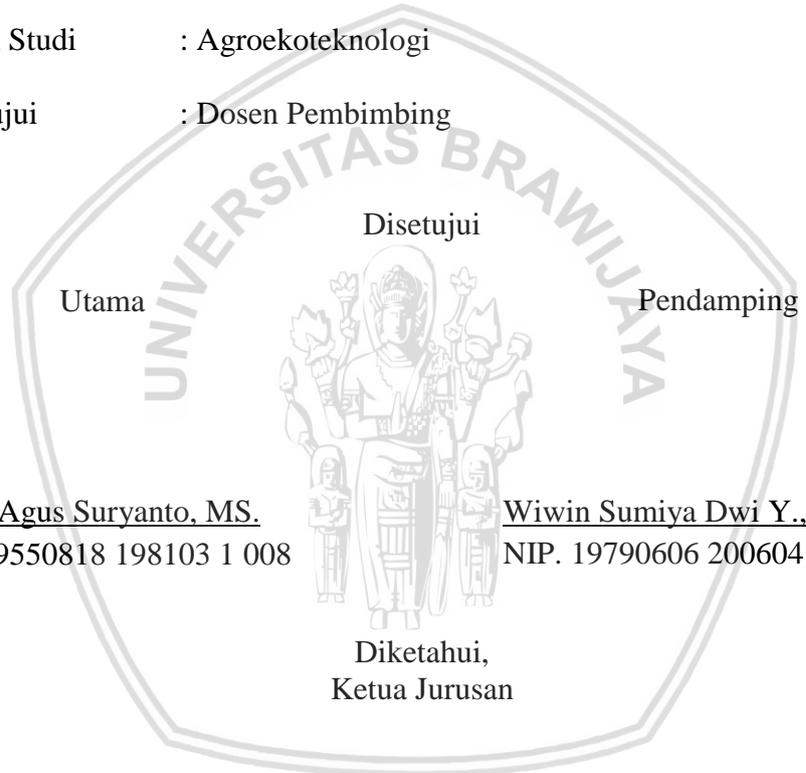
Nama Mahasiswa : **AFRIZAL RAHARDYAN PRADANA**

NIM : 115040200111025

Jurusan : Budidaya Pertanian

Program Studi : Agroekoteknologi

Menyetujui : Dosen Pembimbing



Disetujui
Utama Pendamping

Dr. Ir. Agus Suryanto, MS.
NIP. 19550818 198103 1 008

Wiwin Sumiya Dwi Y., SP., MP.
NIP. 19790606 200604 2 003

Diketahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Nurul Aini, MS.
NIP. 19601012 198601 2 001

Tanggal Persetujuan:



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Mudji Santoso, MS.

NIP. 19510710 197903 1 002

Wiwin Sumiya Dwi Y., SP., MP.

NIP. 19790606 200604 2 003

Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Agus Suryanto, MS.

NIP. 19550818 198103 1 008

Dr. Ir. Nurul Aini, MS.

NIP. 19601012 198601 2 001

Tanggal Lulus:



Skripsi ini kupersembahkan untuk
ilmu pengetahuan.



RINGKASAN

Afrizal Rahardyan Pradana. 115040200111025. Aplikasi CaCl_2 dalam Upaya Peningkatan Kualitas Mahkota dan Buah Tanaman Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merril) Klon GP-3. Di bawah bimbingan Dr. Ir. Agus Suryanto, MS. sebagai Dosen Pembimbing Utama dan Wiwin Sumiya Dwi Yamika, SP., MP. sebagai Dosen Pembimbing Pendamping.

PT. Great Giant Pineapple (GGP), Lampung, Indonesia adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang budidaya dan pengalengan buah nanas. Dalam kultur teknisnya, PT. GGP menggunakan mahkota buah sebagai salah satu bahan tanam. Permasalahan yang ada adalah penyimpangan bentuk mahkota buah nanas pada varietas *smooth cayenne* klon GP-3 yang mengakibatkan penurunan kualitasnya sebagai bahan tanam. Survei awal yang dilakukan oleh divisi riset PT. GGP menyatakan penyimpangan mahkota buah diduga disebabkan oleh defisiensi unsur kalsium. Atas dasar tersebut dilakukanlah penelitian ini untuk mengetahui interaksi dosis CaCl_2 dan waktu aplikasi terhadap kualitas mahkota dan buah nanas. Penelitian dilaksanakan dari bulan Januari hingga April 2015 di plot 36-F divisi Riset dan Pengembangan PT. GGP menggunakan Rancangan Petak Terbagi (RPT) dengan tiga ulangan. Dosis CaCl_2 (50, 100 dan 150 kg ha⁻¹) sebagai petak utama dan waktu aplikasi (30, 45 dan 30+45 Hari Setelah Pembungaan [HSP]) sebagai anak petak. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa aplikasi CaCl_2 belum mampu mengurangi penyimpangan mahkota buah. Aplikasi CaCl_2 dua kali pada 30+45 HSP sudah mampu menghasilkan bobot segar buah sebesar 1,45 kg, sesuai dengan standar bobot segar buah minimal PT. GGP. Aplikasi CaCl_2 dengan dosis 100 kg ha⁻¹ pada 45 HSP sudah mampu menghasilkan kadar gula buah sebesar 14,17%, sesuai standar minimal kadar gula buah nanas PT. GGP. Kadar asam buah akibat perlakuan dosis CaCl_2 dan waktu aplikasi sudah mencapai standar PT. GGP (0,3 – 0,5%). Tekstur pangkal buah mencapai 6.159 x 10⁵ Pa (cukup keras) akibat interaksi dosis CaCl_2 50 kg ha⁻¹ yang diaplikasi pada 30+45 HSP.

SUMMARY

Afrizal Rahardyan Pradana. 115040200111025. Calcium Chloride Application to Improve Crown and Fruit Quality of Pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merrill) GP-3 Clone. Supervised by Dr. Ir. Agus Suryanto, MS., and Wiwin Sumiya Dwi Yamika, SP., MP.

Great Giant Pineapple (GGP) Company, Lampung, Indonesia is a company focused on pineapple cultivation and canning. In the cultivation system, GGP Company uses crown as one of the plant material. The problem occurs when there are many pineapple of GP-3 clone from smooth cayenne variety face crown disorder which later affects the crown quality. The preliminary survey was conducted by GGP Company Research and Development (R&D) division found that the problem was closely affected by calcium deficiency. Hence, the present research was conducted to follow up the previous research result to find out the interaction between dosage and time application of CaCl_2 to the quality of crown and fruit of pineapple. The research was conducted from January to April 2015 by using split-plot design with three times repetition with CaCl_2 dosage (50, 100 and 150 kg ha^{-1}) as the main plot and time application (30, 45 and 30+45 Days After Flowering [DAF]) as the subplot. The present study was conducted at 36-F plot of GGP Company R&D division. The results show that CaCl_2 application at the first flowering phase still cannot reduce the crown disorder. However, two times application of CaCl_2 at 30+45 DAF can increase fruit mass up to 1.45kg (fulfilled the standard of GGP). The application of CaCl_2 100 kg ha^{-1} at 45 DAF can increase the brix up to 14.17% (fulfilled the standard of GGP). The fruit acidity level as the result of interaction between dosage of CaCl_2 and time application has reached the standard level of GGP (0.3-0.5%). The base fruit texture reaches $6,159 \times 10^5 \text{ Pa}$ as the result of interaction of CaCl_2 50 kg ha^{-1} applied at 30+45 DAF.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin penulis haturkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Aplikasi CaCl₂ dalam Upaya Peningkatan Kualitas Mahkota dan Buah Tanaman Nanas (*Ananas comosus (L.) Merrill*) Klon GP-3**” sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar sarjana pertanian dari Universitas Brawijaya, Malang. Shalawat serta salam selalu penulis ucapkan kepada rasulullah Muhammad sholallahu alaihi wasallam agar penulis menjadi salah satu umatnya yang akan mendapat syafa'at dihari akhir kelak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih dan apresiasi yang tinggi kepada:

1. Dr. Ir. Agus Suryanto, MS. selaku dosen pembimbing utama yang telah meyumbang ide, mengajarkan analisa data dan teknis penelitian;
2. Wiwin Sumiya Dwi Yamika, SP., MP. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberi saran dalam penulisan skripsi serta memberi arahan detail mengenai teknis pengamatan;
3. Ir. Priyo Cahyono, MMP. selaku pembimbing dari PT. Great Giant Pineapple yang telah mengajarkan ilmu budidaya nanas, membimbing dan mengawasi proses penelitian;
4. Prof. Dr. Ir. Mudji Santoso, MS. selaku dosen penguji yang telah memberi saran dalam penulisan skripsi dan membagi ilmu;
5. Dr. Ir. Nurul Aini, MS. selaku dosen penguji serta ketua Jurusan Budidaya Pertanian;
6. Ayah, ibu, adik, saudara yang telah memberikan motivasi dan dukungan yang tiada henti, baik moril maupun materi kepada penulis; dan
7. Teman-teman, terlebih kepada Sabanta Azmah Bilfirdausi.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, segala kritik dan saran sangat diharapkan demi kebaikan penulis dalam penyusunan karya ilmiah di masa yang akan datang.

Malang, April 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Surabaya pada hari Jum'at, tanggal 14, bulan Januari, tahun 1994, sebagai putra pertama dari pasangan ayah Solchan Imron dan ibu Noeryanti. Memiliki satu orang adik perempuan bernama Nindya Az-zahra.

Penulis menempuh pendidikan dasar di dua sekolah, yaitu Madrasah Ibtida'iyah Nurul Falah, Mojokerto pada tahun 1999-2002 (tiga tahun), kemudian pindah ke Sekolah Dasar Islam Terpadu Al-Ikhlas, Mojokerto pada tahun 2002-2005 (tiga tahun). Setelah menyelesaikan pendidikan sekolah dasar, penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMPN 1 Puri, Mojokerto dari tahun 2005-2008. Pada masa SMP, penulis pernah menjadi perwakilan satu-satunya dari SMPN 1 Puri untuk mengikuti kegiatan Jambore Nasional Pramuka tahun 2007 di Sumedang, Jawa Barat. Penulis juga pernah mengikuti lomba bahasa Inggris dalam rangka ulang tahun SMAN 1 Puri Mojokerto. Kemudian penulis melanjutkan belajar di SMAN 1 Puri, Mojokerto dari tahun 2008-2011. Selepas lulus dari SMA, penulis melanjutkan pendidikan di tingkat S-1 di Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Jurusan Budidaya Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, penulis pernah menjadi juara satu beregu debat terbuka praktikum mata kuliah Bahasa Indonesia se-Agroekoteknologi (2012), mengikuti program pertukaran pelajar di Universitas Chulalongkorn, Chiang Mai, Thailand (2012) selama tiga minggu, kemudian mengikuti simposium internasional Bioteknologi di Bangkok, Thailand (2013), dan aktif dalam komunitas non profit di luar universitas yang bergerak pada bidang bahasa Inggris dan sosial yang bernama Main English Club (@main.ec). Pada tahun 2014 penulis melaksanakan magang kerja di perusahaan budidaya dan pengolahan nanas PT. Great Giant Pineapple di Lampung Tengah selama tiga bulan yang dilanjutkan dengan penelitian selama enam bulan.

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Hipotesis	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Nanas	4
2.2 Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Nanas	5
2.3 Mahkota Buah Sebagai Bahan Tanam	7
2.4 Kualitas Buah Nanas	8
2.5 Pengaruh CaCl_2 pada Kualitas Mahkota	9
2.6 Pengaruh CaCl_2 pada Kualitas Buah	11
III. BAHAN DAN METODE	13
3.1 Tempat dan Waktu	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Metode Penelitian	13
3.4 Pelaksanaan Percobaan	13
3.4.1 Penentuan Tanaman dan Pembagian Plot	13
3.4.2 Aplikasi CaCl_2	14
3.4.3 Pemeliharaan	14
3.4.4 Panen	15
3.5 Pengamatan	15
3.5.1 Bobot Segar Total Tanaman	16
3.5.2 Bobot Segar Bonggol	16
3.5.3 Bobot Segar Buah	17

3.5.4	Bobot Segar Mahkota Buah.....	17
3.5.5	Persentase Penyimpangan Mahkota Buah.....	17
3.5.6	Kadar Gula Buah.....	17
3.5.7	Kadar Asam Buah.....	17
3.5.8	Tekstur Buah.....	18
3.6	Analisa Data.....	18
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1	Hasil.....	19
4.1.1	Bobot Segar Total Tanaman.....	19
4.1.2	Bobot Segar Bonggol.....	19
4.1.3	Bobot Segar Mahkota Buah.....	20
4.1.4	Persentase Penyimpangan Mahkota Buah.....	21
4.1.5	Bobot Segar Buah.....	21
4.1.6	Kadar Gula Buah.....	22
4.1.7	Kadar Asam Buah.....	23
4.1.8	Tekstur Buah.....	23
4.2	Pembahasan.....	25
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	30
5.1	Kesimpulan.....	30
5.2	Saran.....	30
	DAFTAR PUSTAKA.....	31
	LAMPIRAN.....	34



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Morfologi Tanaman Nanas.....	4
2.	Kurva Pertumbuhan Tanaman Nanas.....	4
3.	Tahap Pembungaan Tanaman Nanas.....	6
4.	Pengaruh Faktor Lingkungan pada Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Nanas.....	7
5.	Gejala Defisiensi Kalsium Menyebabkan Buah Ganda atau Lebih.....	10
6.	Ikatan Silang Antara Molekul Pektin dengan Ion Kalsium.....	11
7.	Tanaman Nanas Klon GP-3 Varietas <i>Smooth Cayenne</i> Umur 12 bulan.....	36
8.	Plot Penelitian.....	44
9.	Tanaman Nanas Umur 0 Hari Setelah Pembungaan (kiri); Tanaman Nanas Umur 155 Hari Setelah Pembungaan / Panen (kanan).....	44
10.	Bonggol Tanaman Nanas Umur 0 Hari Setelah Pembungaan (kiri); Bonggol Tanaman Nanas Umur 155 Hari Setelah Pembungaan / Panen (kanan).....	44
11.	Pencampuran CaCl_2 (bubuk putih) ke dalam air (kiri); Aplikasi CaCl_2 pada Tanaman Nanas (kanan).....	45
12.	Panen (a, b dan c) Mahkota Abnormal; (d) Mahkota Normal.....	45
13.	Panen (a) Perlakuan $D_1 W_1$; (b) Perlakuan $D_1 W_2$; (c) Perlakuan $D_1 W_3$; (d) Perlakuan $D_2 W_1$; (e) Perlakuan $D_2 W_2$; (f) Perlakuan $D_2 W_3$; (g) Perlakuan $D_3 W_1$; (h) Perlakuan $D_3 W_2$; (i) Perlakuan $D_3 W_3$	45
14.	Panen. Pengukuran Tekstur Buah (kiri); Pengukuran Kadar Asam Buah (kanan).....	46



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Rata-rata Bobot Segar Total Tanaman Nanas Tanpa Buah Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP).....	19
2.	Rata-rata Bobot Segar Bonggol Tanaman Nanas Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP).....	20
3.	Rata-rata Bobot Segar Mahkota Buah Tanaman Nanas Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP).....	21
4.	Rata-rata Persentase Penyimpangan Mahkota Buah Tanaman Nanas Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP).....	22
5.	Rata-rata Bobot Segar Buah Tanaman Nanas Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP).....	23
6.	Rata-rata Kadar Gula Buah Tanaman Nanas dengan Kematangan Luar Buah 25% Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP).....	24
7.	Rata-rata Kadar Asam Buah Tanaman Nanas Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP).....	25
8.	Rata-rata Tekstur Ujung Buah Tanaman Nanas Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP).....	26
9.	Rata-rata Tekstur Tengah Buah Tanaman Nanas Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP).....	27
10.	Rata-rata Tekstur Pangkal Buah Tanaman Nanas Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP).....	27
11.	Analisa Tanah Sebelum Penambahan Bahan Pembenh Tanah.....	40
12.	Analisa Tanah Sesudah Penambahan Bahan Pembenh Tanah.....	40
13.	Analisa Ragam Bobot Segar Total Tanaman.....	41
14.	Analisa Ragam Bobot Segar Bonggol.....	41
15.	Analisa Ragam Bobot Segar Mahkota Buah.....	41
16.	Analisa Ragam Persentase Penyimpangan Mahkota.....	41
17.	Analisa Ragam Bobot Segar Buah.....	42
18.	Analisa Ragam Kadar Gula Buah.....	42
19.	Analisa Ragam Kadar Asam Buah.....	42
20.	Analisa Ragam Tekstur Ujung Buah.....	42
21.	Analisa Ragam Tekstur Tengah Buah.....	43
22.	Analisa Ragam Tekstur Pangkal Buah.....	43



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Deskripsi Tanaman Nanas Klon GP-3 Varietas <i>Smooth Cayenne</i>	34
2.	Kriteria Tanaman Nanas Varietas <i>Smooth Cayenne</i> Klon Gp-3 yang Digunakan Sebagai Objek Penelitian.....	35
3.	Denah Plot Penelitian.....	36
4.	Denah Pengambilan Sampel Tanaman, Mahkota dan Buah.....	37
5.	Perhitungan Populasi Dan Konversi Dosis CaCl_2 per Plot.....	38
6.	Grafik Curah Hujan dan Temperatur Maksimum Minimum Antara Tahun 2013-2015 Di Lokasi 36-F, Divisi <i>Research & Development</i> PT. GGP, Lampung Tengah.....	39
7.	Analisa Tanah Sebelum Pengolahan dan Setelah Pengolahan.....	40
8.	Tabel Analisa Ragam.....	41
9.	Dokumentasi Penelitian.....	42



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Nanas adalah satu dari banyak komoditas pertanian yang cukup besar permintaan pasarnya. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2015) menyatakan, di tahun 2014 produksi nanas Indonesia mencapai 1,84 juta ton sehingga menempatkan Indonesia menjadi produsen nanas terbesar ketiga di Asia Tenggara dengan kontribusi sekitar 23% setelah Filipina dan Thailand. Masih dalam sumber yang sama, rata-rata produksi nanas Indonesia antara tahun 2010-2014 mencapai 74,45% yang didominasi oleh provinsi Lampung (33,65%). Keberadaan PT. Great Giant Pineapple (PT. GGP) sebagai perusahaan budidaya dan pengolahan produk derivat nanas di provinsi Lampung, tepatnya kabupaten Lampung Tengah, ikut mendongkrak produksi nanas di provinsi Lampung.

Saat ini PT. GGP tengah menghadapi masalah penyimpangan mahkota buah, yaitu mahkota buah yang berukuran kerdil dan mahkota yang memiliki lebih dari satu titik tumbuh. Penyimpangan mahkota buah terjadi pada nanas klon GP-3 dari varietas *smooth cayenne*. Mahkota buah yang memiliki titik tumbuh lebih dari satu akan membuat morfologinya menjadi lebih lebar, sehingga turut memengaruhi bentuk buah menjadi lebih lebar pada bagian ujungnya. Akibatnya buah yang demikian tidak akan memenuhi standar minimal untuk diolah menjadi produk utama PT. GGP yakni nanas kaleng, melainkan hanya untuk diambil sari buahnya (*juice*) saja. Hal tersebut dikarenakan standar mutu PT. GGP yang mengharuskan satu kaleng nanas olahan berasal dari satu buah utuh. Selain itu, mahkota buah digunakan PT.GGP sebagai bahan tanam. Mahkota buah yang menyimpang akan menurunkan kualitasnya sebagai bibit. Hal tersebut akibat dari ukuran mahkota buah yang menjadi lebih kecil sehingga diperlukan waktu lebih lama untuk penyemaian.

Penyimpangan bentuk pada mahkota buah bisa disebabkan oleh faktor genetik, akan tetapi sifat tersebut sangat kuat dipengaruhi oleh lingkungan dan teknis budidaya tutur Dalldorf *dalam* Bartholomew, Paul dan Rohrbach (2003). Masih dalam sumber yang sama pemupukan nitrogen yang berlebihan dan suhu lingkungan yang tinggi pada saat perkembangan bunga diketahui menambah kejadian penyimpangan mahkota buah. Survei awal yang dilakukan divisi riset

dan pengembangan PT.GGP oleh Sasa (2012, *unpublihsed*) menyatakan bahwa kejadian penyimpangan mahkota buah erat dipengaruhi oleh kekurangan unsur kalsium. Penyimpangan mahkota buah mulai muncul saat fase *mid cone* yakni fase perkembangan bunga saat mencapai umur 46-51 hari setelah pembungaan (HSP) (Bartholomew *et al.*, 2003). Tanaman nanas membutuhkan kalsium dalam jumlah yang sangat rendah, akan tetapi defisiensi masih dapat terjadi pada kondisi tanah yang sangat lapuk dengan kation yang rendah dan pada tanah yang memiliki pH rendah akibat dari penggunaan pupuk kimia, seperti amoniun sulfat, dalam jangka waktu yang panjang (McLaughlin and Wimmer, 1999). Kondisi tanah yang demikian serupa dengan kondisi tanah di PT. GGP. Sistem budidaya intensif dengan aplikasi bahan kimia serta penggunaan alat berat untuk mekanisasi pertanian telah berlangsung puluhan tahun. Hal tersebut diperkuat dengan analisa tanah (lampiran 7). Kekurangan kalsium pada tanaman nanas dapat berakibat pada masalah perkembangan dan perawatan struktur dinding sel serta kesehatan titik tumbuh tutur Kelly (1993).

Astuti (2013) dalam penelitiannya menyatakan aplikasi dosis CaCl_2 100 kg dapat meningkatkan bobot mahkota buah hingga $\pm 14\%$. Masih dalam sumber yang sama, perlakuan dua kali aplikasi CaCl_2 pada 90 dan 120 hari setelah pembungaan (HSP) mampu meningkatkan bobot buah sebesar 9,88%. Berdasarkan penelitian Astuti (2013) level dosis CaCl_2 dan waktu aplikasi dalam penelitian tersebut dijadikan acuan dalam penentuan perlakuan. Dengan rujukan bahwa kejadian penyimpangan mahkota buah mulai muncul saat 46-51 HSP maka aplikasi kalsium dilakukan lebih awal pada fase *open heart* yakni fase awal pembungaan pada 35-40 HSP. Sementara itu, level dosis CaCl_2 100 kg ha⁻¹ pada penelitian Astuti (2013) dijadikan acuan tengah dan mengambil dua level dibawah (50 kg ha⁻¹) dan di atasnya (150 kg ha⁻¹) mengingat aplikasi CaCl_2 pada penelitian ini dilakukan jauh sebelum buah terbentuk, maka diduga kebutuhan dosis CaCl_2 lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Astuti (2013).

1.2 Tujuan

Mengetahui interaksi dosis CaCl_2 dan waktu aplikasi terhadap kualitas mahkota dan buah nanas varietas *smooth cayenne* klon GP-3.

1.3 Hipotesis

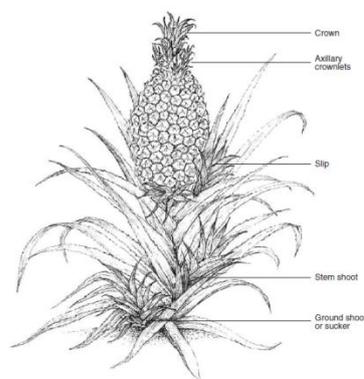
Ada pengaruh interaksi dari dosis CaCl_2 dan waktu aplikasi terhadap kualitas mahkota dan buah tanaman nanas varietas *smooth cayenne* klon GP-3.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Nanas

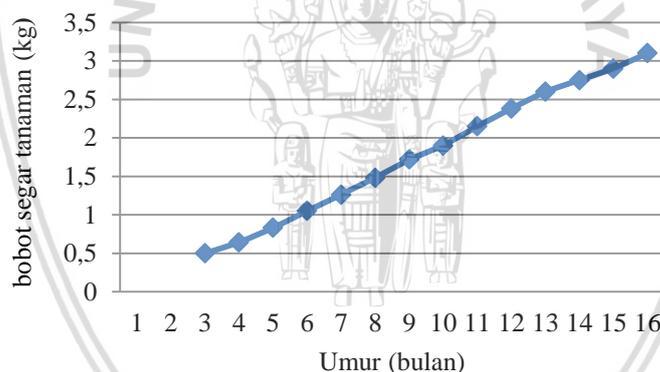
Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merril) adalah tanaman buah tahunan. Rata-rata satu siklus hidup nanas berkisar antara 18-24 bulan. Nanas adalah tanaman monokotil yang memiliki rangkaian bunga dan buah di ujung batang. Tanaman nanas dewasa memiliki tinggi dan lebar antara 1-2 meter. Batang tanaman nanas berbentuk gada, beruas-ruas, pendek dan tertutup oleh daun dan akarnya. Panjang rata-rata batang tanaman nanas berkisar antara 20-50 cm, diameter antara 2-5 cm pada bagian pangkal dan 5-8 cm pada bagian ujung tutur d'Eeckenbrugge dan Leal dalam Bartholomew, Paull, dan Rohrbach (2003). Masih dalam sumber yang sama, akar tanaman nanas dapat dibedakan menjadi dua jenis yakni akar tanah dan akar samping dengan sistem perakaran dangkal dan terbatas. Sinclair (1993) menyatakan daun tanaman nanas tidak bertangkai dan mengandung banyak air, bentuknya seperti talang dan memanjang seperti pedang dengan ujung daun runcing. Daun tanaman nanas berkisar antara 68-82 helai per tanaman, yang mana pada beberapa varietas terdapat duri di sepanjang lamina daunnya (Office of the Gene Technology Regulator, 2008). Masih dalam sumber yang sama, bunga tanaman nanas adalah bunga hermaprodit yang terdiri dari tiga sepal dan tiga petal. Nanas memiliki buah berbentuk silindris dengan diameter antara 9 – 13 cm, serta memiliki bobot antara 1,5 – 2,5 kg. Pada ujung buah terdapat satu mahkota buah. Mahkota dapat digunakan sebagai bahan tanam selain *sucker* (anakan yang tumbuh dari batang) dan bonggol nanas. Berikut gambar morfologi tanaman nanas.



Gambar 1. Morfologi Tanaman Nanas (Bartholomew *et a.*, 2003)

2.2 Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Nanas

Pertumbuhan tanaman adalah penambahan panjang, ukuran, bobot dan jumlah sel pada tanaman. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman terjadi melalui tiga tahap yaitu pembelahan sel, pembesaran sel dan diferensiasi sel (Lakitan, 2004). Siklus hidup tanaman nanas dibagi menjadi dua fase, yaitu fase vegetatif dan fase generatif. Fase vegetatif atau biasa disebut fase juvenile tanaman nanas berlangsung pada awal tanam hingga umur \pm 11-14 bulan (Malézieux, Zhang, Sinclair, and Bartholomew, 1994). Sedangkan fase generatif berlangsung selama \pm 5 bulan setelah fase vegetatif berakhir. Peralihan fase vegetatif ke fase generatif pada tanaman nanas perlu dipacu secara paksa (*forcing*) menggunakan gas etilen untuk memunculkan bunga secara serempak (Suwanti, 2015). Hal tersebut untuk memulai inisiasi pembungaan, terkait dengan karakteristik tanaman nanas yang termasuk tanaman non-klimakterik, yang mana rendah dalam produksi etilen.



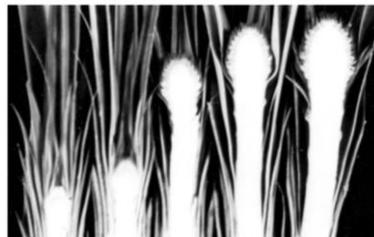
Gambar 2. Kurva pertumbuhan tanaman nanas (Tim Budidaya Nanas, 2008)

Tujuan utama induksi pembungaan secara paksa adalah untuk menyeragamkan waktu berbunga, yang memiliki korelasi dengan waktu panen buah. Bunga yang muncul serempak akan berkembang menjadi buah dalam waktu yang relatif sama sehingga dapat dipanen dalam waktu yang bersamaan pula. Terlebih lagi pada budidaya nanas berskala luas. Buah yang matang tidak serempak adalah masalah yang cukup serius. Hal tersebut mengakibatkan waktu panen yang tidak serempak, sehingga akan merugikan dari segi efisiensi dan efektivitas tenaga kerja, mesin panen, waktu dan biaya.

Nanas adalah tanaman tahunan yang memiliki siklus hidup antara 18 - 24 bulan untuk satu kali panen pada pertanaman pertama. Penentuan waktu yang tepat untuk *forcing* dapat ditentukan dengan indikator berat tanaman. Pada umumnya berat tanaman saat *forcing* minimal harus mencapai 2,5 kg, dengan jumlah daun minimal 20-30 helai per tanaman. Hal tersebut dimaksudkan agar tanaman mampu menahan berat buah hingga waktu panen tiba. Penentuan berat tanaman dapat diperoleh melalui rumus daun terpanjang (D-leaf) (Bartholomew *et al*, 2003). Rata-rata umur tanaman nanas yang siap *forcing* berkisar antara 11-16 bulan setelah tanam. Selanjutnya tanaman nanas akan memasuki fase generatif dengan munculnya bunga.

Fase generatif tanaman nanas berlangsung selama \pm 5 bulan terhitung sejak muncul bunga, yang terdiri dari fase pembungaan dan pembentukan buah. Fase pembungaan berlangsung pada 30-55 hari setelah aplikasi *forcing*, sementara fase pembentukan buah berlangsung setelah fase pembungaan selesai (\pm 120 hari) (Tim Budidaya Tanaman Nanas, 2008). Masih dalam sumber yang sama, pembungaan tanaman nanas dimulai dari dasar ke puncak secara spiral. Bunga tanaman nanas mekar sebanyak 5-10 bunga setiap hari di waktu malam, dan berlangsung dengan sangat cepat.

Bartholomew *et al*. (2003) mengatakan fase pembungaan tanaman nanas terdiri dari: 1) 1,3 cm *open heart* (bunga mulai terlihat dengan diameter 1,3 cm); 2) 2,5 cm *open heart* (warna bunga mulai merah dengan diameter mencapai 2,5 cm); 3) *early cone* (bakal buah berbentuk bulat kecil, kuncup bunga belum muncul); 4) *mid cone* (pengkal buah terdapat bunga yang berwarna ungu); dan 5) *late cone* (bunga bagian pangkal mekar, dan seterusnya hingga buah mekar pada bagian ujung buah). Berikut gambar fase pembungaan pada tanaman nanas.

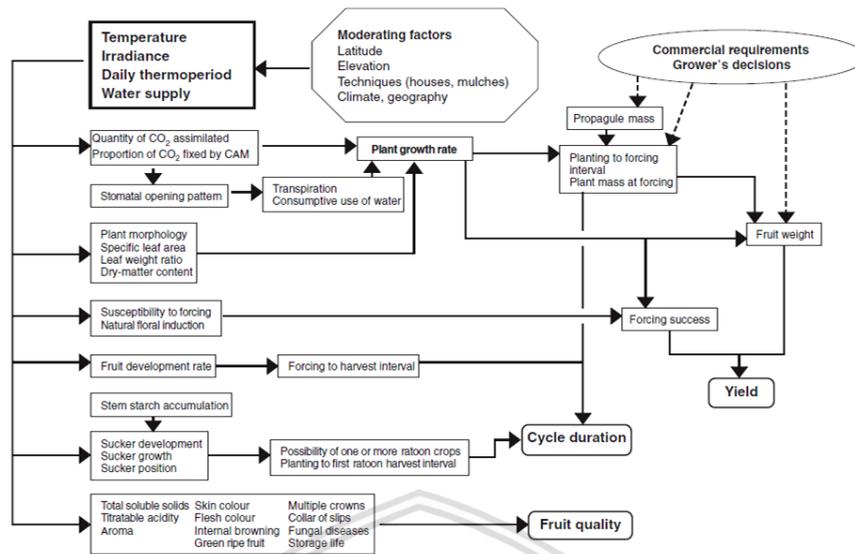


Gambar 3. Tahap pembungaan tanaman nanas. Dari kiri ke kanan: 1,3 cm *open heart*, 2,5 cm *open heart*, *early cone*, *mid cone*, dan *late cone*. Setiap tahap pembungaan berlangsung kurang lebih satu minggu Rohrbach dalam Bartholomew *et al*, (2003).

2.3 Mahkota Buah Sebagai Bahan Tanam

Nanas dapat dikembangkan secara konvensional (vegetatif dan generatif) maupun *in-vitro*. Perbanyakan tanaman nanas secara vegetatif dapat dilakukan melalui tunas anakan, tunas batang, slip (tunas dasar buah), tunas mahkota serta stek batang (Hadiati dan Indriyani, 2008). Masih dalam sumber yang sama perbanyakan tanaman nanas secara generatif biasanya dilakukan untuk tujuan pemuliaan. Mahkota digunakan oleh PT. GGP sebagai bibit. Mahkota dapat dipanen pada waktu panen buah berlangsung. Mahkota memiliki karakteristik jumlah daun yang banyak namun tidak panjang. Penentuan kualitas mahkota diukur dari panjang, bobot dan morfologinya. Mahkota dibedakan menjadi tiga kelas, yaitu bibit kecil (panjang mahkota antara 30-34 cm), sedang (panjang mahkota antara 35-40 cm), dan kelas besar (panjang mahkota > 40 cm). Masih dalam sumber yang sama bobot ideal mahkota antara 100-250 gram (Tim Budidaya Nanas, 2008). Bibit asal mahkota dapat langsung ditanam di lahan produksi. Selain kedua parameter yang disebutkan sebelumnya, syarat lain mahkota sebagai bibit adalah tidak memiliki kelainan bentuk (*disorder*) seperti mahkota cabang, kipas, berduri, gundul, dan tidak ada titik tumbuh.

Mahkota abnormal dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu genetik dan lingkungan. Mahkota abnormal dapat diwariskan dari tetua sebelumnya, akan tetapi sifat tersebut juga sangat dipengaruhi oleh lingkungan dan teknis budidaya tutur Dalldorf dalam Bartholomew *et al*, (2003). Masih dalam sumber yang sama pemupukan nitrogen yang berlebihan dan suhu rata-rata harian yang tinggi selama perkembangan kuntum bunga diketahui dapat meningkatkan persentase mahkota abnormal. Pengaruh lingkungan yang menyebabkan mahkota abnormal antara lain: suhu rata-rata harian, perbendaan suhu siang dan malam yang ekstrem, lama penyinaran, suplai air dan nutrisi tutur Chan dalam Bartholomew *et al*, (2003). Berikut beberapa faktor penyebab mahkota abnormal yang disajikan dalam diagram arah.



Gambar 4. Pengaruh faktor lingkungan pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman nanas (Malézieux dan Bartholomew dalam Bartholomew [2003])

2.4 Kualitas Buah Nanas

Kualitas buah nanas dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan, teknis pemanenan atau kombinasi ketiganya (Astuti, 2003). Masih dalam sumber yang sama selama proses pematangan, buah nanas mengalami peningkatan bobot kotor maupun bersih, total padatan terlarut pada daging buah, peningkatan jumlah asam-asam dan penurunan kandungan air. Kualitas buah nanas ditentukan oleh penampakan buah, tekstur, *flavor* dan kandungan gizi dalam buah. Penampakan buah meliputi ukuran (besar, bobot dan volume), bentuk (diameter dan keseragaman), tidak adanya penyakit buah, keseragaman warna, kerusakan eksternal dan internal. Tekstur meliputi kekerasan, kelunakan, sukulensi dan kekenyalan.

Berdasarkan bentuk yang ada dipasaran buah nanas dibagi menjadi buah nanas konsumsi segar dan olahan (buah dalam kaleng). Standar kualitas buah nanas untuk konsumsi segar meliputi kemasakan kulit buah 75% (75% kuning dan sisanya hijau), keseragaman ukuran, bobot dan bentuk, bebas dari kerusakan fisik, mahkota buah tidak layu, buah tidak memar, tidak terserang penyakit dan tidak retak. Sementara standar kualitas buah nanas olahan ialah bentuk buah silindris, mata buah dangkal, kematangan buah 25%, warna daging buah kuning seragam, hati buah yang kecil, serat sedikit, aroma yang kuat, nisbah bobot tanpa mahkota

1,2 kg, nisbah bobot buah per bobot tanaman 0,75, nisbah gula dan asam sesuai, bebas kerusakan, kememaran dan penyakit buah (Tim Budidaya Nanas, 2008).

Astuti (2013) menyatakan beberapa kriteria standar buah nanas untuk dijadikan produk olahan (nanas kaleng) ialah kandungan air 78,6 – 88,4%, Padatan Total Terlarut (PTT) 8,20 - 18,30%, dan Total Asam Tertitrasi (TAT) 0,64 – 1,18%. Masih dalam sumber yang sama kriteria standar nanas untuk konsumsi segar ialah PTT diatas 12% dan TAT 0,5 – 0,6%. Kandungan air pada buah akan menurun sejalan dengan penurunan umur panen dan terjadinya peningkatan kandungan gula sebagai salah satu bagian PTT. Padatan Total Terlarut pada buah nanas didominasi oleh kandungan gula dan asam. Rasa pada nanas merupakan perpaduan antara gula dan asam. Gula yang terkandung dalam buah nanas yaitu glukosa 2,32%, fruktosa 1,42% dan sukrosa 7,89% (Tim Budidaya Nanas, 2008). Asam-asam yang terkandung dalam buah nanas antara lain asam sitrat, asam malat dan asam oksalat dengan jenis asam yang paling dominan yakni asam sitrat (78% dari total asam). Keasaman buah dapat diukur dengan menggunakan pH ekstrak buah atau dengan metode asam tertitrasi.

2.5 Pengaruh CaCl_2 pada Kualitas Mahkota

Kapur, gipsum dan pupuk kandang merupakan sumber kalsium yang sangat baik. Pada kegiatan budidaya nanas umum dilakukan penebaran pupuk Ca sebanyak 200-2000 kg.ha⁻¹ pada tanah, akan tetapi penentuan jumlah kebutuhan Ca terlebih dahulu harus ditentukan berdasarkan pH yang diinginkan dan status Ca tanah. Aplikasi kalsium nitrat atau kalsium klorida melalui foliar daun bisa juga dilakukan pada saat pemupukan reguler, tetapi jarang dilakukan karena kebutuhan kalsium yang rendah saat fase vegetatif serta aplikasi kalsium yang lebih difokuskan untuk meningkatkan kualitas buah (setelah pembungaan dan saat pembentukan buah). Kalsium disebut juga sebagai emas putih, karena mengacu pada hasil yang menguntungkan terkait dengan penggunaannya dalam perbaikan gizi buah nanas. Peningkatan hasil yang signifikan pada produktivitas dan kualitas buah telah diperoleh sebagai hasil dari aplikasi kalsium setelah *forcing*. Metode aplikasi kalsium harus dipahami dengan cermat jika menginginkan hasil yang baik. Aplikasi kalsium yang tidak benar akan memicu peningkatan pH tanah

yang secara tidak langsung dapat meningkatkan serangan *phytophthora* pada akar dan busuk hati.

Tanaman nanas memiliki kebutuhan yang sangat rendah akan kalsium, tetapi defisiensi kalsium tetap dapat terjadi pada tanah yang sangat lapuk rendah kation dan pada tanah yang mana pH menurun akibat dari penggunaan jangka panjang pupuk yang bersifat masam, seperti amonium sulfat. Tanaman nanas akan tumbuh optimal apabila tanah mengandung kalsium sebanyak atau lebih dari 100 ppm. Hartung, Magistad, dan Thot *dalam* Bartholomew *et al*, (2003) menyatakan bahwa tanaman akan mengalami gejala defisiensi di saat kandungan kalsium dalam tanah berkisar kurang dari 25 ppm. Kalsium umumnya diterapkan untuk mengubah pH tanah serta memasok Ca, namun di banyak daerah, pH tanah dijaga pada atau di bawah 5,5 untuk menghindari kejadian penyakit heart and root rots yang disebabkan oleh *Phytophthora* spp. Gypsum dapat digunakan untuk menggantikan kalsium jika ingin mencukupi kebutuhan kalsium tanpa mengubah pH tanah. Hartung *et al dalam* Bartholomew *et al* (2003) mengatakan bahwa gypsum dapat dijadikan pengganti bahan kalsium seperti kalsium klorida atau kalsium karbonat. Gejala visual kekurangan kalsium pada fase vegetatif dan tanaman reproduksi (Gambar 4) didokumentasikan di Pineapple Research Institute of Hawaii oleh Sanford *dalam* Bartholomew *et al* (2003). Berikut gambar gejala defisiensi kalsium.



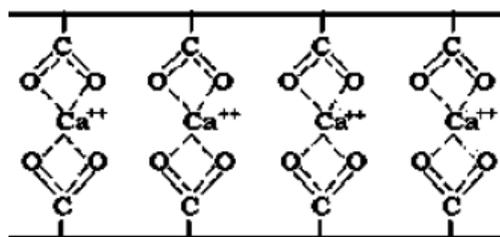
Gambar 5. Gejala defisiensi kalsium menyebabkan buah ganda atau lebih Sanford *dalam* Bartholomew *et al* (2003).

Sanford *dalam* Bartholomew *et al* (2003) mengamati bahwa warna daun tanaman yang kekurangan kalsium menjadi abnormal. Daun tanaman nanas

seperti kotor abu-abu hijau daripada yang normal kuning bersih atau hijau. Masih dalam sumber yang sama gejala defisiensi unsur kalsium pada tanaman nanas hampir mirip dengan gejala defisiensi unsur boron. Kalsium dan Boron sangat diperlukan saat fase diferensiasi bunga. Tanaman nanas yang kekurangan Ca parah, akan menyebabkan sel-sel di titik tumbuh gagal untuk membagi dan menyebabkan keteguhan antara sel satu dengan sel lain rendah, sehingga keterikatan dinding sel akan lemah. Kekurangan kalsium yang ekstrim akan mengakibatkan titik tumbuh mati. Beberapa kasus defisiensi kalsium, tanaman nanas gagal untuk menghasilkan bunga dan terus tumbuh secara vegetatif. Daun menjadi semakin pendek karena mereka berkembang. Akar lebih tebal dari biasanya dan, sebagai hasilnya, tanaman tersebut lebih sulit untuk ditarik dari tanah dibanding dengan tanaman normal. Buah nanas yang kekurangan unsur kalsium dalam masa pembentukan buah akan abnormal dalam ukuran maupun bentuk. Konsentrasi kritis/minimal pada saat induksi bunga adalah 0,015% kalsium dari total bobot basah tanaman. Konsentrasi minimum unsur kalsium yang terdapat pada daun D adalah 0,10% dari bahan kering pada saat induksi tutur Py, Lacoeuilhe, and Teisson dalam Bartholomew *et al* (2003). Williams dan Fleisch (1993) menyatakan beberapa dari penyimpangan pada nanas dapat dikurangi dengan menggunakan bibit hasil kultur jaringan.

2.6 Pengaruh CaCl_2 pada Kualitas Buah

Kalsium adalah satu dari bahan kimia yang berperan penting dalam mempertahankan kualitas buah terhadap struktur membran dan dinding sel. Pengerasan ion kalsium disebabkan oleh terbentuknya ikatan menyilang antara ion kalsium divalent dengan polimer senyawa pektin yang bermuatan negatif pada gugus karbonil asam galakturonat (Gambar 6).



Gambar 6. Ikatan silang antara molekul pektin dengan ion kalsium (Mardini, 2007).

Penggunaan kalsium baik sebelum maupun sesudah panen telah banyak dilakukan untuk mencegah gugurnya buah, mengurangi kerusakan sesudah panen dan mengontrol berbagai kerusakan fisiologis pada buah dan sayur. Kalsium akan mempertahankan dan memperkuat dinding sel. Kalsium selalu berada dalam bentuk Ca^{2+} bebas untuk mencegah kerusakan.

Hasil penelitian Sari, Trisnowati dan Mitrowihardjo (2004) menunjukkan bahwa perendaman buah mangga arumanis dalam larutan CaCl_2 dengan kadar 8% selama 60, 90 dan 120 menit membuat kandungan Ca daging buah meningkat sejalan dengan lama perendaman dan tekstur daging buah juga meningkat linier dengan kandungan Ca pada buah. Aplikasi CaCl_2 sebelum panen juga telah terbukti meningkatkan tekstur buah tomat dan memperpanjang daya simpan buah hingga 24 hari tutur Normasari dan Purwoko (2002).

Kalsium dapat mempertahankan masuknya enzim yang dihasilkan oleh buah penyebab pelunakan buah dan enzim yang dihasilkan oleh jamur atau bakteri penyebab buah busuk atau penyakit buah. Hasil penelitian Huang *et al* (2012) menunjukkan bahwa aplikasi CaCl_2 yang dilakukan sebanyak empat kali aplikasi pada fase perkembangan buah mangga menghasilkan indeks penyakit buah yang lebih rendah dibandingkan kontrol dan dapat memperpanjang daya simpan buah hingga 28 hari. CaCl_2 juga terbukti dapat menurunkan persentase penyakit buah yang disebabkan oleh *Penicillium expansum* pada buah apel tutur Gholamnejad dan Etebarian (2009). Kalsium efektif dalam mengurangi aktifitas enzim polygalakturonase dan selulose. Enzim ini merupakan enzim yang berperan dalam memecah kandungan pectin yang terdapat pada dinding sel yaitu polygalakturonase pada saat buah dipanen.

Kalsium dapat menurunkan permeabilitas membran terhadap air. Hal tersebut mengakibatkan aktivitas respirasi menurun sehingga kalsium dikenal sebagai ion pengendali respirasi. Konsentrasi CaCl_2 yang semakin besar akan menghasilkan kadar air yang semakin kecil. Kalsium juga mampu meningkatkan bobot segar akar dan batang benih padi hingga 8% (Upadhyaya, Begum, Dey, Nath, Panda, 2017).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di lahan divisi *Research & Development* PT. Great Giant Pineapple, lokasi 36-F yang terletak di Jl. Raya Arah Manggala, Km 77, Terbanggi Besar, Lampung Tengah. Lokasi percobaan berada pada ketinggian ± 46 mdpl. Memiliki suhu rata-rata siang hari $33,5$ °C, suhu rata-rata malam hari 23 °C. Beriklim basah (B) menurut metode Schmidt and Ferguson. Jenis tanah ultisol. Waktu penelitian berlangsung mulai bulan Januari hingga bulan April 2015.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain: knapsack sprayer SOLO (volume tangki 15 liter), penetrometer, hand refraktometer, blender, gelas ukur, labu ukur, tabung enlenmeyer, pipet, oven, papan nama perlakuan, ember, kertas label, timbangan, dan kamera digital Canon Power Shoot A3100 IS.

Bahan yang digunakan adalah tanaman nanas varietas smooth cayenne klon GP-3 umur 11 bulan yang telah berbunga, CaCl_2 sesuai dosis perlakuan (Lampiran 5), air sebagai pelarut, larutan HCl, larutan NaOH, larutan iodium, larutan amilium dan aquades.

3.3 Metode Penelitian

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Petak Terbagi (RPT) dengan tiga ulangan yang terdiri dari dua perlakuan yakni dosis CaCl_2 (50, 100 dan $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) sebagai petak utama dan waktu aplikasi CaCl_2 (30, 45 dan 30+45 HSP) sebagai anak petak.

3.4 Pelaksanaan Percobaan

3.4.1 Penentuan Tanaman dan Pembagian Plot

Tanaman yang digunakan sebagai objek penelitian adalah nanas varietas *smooth cayenne* klon GP-3. Pada umur 11 bulan tanaman nanas sudah mulai diinduksi agar berbunga (*forcing*) untuk memasuki fase generatif. Bahan yang digunakan untuk menginduksi tanaman nanas ialah ethylene dengan dosis $1,3 - 1,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, kaoline $25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ dan air 8000 liter. Menurut standar PT. GGP,

persentase tanaman nanas yang berhasil berbunga setelah dilakukan forcing harus lebih dari atau sama dengan 98% dari total populasi.

Pemilihan lokasi 36-F di wilayah R&D PT. GGP sebagai lokasi penelitian didasari oleh beberapa kesesuaian kriteria, antara lain: kondisi tanaman nanas yang seragam dan sehat, persentase berbunga $\geq 98\%$, serangan hama tikus rendah, dan dekat sumber air. Selain itu, lokasi 36-F dekat dengan stasiun klimatologi PT. GGP. Hal tersebut memudahkan dalam penelusuran balik iklim maupun kontrol cuaca harian.

Total luas lahan yang digunakan adalah 805,1 m². Dengan rincian luas tiap plot percobaan adalah 26,4 m² (p= 8 meter dan l= 3,3 meter), dengan jarak tanam 25 x 55 cm. Penentuan petak sesuai dengan denah pengacakan (Lampiran 3).

3.4.2 Aplikasi CaCl₂

CaCl₂ (bentuk bubuk) dilarutkan dalam air sesuai dengan dosis perlakuan yang telah dikonversi dalam luasan plot percobaan (Lampiran 4). Aplikasi CaCl₂ dilakukan pada 30 HSP (Hari Setelah Pembungaan), 45 HSP dan dua kali pada 30 dan 45 HSP. Aplikasi CaCl₂ dilakukan di pagi hari pada pukul 08.00 WIB. Aplikasi CaCl₂ dilakukan manual menggunakan knapsack sprayer.

3.4.3 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman bertujuan agar tanaman nanas tidak mengalami kerusakan atau kehilangan hasil, seperti serangan hama dan penyakit pada buah yang dapat menurunkan mutu buah. Beberapa kegiatan pemeliharaan selama penelitian yaitu pemupukan, irigasi dan aplikasi insektisida.

3.4.3.1 Pemupukan

Setelah tanaman nanas memasuki fase generatif, dilakukan pemupukan tambahan pada 57 dan 72 HSP. Hal tersebut dilakukan untuk menjaga tunas akar (*sucker*) tetap mendapat asupan unsur hara yang cukup. Pupuk yang diberikan ialah: Urea 75 kg.ha⁻¹, K₂ 75 kg.ha⁻¹ dan Fe 10 kg.ha⁻¹. Pupuk dilarutkan di air dengan volume 2000 liter. Pemupukan dilakukan dengan metode *foliar spray*. Pemupukan dilakukan di pagi hari pukul 07.00 WIB.

3.4.3.2 Irigasi

Selama penelitian tidak dilakukan irigasi karena kebutuhan minimum air tanaman telah terpeuhi dari air hujan yakni 50 mm per bulan. Curah hujan (presipitasi) selama bulan Januari – April 2015 lebih tinggi dibandingkan penguapan (evaporasi) (Lampiran 6).

3.4.3.3 Aplikasi Insektisida

Aplikasi insektisida dilakukan pada 57 dan 72 HSP. Aplikasi insektisida dilakukan untuk mencegah organisme pengganggu tanaman dan penyakit (patogen) yang merusak buah. Aplikasi insektisida dilakukan dengan metode *spraying* menggunakan alat Boom Sprayer Cameco (BSC) bersamaan dengan pemupukan. Bahan aktif insektisida yang digunakan ialah propoxur 0,45 liter.ha⁻¹ dan sipermetrin 0,35 l ha⁻¹ dengan ditambahkan perekat industik 2,3 l dan dilarutkan dalam air sebanyak 2000 l.

3.4.4 Panen

Tanaman nanas dipanen pada 155 HSP. Beberapa kriteria tanaman yang siap panen ialah mata buah datar, kemasakan luar buah rata-rata mencapai 25%, dan aroma wangi buah sudah tercium. Panen dilakukan manual dengan tangan dengan cara mematahkan tangkai buah (*peduncle*) hingga terlepas dari bonggolnya. Bersamaan dengan kegiatan panen dilakukan pemisahan buah dengan mahkotanya. Seluruh buah dalam satu plot ditimbang bobotnya. Kemudian dipisahkan berdasar kecil besarnya diameter buah. Mahkota yang telah dipisahkan sebelumnya akan digunakan sebagai bibit.

3.5 Pengamatan

Penentuan kualitas dilakukan dengan cara pengukuran beberapa kriteria pengamatan pada tanaman, mahkota dan buah. Pengamatan pada tanaman meliputi pengukuran bobot segar total dan bobot segar bonggol. Pengamatan pada mahkota meliputi pengukuran bobot segar dan penghitungan persentase mahkota abnormal. Pengamatan pada buah meliputi pengukuran bobot segar, kadar gula, kadar asam dan tekstur buah.

Metode pengamatan pada tanaman dilakukan dengan mengambil lima tanaman per plot dari tiga ulangan yang telah ditandai saat awal penentuan sampel

dengan metode mata dadu. Total tanaman sampel adalah 150 buah. Setiap tanaman yang diambil ditimbang bobot segar totalnya. Setelah pengukuran bobot tanaman selesai, seluruh daun dan akar tanaman dibuang hingga menyisakan bonggolnya. Bonggol tersebut ditimbang untuk mendapatkan nilai bobot segar bonggol.

Pengamatan bobot mahkota dilakukan dengan cara menimbang keseluruhan mahkota yang telah dipisahkan dari buah dengan timbangan. Jumlah mahkota yang diukur bobotnya adalah 192 buah per plot. Mahkota yang telah diukur bobornya kemudian dikelaskan sesuai dengan normal atau tidak normal, sehingga diperoleh persentase mahkota abnormal dalam satu plot.

Pengamatan bobot segar buah dilakukan dengan cara menimbang seluruh buah yang berada dalam satu plot menggunakan timbangan. Buah yang diamati memiliki tingkat kematangan luar sebesar 25%. Setelah kegiatan mengukur bobot selesai, buah langsung dikelaskan berdasar kecil besarnya diameter. Hal tersebut untuk mengetahui distribusi ukuran buah. Buah yang memiliki ukuran 2T (setara diameter 12,8 – 13 cm) diambil sebanyak tiga belas buah per plot untuk dijadikan sampel. Seluruh buah tersebut akan digunakan untuk sampel pengukuran kadar gula, kadar asam dan tekstur buah. Berikut dijelaskan lebih lanjut mengenai detail pengamatan parameter penelitian.

3.5.1 Bobot Segar Total Tanaman

Bobot tanaman diukur pada saat panen, dengan cara memilih lima tanaman yang telah diberi tanda berupa cat putih saat penentuan tanaman sampel (11 bulan setelah tanam). Tanaman ditimbang menggunakan timbangan tanpa menyertakan buah. Hasil yang tertera dicatat sebagai bobot segar total tanaman.

3.5.2 Bobot Segar Bonggol

Bobot segar bonggol diukur pada saat panen, dengan cara memilih lima tanaman yang telah diberi tanda berupa cat putih saat penentuan tanaman sampel (11 bulan setelah tanam). Daun tanaman nanas dibuang terlebih dahulu dengan cara menariknya hingga terlepas dari bonggol. Bonggol yang tersisa di timbang menggunakan timbangan sehingga diperoleh bobot segar bonggol.

3.5.3 Bobot Segar Buah

Bobot segar buah diperoleh dengan menimbang buah nanas utuh yang terlebih dahulu dilepas mahkota buahnya. Buah yang ditimbang adalah buah keseluruhan dalam satu plot perlakuan (Lampiran 4).

3.5.4 Bobot Segar Mahkota Buah

Bobot segar mahkota ditimbang menggunakan timbangan. Sebanyak 192 buah mahkota dari tiap petak perlakuan ditimbang bobotnya, sekaligus diamati morfologinya kemudian dikelaskan menjadi normal atau menyimpang.

3.5.5 Persentase Penyimpangan Mahkota Buah

Kategori mahkota buah dikatakan menyimpang ialah: a) mahkota kipas; b) mahkota berduri; c) mahkota bercabang lebih dari satu; d) mahkota yang tidak memiliki titik tumbuh; dan e) mahkota gundul. Persentase penyimpangan mahkota buah dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Mahkota Menyimpang (\%)} = \frac{\text{Jumlah Mahkota Menyimpang}}{\text{Jumlah Total Mahkota}} \times 100\%$$

3.5.6 Kadar Gula Buah

Derajat kemanisan/kadar gula (*brix*) buah diukur menggunakan refraktometer. Buah nanas masing-masing perlakuan dibelah dua secara vertikal dari ujung ke pangkal kemudian diambil daging buahnya. Daging buah tersebut kemudian diperas sehingga mengeluarkan sari buah (*juice*). Sari buah yang ada kemudian diteteskan ke bagian penerima dari alat refraktometer. Pada layar refraktometer akan keluar nilai pembacaan kadar gula buah dalam bentuk persen (%).

3.5.7 Kadar Asam Buah

Kadar atau derajat asam buah (*acid*) diukur dengan metode titrasi NaOH 0,1 M. Sari buah (*juice*) yang tersisa dari perasan pengukuran kadar gula buah digunakan untuk sampel pengukuran kadar asam buah. Sari buah nanas dimasukkan ke dalam wadah yang berupa fial film. Larutan NaOH 0,1M ditambahkan pada sari buah tersebut hingga warnanya berubah menjadi merah muda. Volume (ml) NaOH 0,1M yang ditambahkan hingga terjadi perubahan

warna dihitung sebagai kadar asam buah. Volume tersebut kemudian dikonversi menjadi bentuk persentase (%) dengan rumus:

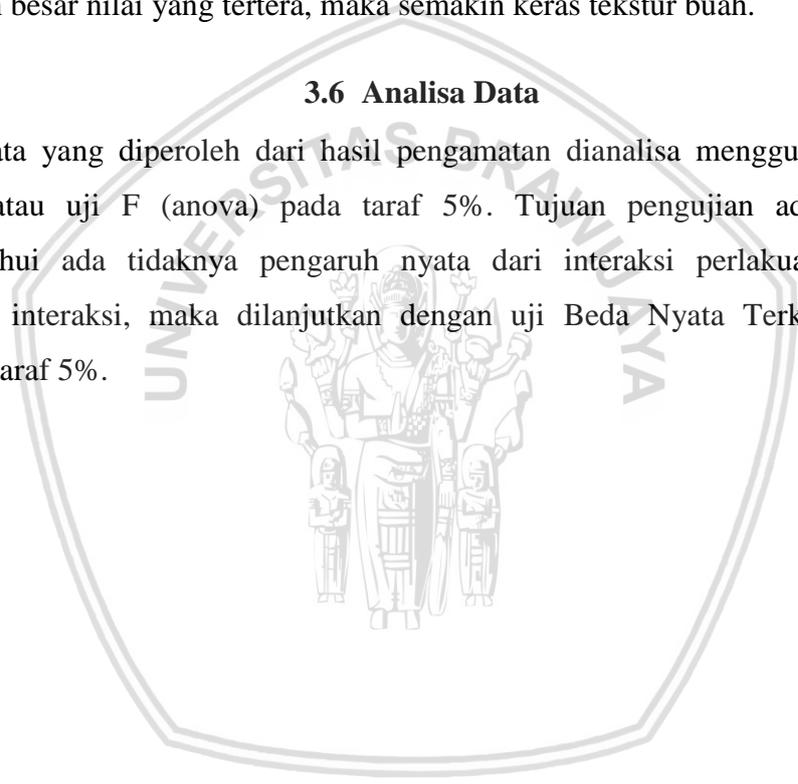
$$\text{Kadar asam buah (\%)} = \text{Volume NaOH (ml)} \times 0,128$$

3.5.8 Tekstur Buah

Setiap perlakuan diambil tiga buah nanas dengan taraf kematangan luar buah sebesar 25%. Masing-masing buah dikupas kulitnya lalu dipotong tipis secara horizontal untuk setiap bagian ujung, tengah dan pangkal buah. Masing-masing bagian buah diukur tingkat kekerasannya menggunakan penetrometer. Semakin besar nilai yang tertera, maka semakin keras tekstur buah.

3.6 Analisa Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisa menggunakan sidik ragam atau uji F (anova) pada taraf 5%. Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh nyata dari interaksi perlakuan. Apabila terdapat interaksi, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf 5%.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Bobot Segar Total Tanaman

Hasil analisa ragam (Lampiran 8) menunjukkan terdapat interaksi antara perlakuan dosis CaCl_2 dengan waktu aplikasi terhadap bobot segar total tanaman. Data rata-rata bobot segar total tanaman pada saat panen ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Bobot Segar Total Tanaman Nanas Tanpa Buah Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP)

Dosis CaCl_2 (kg ha^{-1})	Bobot Segar Total Tanaman (kg)		
	Waktu Aplikasi (HSP)		
	30	45	30+45
50	1,917 a	2,033 b	1,917 a
100	2,157 c	1,973 a	1,940 a
150	1,820 a	1,960 a	2,010 b
BNT 5%		0,093	

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; HSP = hari setelah pembungaan

Bobot segar total tanaman tertinggi diperoleh akibat interaksi perlakuan dosis CaCl_2 100 kg ha^{-1} dengan waktu aplikasi pada 30 HSP dengan 2,157 kg. Sementara bobot segar total tanaman terendah diperoleh dari interaksi perlakuan dosis CaCl_2 150 kg ha^{-1} dengan waktu aplikasi pada 30 HSP dengan 1,820 kg. Hasil tersebut sama dengan interaksi perlakuan dosis CaCl_2 50 kg ha^{-1} dengan waktu aplikasi pada 30 HSP (1,917 kg), dosis CaCl_2 100 kg ha^{-1} (1,973 kg) dan 150 kg ha^{-1} (1,960 kg) dengan waktu aplikasi pada 45 HSP, serta dosis CaCl_2 50 kg ha^{-1} (1,917 kg) dan 100 kg ha^{-1} (1,940 kg) dengan waktu aplikasi dua kali pada 30+45 HSP.

4.1.2 Bobot Segar Bonggol

Hasil analisa ragam (Lampiran 8) menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan dosis CaCl_2 dengan waktu aplikasi. Akan tetapi, terdapat pengaruh faktor tunggal yakni waktu aplikasi terhadap bobot segar bonggol. Seperti yang tertera pada tabel 2, bobot segar bonggol terendah diperoleh akibat waktu aplikasi CaCl_2 dua kali pada 30 dan 45 HSP (403,33 g). Sementara bobot

segar bonggol tertinggi diperoleh dari waktu aplikasi pada 45 HSP dengan 453,11 g. Akan tetapi, hasil tersebut tidak berbeda dengan waktu aplikasi pada 30 HSP (441,78 g).

Tabel 2. Rata-rata Bobot Segar Bonggol Tanaman Nanas Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP)

Perlakuan	Bobot Segar Bonggol (g)
Dosis CaCl_2 (kg ha^{-1})	
50	414,89
100	457,78
150	425,56
BNT 5%	tn
Waktu Aplikasi (HSP)	
30	441,78 b
45	453,11 b
30+45	403,33 a
BNT 5%	26,90

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; tn = tidak nyata; HSP = hari setelah pembungaan

4.1.3 Bobot Segar Mahkota Buah

Hasil analisa ragam (lampiran 8) menunjukkan tidak terdapat interaksi antara dosis CaCl_2 dengan waktu aplikasi. Pengaruh faktor tunggal dosis CaCl_2 maupun waktu aplikasi juga menunjukkan hasil yang sama.

Tabel 3. Rata-rata Bobot Segar Mahkota Buah Tanaman Nanas Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP)

Perlakuan	Bobot Segar Mahkota Buah (g)
Dosis CaCl_2 (kg ha^{-1})	
50	241,40
100	243,78
150	253,50
BNT 5%	tn
Waktu Aplikasi (HSP)	
30	236,36
45	251,37
30+45	250,95
BNT 5%	tn

Keterangan: tn = tidak nyata; HSP = hari setelah pembungaan

4.1.4 Persentase Penyimpangan Mahkota Buah

Hasil analisa ragam (lampiran 8) menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan dosis CaCl_2 dengan waktu aplikasi terhadap persentase penyimpangan mahkota buah. Begitu pula pada faktor tunggal dosis CaCl_2 maupun waktu aplikasi yang tidak nyata. Data rata-rata persentase penyimpangan mahkota buah tanaman nanas varetas *smooth cayenne* klon GP-3 pada saat panen ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Persentase Penyimpangan Mahkota Buah Tanaman Nanas Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP)

Perlakuan	Persentase Mahkota abnormal (%)
Dosis CaCl_2 (kg ha^{-1})	
50	15
100	17
150	15
BNT 5%	tn
Waktu Aplikasi (HSP)	
30	17
45	16
30+45	14
BNT 5%	tn

Keterangan: tn = tidak nyata; HSP = hari setelah pembungaan

4.1.5 Bobot Segar Buah

Hasil analisa ragam (Lampiran 8) menunjukkan tidak terdapat interaksi dari perlakuan dosis CaCl_2 dengan waktu aplikasi. Akan tetapi terdapat pengaruh faktor tunggal waktu aplikasi yang berbeda nyata terhadap bobot segar buah. Sementara faktor tunggal dosis CaCl_2 tidak menunjukkan hasil yang nyata. Bobot buah segar tertinggi dihasilkan akibat perlakuan waktu aplikasi CaCl_2 dua kali pada 30 dan 45 HSP dengan 1,45 kg. Hasil tersebut berbeda dengan aplikasi CaCl_2 pada 45 HSP (1,36 kg), tetapi sama dengan aplikasi CaCl_2 pada 30 HSP (1,39 kg). Rata-rata bobot buah pada saat panen ditampilkan pada tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Rata-rata Bobot Segar Buah Tanaman Nanas Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP)

Perlakuan	Bobot Segar Buah per Tanaman (kg)
Dosis CaCl_2 (kg ha^{-1})	
50	1,39
100	1,42
150	1,39
BNT 5%	tn
Waktu Aplikasi (HSP)	
30	1,39 ab
45	1,36 a
30+45	1,45 b
BNT 5%	0,08

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; tn = tidak nyata; HSP = hari setelah pembungaan

4.1.6 Kadar Gula Buah

Hasil analisa ragam (lampiran 8) menunjukkan terdapat interaksi antara perlakuan dosis CaCl_2 dengan waktu aplikasi. Berdasarkan tabel 6, kadar gula buah nanas tertinggi diperoleh akibat perlakuan dosis CaCl_2 100 kg ha^{-1} dan waktu aplikasi pada 45 HSP dengan 14,17%. Akan tetapi kadar gula akibat perlakuan tersebut sama dengan perlakuan dosis CaCl_2 50 kg ha^{-1} (14,03%), dosis CaCl_2 100 kg ha^{-1} (14,03%), dosis CaCl_2 150 kg ha^{-1} (14,07%) pada satu waktu aplikasi yang sama di 30+45 HSP, serta dosis CaCl_2 150 kg ha^{-1} dengan waktu aplikasi 30 HSP dengan 14,13%.

Tabel 6. Rata-rata Kadar Gula Buah Tanaman Nanas dengan Kematangan Luar Buah 25% Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP)

Dosis CaCl_2 (kg ha^{-1})	Kadar Gula Buah (%)		
	Waktu Aplikasi (HSP)		
	30	45	30+45
50	13,63 a	13,93 b	14,03 c
100	13,40 a	14,17 c	14,03 c
150	14,13 c	13,67 a	14,07 c
BNT 5%	0,31		

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; HSP = hari setelah pembungaan

Kadar gula buah nanas terendah diperoleh dari perlakuan dosis CaCl_2 100 kg ha^{-1} dengan waktu aplikasi pada 30 HSP (13,40%) yang sama dengan perlakuan dosis CaCl_2 50 kg ha^{-1} dan waktu aplikasi pada 30 HSP (13,63%) dan dosis CaCl_2 150 kg ha^{-1} dengan waktu aplikasi pada 45 HSP (13,67%).

4.1.7 Kadar Asam Buah

Hasil analisa ragam (lampiran 8) menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan dosis CaCl_2 dengan waktu aplikasi. Faktor tunggal dosis CaCl_2 maupun waktu aplikasi juga bernilai sama. Berikut data rata-rata kadar asam buah nanas pada saat panen ditampilkan pada tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata Kadar Asam Buah Tanaman Nanas Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP)

Perlakuan	Kadar Asam Buah (%)
Dosis CaCl_2 (kg ha^{-1})	
50	0,44
100	0,47
150	0,47
BNT 5%	tn
Waktu Aplikasi (HSP)	
30	0,47
45	0,46
30+45	0,45
BNT 5%	tn

Keterangan: tn = tidak nyata; HSP = hari setelah pembungaan

4.1.8 Tekstur Buah

4.1.8.1 Tekstur Ujung Buah

Hasil analisa ragam (lampiran 8) menunjukkan tidak terdapat interaksi antara dosis CaCl_2 dengan waktu aplikasi. Begitu pula pada pengaruh faktor tunggal dosis CaCl_2 dan waktu aplikasi yang bernilai sama. Data rata-rata tekstur ujung buah nanas pada saat panen ditampilkan pada tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata Tekstur Ujung Buah Tanaman Nanas Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP)

Perlakuan	Tekstur Ujung Buah (10^5 Pa)
Dosis CaCl_2 (kg ha^{-1})	
50	4,07
100	3,53
150	3,85
BNT 5%	tn
Waktu Aplikasi (HSP)	
30	3,77
45	3,64
30+45	4,05
BNT 5%	tn

Keterangan: tn = tidak nyata; HSP = hari setelah pembungaan

4.1.8.2 Tekstur Tengah Buah

Hasil analisa ragam (lampiran 8) menunjukkan interaksi antara perlakuan dosis CaCl_2 dengan waktu aplikasi tidak berbeda nyata. Pengaruh faktor tunggal dosis CaCl_2 maupun waktu aplikasi bernilai sama. Data rata-rata tekstur tengah buah nanas pada saat panen ditampilkan pada tabel 9.

Tabel 9. Rata-rata Tekstur Tengah Buah Tanaman Nanas Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP)

Perlakuan	Tekstur Tengah Buah (10^5 Pa)
Dosis CaCl_2 (kg ha^{-1})	
50	3,73
100	3,40
150	3,39
BNT 5%	tn
Waktu Aplikasi (HSP)	
30	3,58
45	3,31
30+45	3,63
BNT 5%	tn

Keterangan: tn = tidak nyata; HSP = hari setelah pembungaan

4.1.8.3 Tekstur Pangkal Buah

Hasil analisa ragam (lampiran 8) menunjukkan terdapat interaksi antara perlakuan dosis CaCl_2 dengan waktu aplikasi. Berikut data rata-rata tekstur pangkal buah nanas pada saat panen ditampilkan pada tabel 10.

Tabel 10. Rata-rata Tekstur Pangkal Buah Tanaman Nanas Akibat Dosis CaCl_2 dan Waktu Aplikasi pada Saat Panen (155 HSP)

Dosis CaCl_2 (kg ha^{-1})	Tekstur Pangkal Buah (10^5 Pa)		
	Waktu Aplikasi (HSP)		
	30	45	30+45
50	4,567 a	4,600 a	6,159 b
100	4,441 a	5,626 b	4,489 a
150	6,052 b	3,944 a	4,537 a
BNT 5%	0,85		

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; HSP = Hari Setelah Pembungaan

Berdasarkan tabel 10, tekstur pangkal buah yang tertinggi diperoleh akibat interaksi perlakuan dosis CaCl_2 50 kg ha^{-1} dengan waktu aplikasi pada 30+45 HSP ($6,159 \times 10^5$ Pa). Akan tetapi, hasil tersebut sama dengan interaksi perlakuan dosis CaCl_2 100 kg ha^{-1} dengan waktu aplikasi pada 45 HSP ($5,626 \times 10^5$ Pa) dan dosis CaCl_2 150 kg ha^{-1} dengan waktu aplikasi pada 30 HSP ($6,052 \times 10^5$ Pa). Hasil tersebut memiliki arti bahwa aplikasi CaCl_2 dengan dosis 50 kg ha^{-1} pada 30+45 HSP memberi efek yang sama dengan aplikasi CaCl_2 dengan dosis 100 kg ha^{-1} pada 45 HSP dan aplikasi CaCl_2 dengan dosis 150 kg ha^{-1} pada 30 HSP.

Sementara itu, tekstur pangkal terendah diperoleh akibat interaksi perlakuan dosis CaCl_2 150 kg ha^{-1} dengan waktu aplikasi pada 30 HSP dengan $3,944 \times 10^5$ Pa. Hasil tersebut sama dengan interaksi perlakuan dosis CaCl_2 50 kg ha^{-1} ($4,567 \times 10^5$ Pa) dan 100 kg ha^{-1} ($4,441 \times 10^5$ Pa) pada waktu aplikasi 30 HSP, dosis CaCl_2 50 kg ha^{-1} ($4,600 \times 10^5$ Pa) pada waktu aplikasi 45 HSP, serta dosis CaCl_2 100 kg ha^{-1} ($4,489 \times 10^5$ Pa) dan 150 kg ha^{-1} ($4,537 \times 10^5$ Pa) pada waktu aplikasi 30+45 HSP.

4.2 Pembahasan

Kualitas mahkota buah dapat dinilai dari dua kriteria, yaitu bobot segar dan persentase penyimpangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi CaCl_2

pada fase awal pembungaan belum mampu mengurangi persentase penyimpangan maupun meningkatkan bobot segar mahkota buah nanas. Hasil penelitian yang tidak berbeda nyata mengindikasikan bahwa ada faktor lain yang menyebabkan penyimpangan mahkota buah terjadi. Seperti yang disampaikan oleh Dalldorf dalam Bartholomew *et al* (2003), mahkota buah ganda (*multiple or fasciated crown*) bisa disebabkan oleh faktor genetik, akan tetapi mutasi gen tersebut sangat kuat dipengaruhi oleh faktor lingkungan (abiotik) dan kultur teknis. Terkait dengan kultur teknis, dalam penelitian ini aplikasi pupuk N (75 kg ha^{-1}) pada fase generatif (57 dan 72 HSP) dapat diduga menjadi penyebab lain penyimpangan mahkota buah. Pemupukan tersebut adalah SOP (Standar Operasional Prosedur) di PT. GGP yang bertujuan untuk memberikan kembali nutrisi bagi tanaman nanas yang sudah tiga bulan tidak diberi pupuk (terhitung mulai tiga puluh hari sebelum pembungaan), terlebih untuk pertumbuhan tunas akar (*sucker*) yang akan disiapkan untuk tanaman kedua (*ratoon crop*). Akan tetapi pemupukan pada saat tanaman berada pada fase generatif menjadi tidak sejalan dengan kegunaan nitrogen pada tanaman. Pasalnya nitrogen akan lebih optimal bila diberikan pada fase vegetatif tanaman nanas (Bhugaloo, 1998). Marschner dalam Syah dkk (2015) juga menyatakan bahwa unsur hara N ikut berperan dalam pembungaan, namun peranan N tidak terlalu besar seperti halnya peran unsur hara P dalam pembentukan bunga.

Faktor lingkungan juga dapat menyebabkan mutasi gen yang salah satu bentuknya adalah penyimpangan mahkota buah. Linford dan Spiegelberg (1933) menyatakan dalam temuannya bahwa aplikasi pupuk nitrogen berlebihan serta suhu rata-rata harian yang tinggi pada saat fase *cone development* (43-55 HSP) diketahui dapat meningkatkan terjadinya mahkota buah ganda. Akan tetapi belum ada penelitian yang dengan pasti menyatakan pada suhu udara berapakah mahkota buah akan menyimpang. Tanaman nanas tumbuh optimal pada suhu rata-rata siang hari 30°C dan 20°C pada malam hari (Nield dan Boshell, 1976). Sementara itu, selama penelitian ini berlangsung, plot percobaan memiliki suhu rata-rata siang hari $33,5^\circ\text{C}$ dan 23°C suhu rata-rata malam hari. Suhu rata-rata harian yang lebih hangat akan membuat tanaman tidak tumbuh optimal. Seperti halnya yang dikemukakan Neales *et al* (1980) dan Zhu *et al* (1999) bahwa terjadi penurunan

penyerapan CO₂ hingga 50% akibat dari kenaikan suhu rata-rata malam hari dari 20-25 °C. Penyerapan CO₂ pada malam hari adalah ciri tanaman CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*) dan merupakan salah satu tahapan dari fotosintesis. Apabila satu proses dalam rangkaian fotosintesis tidak optimal maka akan berakibat pada hasil (*yield*).

Hasil penelitian juga menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada bobot segar mahkota buah. Hal tersebut dikarenakan unsur kalsium tidak diperuntukkan untuk menambah hasil (*yield*) seperti halnya unsur nitrogen. Hal tersebut dibuktikan dalam penelitian Bhugaloo (1998) yang menyebutkan bahwa aplikasi pupuk N dengan dosis 840 kg ha⁻¹ sebelum tanaman nanas varietas *Queen Victoria* berbunga menghasilkan bobot mahkota buah seberat 136 gram yang berbeda nyata dibandingkan kontrol yang hanya 87 gram.

Selain bertujuan untuk mengetahui pengaruh pada kualitas mahkota buah, aplikasi CaCl₂ juga ditujukan untuk kualitas buah. Kriteria kualitas buah ialah bobot segar buah per tanaman, kadar gula buah, kadar asam buah dan tekstur buah. Hasil penelitian menunjukkan ada interaksi dosis CaCl₂ dan waktu aplikasi pada tekstur pangkal dan kadar gula buah. Sementara bobot segar buah per tanaman hanya dipengaruhi oleh waktu aplikasi. Kadar asam, tekstur ujung dan tengah buah tidak berbeda nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara dosis CaCl₂ dan waktu aplikasi pada bobot segar buah. Bobot segar buah hanya dipengaruhi oleh waktu aplikasi CaCl₂. Aplikasi CaCl₂ dua kali pada 30 dan 45 HSP sudah mampu menghasilkan bobot buah segar sesuai standar PT. GGP yaitu 1,5 kg. Efek CaCl₂ pada penelitian sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa pemberian kalsium terbukti berpengaruh pada pembelahan sel dan kekompakan buah. Bagian dari dinding sel yaitu lamela tengah adalah bagian yang banyak mengandung senyawa pektin. Senyawa pektin apabila bereaksi dengan Ca²⁺ akan membentuk Ca pektat yang kemudian berperan menambah keterikatan antar sel (Astuti *et al*, 2013). Masih dalam sumber yang sama ketegaran tekstur buah yang dihasilkan dari penambahan kalsium akan membuat stabil. Sistem membran dan susunan Ca pektat akan memperkuat dinding sel yang akan membuat daging buah semakin padat. Keadaan tersebut membuat bobot buah juga semakin berat. Oleh karena itu, tekstur buah juga menjadi lebih keras.

Aplikasi dosis CaCl_2 50 kg ha^{-1} pada 30 dan 45 HSP menghasilkan tekstur pangkal buah yang sama dengan aplikasi dosis CaCl_2 100 kg ha^{-1} pada 45 HSP dan dosis CaCl_2 150 kg ha^{-1} pada 30 HSP. Aplikasi dosis CaCl_2 rendah yang diaplikasi dua kali menghasilkan efek yang sama dengan aplikasi dosis CaCl_2 tinggi yang diaplikasi satu kali. Seperti halnya pada penelitian Astuti *et al* (2013) yang menyatakan bahwa aplikasi dosis CaCl_2 100 kg ha^{-1} dua kali pada 90 dan 120 HSP menghasilkan tekstur buah (ujung, tengah dan pangkal) yang lebih keras dibandingkan perlakuan lainnya. Davarpanah *et al* (2018) juga menyatakan dalam penelitiannya bahwa aplikasi pupuk nano-Ca dosis $0,5 \text{ g liter}^{-1}$ dan 1% CaCl_2 (pada musim pertama) dan 2% CaCl_2 (pada musim kedua) secara signifikan mampu mengurangi retak pada buah pome (*Punica granatum*) cv. Ardestani. Penelitian lainnya oleh Casero *et al* (2009) pada komoditas apel *Golden Smothee* menyebutkan bahwa penyemprotan kalsium pada 60 HSP dapat meningkatkan tingkat kekerasan buah apel dan dapat mengurangi penyakit *bitter pit* dan *lentical blotch pit* saat apel disimpan dalam lemari pendingin. Masih dalam sumber yang sama, perlakuan penyemprotan kalsium tidak berpengaruh pada tingkat keasaman buah dan TSS (*Total Soluble Solid*) buah apel. Kadar kalsium dalam buah apel juga semakin meningkat dengan semakin seringnya aplikasi kalsium.

Pada penelitian ini aplikasi CaCl_2 dilakukan saat bunga tanaman nanas memasuki fase awal pembungaan yakni fase *open heart* dan *bud*. Dalam fase ini bagian bunga yang berkembang adalah bagian dasar yang berlangsung dalam jangka waktu 35-45 HSP. Sementara bagian tengah bunga muncul pada jangka waktu 43-55 HSP yang disebut fase perkembangan *cones*, dan bagian ujung bunga pada 55-75 HSP yang disebut fase perkembangan *petals*. Hal tersebut mengakibatkan efek CaCl_2 yang diberikan tidak sampai fase perkembangan *cones* dan *petals*. Sehingga tekstur tengah dan pangkal buah tidak berbeda nyata.

Kualitas buah juga ditentukan oleh rasa (*flavour*). Proporsi antara rasa manis dan asam pada buah nanas memberikan kombinasi rasa yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan kadar asam buah yang tidak berbeda nyata. Aplikasi CaCl_2 tidak memengaruhi keasaman buah nanas. Seperti yang disampaikan Davarpanah *et al* (2018) dalam penelitiannya bahwa aplikasi pupuk nano-Ca dosis $0,5 \text{ g liter}^{-1}$ dan 1% CaCl_2 (pada musim pertama) dan 2% CaCl_2 (pada musim

keuda) tidak berpengaruh pada tingkat keasaman, tingkat kematangan, kadar gula, kadar antioksidan dan kadar antosianin buah pome. Begitu pula dari penelitian Purseglove (1972) yang menyatakan bahwa kadar asam buah nanas tidak ada kaitannya dengan aplikasi CaCl_2 , justru faktor musimlah yang berpengaruh terhadap kadar asam buah. Masih dalam sumber yang sama, buah yang tumbuh saat musim dingin cenderung memiliki kadar asam yang lebih tinggi.

Parameter kualitas buah lainnya adalah kadar gula buah (*brix*). Kadar gula dinyatakan dalam bentuk (%). Hasil penelitian menunjukkan ada interaksi antara dosis CaCl_2 dan waktu aplikasi pada kadar gula buah. Rata-rata kadar gula buah ditampilkan pada tabel 5. d'Eeckenbrugge and Leal (1997) menyatakan standar minimal dunia (ditentukan oleh CODEX, FAO dan WHO) kadar gula buah nanas adalah 12%, dan kadar asam buah 1%. Sementara itu kadar gula buah nanas tertinggi hasil penelitian mencapai 14,17% dan kadar asam buah yang hanya mencapai 0,47%. Hal tersebut mengandung arti kadar gula buah hasil penelitian ini telah memenuhi standar minimal, walaupun kadar asam buah tidak berbeda nyata. serta kadar gula yang lebih rendah dibanding dengan buah yang tumbuh saat musim panas. Kelly dan Bartholomew *dalam* Office of the Gene Technology Regulator (2008) juga menyatakan bahwa waktu musim dingin yang panjang (dengan suhu 0 °C) akan merusak kanopi tanaman nanas, proses pematangan buah terhambat dan berdampak pada produksi buah yang lebih asam. Selain itu, Ernani *et al* (2008) dalam penelitiannya menyatakan aplikasi CaCl_2 tidak memberi efek pada kandungan daun, TSS (*Total Soluble Solid*) buah, kadar asam buah, kadar pati buah, tingkat kekerasan buah dan konsentrasi N, K, Ca, dan Mg pada buah apel di Brazil. Pernyataan serupa juga disampaikan oleh Wojcik dan Filipczak (2014) yang menyatakan bahwa aplikasi CaCl_2 tidak memberi efek pada tingkat keasaman buah pir (*Pyrus communis* L.). Terkait dengan kadar gula buah belum ditemukan hubungan antara aplikasi CaCl_2 dengan peningkatan kadar gula buah. Literatur diatas hanya menyebutkan suhu rata-rata harian daerah tropis cenderung akan menghasilkan buah nanas dengan kadar gula yang lebih manis. Hal tersebut sejalan dengan keadaan PT. GGP yang memiliki suhu rata-rata harian 23-33 °C.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa aplikasi CaCl_2 belum mampu mengurangi penyimpangan mahkota buah. Aplikasi CaCl_2 dua kali pada 30+45 HSP sudah mampu menghasilkan bobot segar buah sebesar 1,45 kg, yang mana sesuai dengan standar bobot segar buah minimal PT. GGP. Aplikasi CaCl_2 dengan dosis 100 kg.ha^{-1} pada 45 HSP sudah mampu menghasilkan kadar gula buah sebesar 14,17% yang sudah mencukupi standar minimal kadar gula buah nanas PT. GGP. Kadar asam buah sudah mencapai standar PT. GGP (0,3 – 0,5%) walaupun hasil penelitian sama. Tekstur pangkal buah mencapai $6,159 \times 10^5 \text{ Pa}$ (cukup keras) akibat interaksi dosis CaCl_2 50 kg.ha^{-1} yang diaplikasi pada 30+45 HSP.

5.2 Saran

Perlu diperhatikan lebih dalam mengenai faktor lain penyebab penyimpangan mahkota buah seperti tanaman nanas yang berbunga pada musim kemarau, pemupukan nitrogen yang berlebihan selama fase pembungaan, serta perbedaan suhu siang dan malam hari yang ekstrim.

DAFTAR PUSTAKA

- Arreola, J. A., A. M. C. Gonzalez, L. A. V. Aguilar, M. T. C. Leon, J. P. Pineda and E. A. Garcia. 2008. Effect of Calcium, Boron and Molybdenum on Plant Growth and Bract Pigmentation in Poinsettia. *Rev. Fitotec. Mex.* 31 (2) : 165 -172.
- Astuti, N. K. 2013. Aplikasi CaCl_2 dan Ethepon dalam Upaya Peningkatan Kualitas Buah Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merril). Tesis. Universitas Brawijaya. Malang.
- Barker, A. V., and Pilbeam, D. J. 2007. Handbook of Plant Nutrition. CRC Press. USA. pp 121-122.
- Bartholomew, D. P., Paull, R. E., dan Rohrbach, K. G. (eds.) 2003. The Pineapple: Botany, Production and Uses. CABI Publishing. New York. USA. p 291.
- Bhugaloo, R. A. 1998. Effect of Different Levels of Nitrogen on Yield and Quality of Pineapple Variety Queen Victoria. Food and Agricultural Reasearch Council. Mauritius.
- Broadley, R. H., Wassman, R. C., and Sinclair, E. 1993. Pineapple Pests and Disorders. Departement of Primary Industries. Queensland. Australia. p 63.
- Casero, T., Benavides, A. L., Recasens, I. 2009. Interrelation between Fruit Mineral Content and Pre-harvest Calcium Treatments on 'Golden Smoothee' Apple Quality. *Journal of Plant Nutrition.* 33 (1): 27-37.
- Davarpanah, S., Tehranifar, A., Abadia, J., Val, J., Davarynejad, G., Aran, M., Khorassani, R. 2018. Foliar Calcium Fertilization Reduces Fruit Cracking in Pomegranate (*Punica granatum*) cv. Asdestani. *Scientia Horticulturae.* 230 : 86-91.
- d'Eeckenbrugge, G. C., Leal, F., Duval, M.F. 1997. Germ Plasm Resources of Pineapple. *Horticultural Reviews.* 21: 133-175.
- Ernani, P. R., Diaz, J., Amarante, C. V. T., Ribeiro, D. C., Rogery, D. A., 2008. Pre-harvest Calcium Sprays were not always Needed to Improve Quality of 'Gala' Apples in Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura.* 30 (4): 892-896.
- Gholamnejad, J. And H. R. Etebarian. 2009. Effect of Calcium Chloride on The Biocontrol Efficacy of Two Antagonistic Yast Against (*Penicillium expansum*) on Apple Fruit. *Phytoparasitica.* 37 (1) : 255-261.
- Hadiati, S dan Indriyani, N. L. P. 2008. Petunjuk Teknis: Budidaya Nenas. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. Kementrian Pertanian. Indonesia. p 24.
- Huang, S., G. Zhu, L. Qin, X. Zhou, F. Huang, Q. Li, W. Yan, H. Huang, Z. Cen, G. Fu and C. Hu. 2012. Enhancement of Efficacy in Controlling Postharvest Decays and Extending Shel Life of Mangoes by Combined pre and post Harvest Chemical Aplication. *International Journal of Agriculture and Biology.* 14 (2) : 176-182.
- Kelly, D. S. 1993. Pineapple Nutritional Disoorders. Departement of Primary Industries. Queensland. Australia. pp 35-42.

- Linford, M.B. and Spiegelberg, C.H. 1933. Illustrated list of pineapple fruit diseases, blemishes and malformities. *Pineapple Quarterly* 3: 135–178.
- Malézieux, E., Zhang, J., Sinclair, E. and Bartholomew, D.P. 1994. Predicting pineapple harvest date in different environments, using a computer simulation model. *Agronomy Journal*. (86) : 609–617.
- Marbun, J. 2014. PT. GGP Produksi Nanas Kaleng 530.000 Ton [online]. Available at <http://www.republika.co.id/berita/internasional/global/17/07/19/ekonomi/bisnis/14/03/31/n3aac4-pt-ggp-produksi-nenas-kaleng-530000-ton> (Telah diverifikasi pada 16 Oktober 2017).
- Mardini, 2007. Sifat Fisik, Kimia dan Sensoris Buah Nenas dengan Penambahan Kalsium Sitrat Malat (CCM) dan Pektin. Skripsi. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- McLaughlin, M.R. and Wimmer R. 1999. Calcium physiology and terrestrial ecosystem processes. *New Phytologist*. 142 (3) : 373-417.
- Neales, T.F., Sale, P.J.M. and Meyer, C.P. 1980. Carbon dioxide assimilation by pineapple plants, *Ananas comosus* (L.) Merr. II. Effects of variation of the day/night temperature regime. *Australian Journal of Plant Physiology*. 7: 375–385.
- Neild, R.E. and Boshell, F. 1976. An agroclimatic procedure and survey of the pineapple production potential of Colombia. *Agricultural Meteorology*. 17: 81–92.
- Normasari, F. dan S. Purwoko. 2002. Pengaruh Pemberian CaCl_2 pra Panen terhadap Perubahan Kualitas Tomat Segar Selama Penyimpanan. *Buletin Agronomi*. 30 (2) : 53-57.
- Office of the Gene Technology Regulator. 2008. The Biology of *Ananas comosus* var. *Comosus* (Pineapple). Department of Health and Ageing. Australia. pp 12-13.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2015. Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Hortikultura (Nenas). ISSN 1907-1507. Kementrian Pertanian. Indonesia. p 74.
- Saure, M. C. 2014. Why Calcium Deficiency is not The Casue of Blossom-end Rot in Tomato and Pepper Fruit – a reappraisal. *Scientia Horticulturae*. 174: 151–154.
- Sari, F. E., S. Trisnowati dan S. Mitrowihardjo. 2004. Pengaruh Kadar CaCl_2 dan Lama Perendaman terhadap Umur Simpan dan Pematangan Buah Mangga Arumanis. *Ilmu Pertanian*. 11 (1) : 42-50.
- Sinclair, E. 1993. Leaf and soil analysis. In: *Pineapple Field Day Notes*. Queensland Fruit and Vegetable Growers. Beerwah. Queensland, Australia, pp. 45–57.
- Stromme E, A. R. Selmer-Olsen, H. R. Gislerød, R. Moe. 1994. Cultivar differences in nutrient absorption and susceptibility to bract necrosis in poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) Willd ex Klotzsch. *Gartenbauwissenschaft*. 59 : 6-12.

- Suwanti. 2015. Respon Pembungaan dan Hasil Tanaman Nanas (*Ananas comosus* [L.] Merr) cv. *Smooth Cayenne* Terhadap Pengurangan Pemupukan dan Aplikasi Etilen. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Syah, M. A. I., Anom, E., dan Saputra, S. I. 2015. Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Pupuk NPK Tablet Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) di Lahan Gambut. *JOM Faperta*. 2(1): 1-8.
- Tim Budidaya Nanas. 2008. Pedoman Praktis Budidaya Nanas di PT. Great Giant Pineapple. Lampung. Indonesia. p 390.
- Upadhyaya H, Begum L, Dey B, Nath PK, Panda SK. 2017. Impact of Calcium Phosphate Nanoparticles on Rice Plant. *Journal Plant Science and Phytopathol*. 1 : 1-10.
- Williams, D.D.F. and Fleisch, H. 1993. Historical review of pineapple breeding in Hawaii. *Acta Horticulturae* 334: 67–76.
- Wojcik, P., and Filipczak, J. 2014. Impacts of Pre Harvest Fall Sprays of Calcium Chloride at High Rates on Quality and ‘conference’ Pear Storability. *Scientia Horticulturae*. 168: 51-57.
- Zhu, J., Goldstein, G. And Bartholomew, D. 1999. Gas Exchange And Carbon Isotope Composition Of *Ananas Comosus* In Response to Elevated CO₂ and Temperature. *Plant Cell and Environment*. 22: 999–1007.

