



**PENGARUH KONSENTRASI DAN WAKTU APLIKASI  $\text{CaCl}_2$   
TERHADAP FISIKOKIMIA BUAH TOMAT  
(*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

**TESIS**

**Oleh :**

**Lina Asri Wulandari, S.P  
NIM 151520101003**

**PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**



**PENGARUH KONSENTRASI DAN WAKTU APLIKASI  $\text{CaCl}_2$   
TERHADAP FISIKOKIMIA BUAH TOMAT  
(*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

**TESIS**

diajukan guna memenuhi salahsatu persyaratan  
untuk menyelesaikan Program Magister (S2)  
pada Program Studi Magister Agronomi  
Fakultas Pertanian Universitas Jember

**Oleh :**

**Lina Asri Wulandari, S.P  
NIM 151520101003**

**PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**

## PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati dan puji syukur yang tak terhingga pada Allah SWT, tesis ini saya persembahkan untuk:

1. Suami tercinta Bapak Muhammad Binuko (Alm), anak-anak ku Galih Hapsari dan Ginanjar Linuwih atas semua cinta dan dukungan yang tak pernah habis
2. Ayahanda Tumiran (Alm) dan ibunda Siti Rumelah, terimakasih atas do'a yang tidak pernah putus, dukungan, kegigihan, kesabaran, pengorbanan dan curahan kasih sayang yang diberikan selama ini.
3. Ayahanda Wibowo (Alm) dan ibunda Umi Sa'adah, terimakasih atas do'a yang tidak pernah putus, dukungan, kegigihan, kesabaran, pengorbanan dan curahan kasih sayang yang diberikan selama ini.
4. Kakak-kakakku dan adik-adik tersayang beserta seluruh keluarga besarku;
5. Guru-guru sejak Taman Kanak-kanak sampai Perguruan Tinggi terhormat, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
6. Almamater Fakultas Pertanian Universitas Jember.

**MOTTO**

Man Jadda Wajadda,

Man Shabara Zhafira,

Man Saara Ala Darbi Washala.

*Novel Trilogi Negeri 5 Menara*



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Lina Asri Wulandari, S.P

NIM : 151520101003

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Aplikasi  $\text{CaCl}_2$  terhadap Fisikokimia Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2019  
Yang menyatakan,

**Lina Asri Wulandari, S.P**  
NIM 151520101003

**TESIS**

**PENGARUH KONSENTRASI DAN WAKTU APLIKASI CaCl<sub>2</sub>  
TERHADAP FISIKOKIMIA BUAH TOMAT  
(*Lycopersicum esculentum* Mill.)**

Oleh

**Lina Asri Wulandari, S.P  
NIM 151520101003**

**Pembimbing**

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Tri Agus Siswoyo, S.P, M.Agr, Ph.D  
NIP.19700810 199803 1 001

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Kacung Hariyono, M.S, Ph.D  
NIP.19640814 199512 1 001

**PENGESAHAN**

Tesis berjudul “**Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Aplikasi CaCl<sub>2</sub> terhadap Fisikokimia Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)**” telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

**Prof. Tri Agus Siswovo, S.P, M.Agr, Ph.D**  
NIP.19700810 199803 1 001

Dosen Pembimbing Anggota,

**Ir. Kacung Hariyono, M.S, Ph.D**  
NIP.19640814 199512 1 001

Dosen Penguji Utama,

**Dr. Ir. Denna Eriani Munandar, M.P**  
NIP. 19600317 198303 2 001

Dosen Penguji Anggota,

**Prof. Dr. Ir. Sri Hartatik, M.S**  
NIP. 19600317 198303 2 001

Mengesahkan  
Dekan,

**Ir. Sigit Soeparjono, M.S, Ph.D**  
NIP. 19600506 198702 1 001



## RINGKASAN

**Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Aplikasi  $\text{CaCl}_2$  terhadap Fisikokimia Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.);** Lina Asri Wulandari, S.P, 151520101003; Program Studi Magister Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Tomat tergolong buah klimaterik yaitu buah yang memiliki periode pematangan cepat dan diikuti dengan peningkatan etilen sehingga mengakibatkan buah mengalami pelunakan serta perubahan warna dan rasa. Pelunakan pada buah tomat terkait dengan perubahan fraksi pektin dalam dinding sel. Jika perombakan pektin terjadi dengan cepat, maka pelunakan buah akan semakin cepat pula. Penghambatan pelunakan buah tomat sangat diperlukan untuk mempertahankan kualitas dan umur simpan buah. Salah satu cara untuk menghambat pelunakan buah tomat yakni dengan aplikasi kalsium. Kalsium diduga dapat mempertahankan struktur dinding sel melalui interaksi dengan pektin dalam dinding sel untuk membentuk kompleks kalsium pektat yang mendukung ikatan antara komponen dinding sel dan mencegah aksi dari degradasi enzim pada dinding sel. Aplikasi kalsium sebelum dan sesudah panen pada buah telah banyak dipelajari untuk mempertahankan kualitas dan meningkatkan umur simpan buah. Aplikasi kalsium pada buah tomat diperlukan sebab sifat buah tomat yang mudah rusak selama penyimpanan. Oleh sebab itu, diperlukan pengujian aplikasi kalsium pada pra dan pasca panen guna mengatasi permasalahan masa simpan tomat yang rendah dan mempertahankan kualitas buah tomat. Akan tetapi, konsentrasi dan waktu aplikasi kalsium yang terbaik untuk buah tomat masih belum diketahui, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi konsentrasi dan waktu aplikasikalsium kloridayang terbaik terhadap beberapa fisikokimia buah tomat selama penyimpanan. Percobaan ini dilaksanakan Desa Dukuh dempok, Kecamatan Wuluhan, Kabupaten Jember pada bulan Juli sampai dengan Oktober 2017. Analisis fisikokimia buah dilaksanakan di laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Jember, laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, dan laboratorium Biosain



Politeknik Negeri Jember. Percobaan disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial 5x2 dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  yang terdiri atas 5 taraf, sedangkan faktor kedua adalah waktu aplikasi  $\text{CaCl}_2$  (pra- dan pasca-panen), sehingga terdapat 10 kombinasi perlakuan dan diulang 3 kali. Setiap ulangan terdiri dari 5 tanaman sehingga total populasi tanaman adalah 150 tanaman. Dari 150 tanaman tersebut diambil sampel untuk analisa fisikokimia buah tomat. Variabel pengamatan terdiri atas kualitas fisik buah tomat (warna, kelunakan, susut bobot) dan kualitas kimia buah tomat (padatan terlarut total, total asam tertitrasi, kandungan kalsium, kandungan vitamin C, kandungan likopen, kandungan gula reduksi, kandungan protein terlarut). Hasil percobaan menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara konsentrasi dan waktu aplikasi  $\text{CaCl}_2$  terhadap kualitas fisikokimia buah tomat. Perlakuan  $\text{CaCl}_2$  1,2M dapat meningkatkan kandungan kalsium buah, menghambat peningkatan susut bobot, kelunakan buah, kandungan gula reduksi, padatan terlarut total, dan menghambat degradasi total asam tertitrasi dan vitamin C, serta mempertahankan kecerahan buah (nilai warna  $L^*$ ). Waktu aplikasi  $\text{CaCl}_2$  pada pra-panen dan pasca-panen memberikan pengaruh berbeda tidak nyata pada semua variabel pengamatan.

## SUMMARY

**Effect of Concentration and Application Time of  $\text{CaCl}_2$  on Physicochemical of Tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.);** Lina Asri Wulandari, S.P., 151520101003; Study Program of Agronomy; Faculty of Agriculture; University of Jember.

Tomatoes were classified as climatic fruits, that had a fast maturation period and followed by the increase of ethylene resulting the softening of the fruit and the changing of fruit color and taste. Tomatoes softening was related to the changes in the fraction of pectin in the cell wall. An increase of pectin degradation boosted the fruit softening. Inhibition of tomatoes softening was needed to maintain the quality and shelf life of the fruit. One of the way to inhibit the tomatoes softening was calcium application. Calcium was thought to be able to maintain the structure of the cell wall through interaction with pectin in the cell wall to form a calcium pectat complex among the cell wall for preventing the cell wall degradation. Calcium application both pre- and post-harvesting on were previously reported to maintain the quality and increase the shelf life of fruit. Calcium application on tomatoes was needed because tomatoes were easily damaged during the storage. Therefore, it was needed to test the application of calcium in pre- and post-harvesting to overcome the problem of the shelf life and maintain the quality of tomatoes. However, the best concentration and timing of calcium application for tomatoes was still unknown, so further research was needed. The aimed of research was to determine the best combination of concentration and time of application of calcium chloride to prolong the shelf life of tomatoes. The research was conducted in Dukuh dempok, Wuluhan, Jember starting from July to October 2017. The physicochemical analysis was conducted in the laboratory of Faculty of Agriculture, laboratory of Faculty of Agricultural Technology (University of Jember), and Bioscience laboratory of Jember State Polytechnic. Experiment was arranged in completely randomized design with two factors and three replications. First factor was concentration of  $\text{CaCl}_2$  which consisted of 5 levels, while the second factor was application time of  $\text{CaCl}_2$  (pre- and post-harvesting), so here were 10 combinations and repeated 3 times. Each replication consisted of 5 plants, so that the plant population used was 150 plants. Observed variables were the the physical quality of tomatoes (color, softness, weight loss) and the chemical quality of tomatoes (total soluble solids, titrable acidity, calcium content, vitamin C content, lycopene content, reducing sugar content, dissolved protein content). The results showed that there was no interaction between concentration and application time of  $\text{CaCl}_2$  to the physicochemical quality of tomatoes. Treatment of  $\text{CaCl}_2$  1.2 M could increased fruit calcium content, inhibited weight loss, fruit

softness, reducing sugar content, total dissolved solids, and inhibit the degradation of total titrated acid and vitamin C, and maintained fruit brightness ( $L^*$  value). The application time of  $\text{CaCl}_2$  in pre- and post-harvest was not significantly different in physicochemical variables.



## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya. Sholawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW yang telah menuntun kita pada jalan yang benar. Penulis bersyukur atas terselesaikan dan tersusunnya tesis yang berjudul **“Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Aplikasi  $\text{CaCl}_2$  terhadap Fisikokimia Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.)”**. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan magister (S2) pada Program Studi Magister Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan tesis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ir. Sigit Soeparjono, M.S, Ph.D selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember;
2. Prof. Dr. Ir. Sri Hartatik, M.S selaku Ketua Program Studi Magister Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Jember;
3. Prof. Tri Agus Siswoyo, S.P, M.Agr, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama, Ir. Kacung Hariyono, M.S, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Anggota, Dr. Ir. Denna Eriani Munandar, M.P selaku Dosen Penguji Utama, dan Prof. Dr. Ir. Sri Hartatik, M.S selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan tesis ini;
4. Prof. Dr. Ir. Sri Hartatik, M.S selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Semua dosen Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah senantiasa berbagi ilmu dan memberikan dorongan, semangat, serta do'a kepada penulis untuk menyelesaikan tesis ini;
6. Suami tercinta, Bapak Muhammad Binuko (Alm), anak-anak ku Galih Hapsari dan Ginanjar Linuwih atas semua cinta dan dukungan yang tak pernah habis;

7. Orangtuaku tercinta, Ayahanda Tumiran (Alm) dan Ibunda Siti Rumelah yang tak henti-hentinya memberikan dorongan, semangat, serta do'a demi terselesaikannya tesis ini;
8. Orangtuaku tercinta, Ayahanda Wibowo (Alm) dan Ibunda Umi Sa'adah yang tak henti-hentinya memberikan dorongan, semangat, serta do'a demi terselesaikannya tesis ini;
9. Teman-teman Magister Agronomi angkatan 2015 yang selalu membantu dan memberikan semangat;
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang memberikan bantuan dan dorongan selama mengikuti studi dan penulisan tesis ini.

Penulisan tesis ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga diharapkan adanya saran dan kritik untuk perbaikan selanjutnya. Harapan penulis semoga tesis ini bermanfaat bagi pembaca sebagai sumber informasi.

Jember, Januari 2019

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>x</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xix</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	<b>1</b>
1.2 Rumusan Masalah .....	<b>3</b>
1.3 Tujuan .....	<b>3</b>
1.4 Manfaat .....	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Tomat ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) .....	<b>4</b>
2.2 Kalsium Klorida.....	<b>10</b>
2.3Hipotesis .....	<b>15</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>16</b>
3.1 Tempat dan Waktu .....	<b>16</b>
3.2 Bahan dan Alat .....	<b>16</b>
3.3 Rancangan Percobaan .....	<b>16</b>
3.4 Pelaksanaan Percobaan .....	<b>17</b>
3.4.1 Penyemaian Benih Tomat.....	<b>17</b>



3.4.2 Pemeliharaan Penyemaian .....	18
3.4.3 Pemindahan Bibit Tomat .....	18
3.4.4 Pemeliharaan Tanaman Tomat .....	18
3.4.5 Pemanenan .....	20
3.4.6 Tahap Aplikasi $\text{CaCl}_2$ .....	20
3.4.7 Analisa Fisikokimia Buah Tomat .....	22
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Kondisi Umum Percobaan .....	28
4.2 Hasil Percobaan .....	29
4.3 Kualitas Fisik Buah Tomat .....	30
4.4 Kualitas Kimia Buah Tomat .....	39
4.5 Waktu Aplikasi $\text{CaCl}_2$ .....	39
4.6 Laju Perubahan Mutu Buah Selama Penyimpanan.....	48
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>50</b>
5.1 Kesimpulan .....	50
5.2 Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>58</b>



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1 Kandungan Nutrisi Tomat Segar.....	8
Tabel 2.2 Perubahan Komposisi Buah Tomat Terkait dengan Proses Pematangan .....	9
Tabel 2.3 Syarat Mutu Tomat .....	10
Tabel 3.1 Pemupukan tambahan pada tanaman tomat.....	19
Tabel 3.2 Parameter warna melalui sistem notasi warna hunter.....	22
Tabel 4.1 Rangkuman kuadrat tengah dan F Hitung semua variabel pengamatan.....	29
Tabel 4.2 Pengaruh CaCl <sub>2</sub> Terhadap Kualitas Fisik Buah Tomat.....	30
Tabel 4.3 Perubahan Warna Buah Tomat (a*, b*, Hue) Pada Penyimpanan Hari Ke -12 .....	35
Tabel 4.4 Perubahan Warna Tomat Pada Saat Panen dan Penyimpanan Hari Ke -12 .....	38
Tabel 4.5 Pengaruh CaCl <sub>2</sub> Terhadap Kualitas Kimia Buah Tomat Selama Penyimpanan .....	39
Tabel 4.6 Fisikokimia Buah Tomat Pada Aplikasi CaCl <sub>2</sub> Pra dan Pasca Panen .....	47
Tabel 4.7 Laju Perubahan Mutu Buah Tomat Selama Penyimpanan ....	48

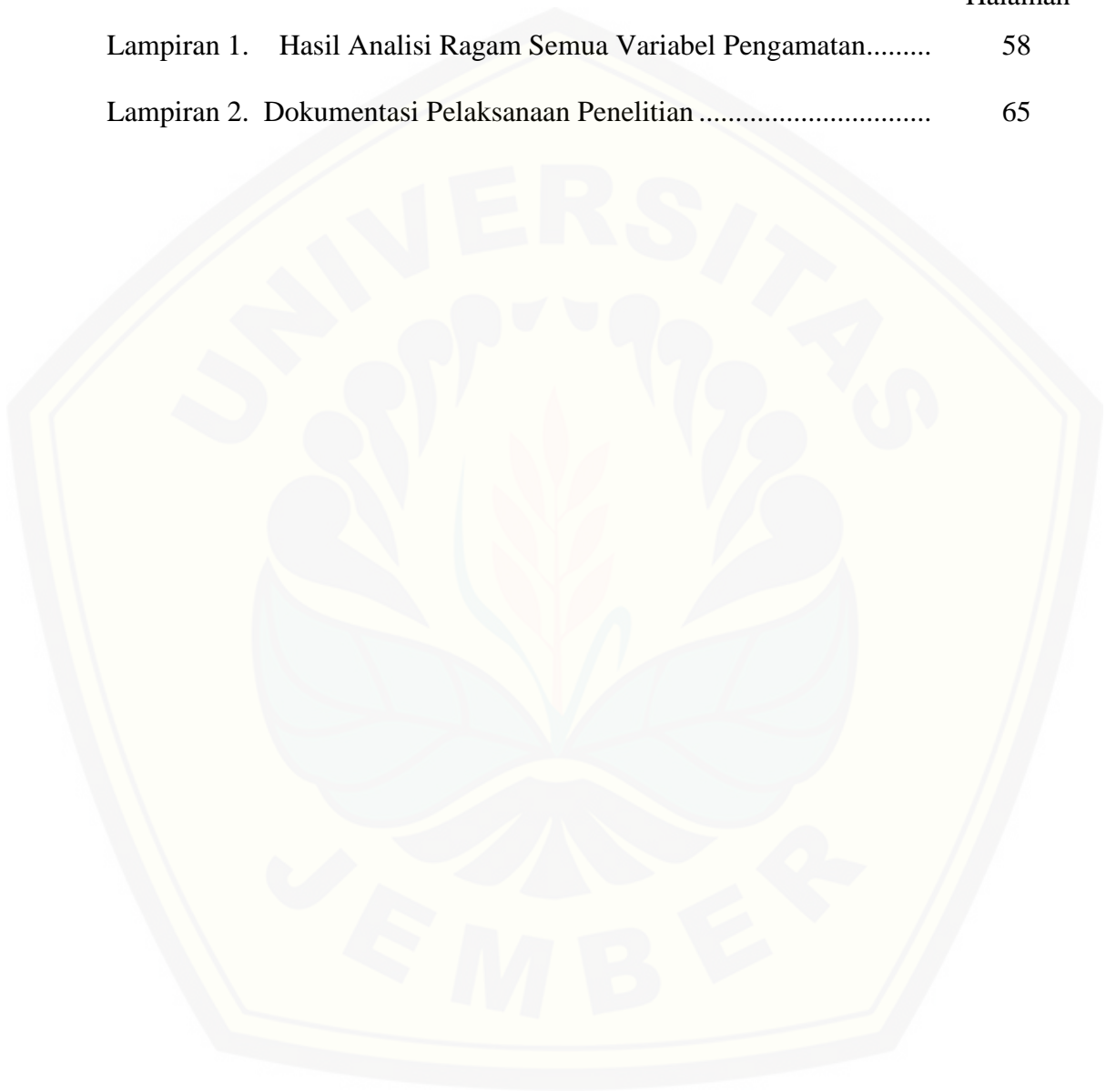
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Tanaman tomat .....	4
Gambar 2.2 Anatomi buah tomat (A) dan penampang melintang buah tomat (B).....	5
Gambar 2.3 Standar Klasifikasi Warna Tomat Segar Menurut USDA .....	7
Gambar 2.4 Lamela tengah ( <i>middlelamella</i> ) dan pektin pada Dinding sel buah dan sayur .....	12
Gambar 2.5 Mekanisme masuknya kalsium ke dalam sel hingga Pembentukan Kalsium Pektat.....	12
Gambar 2.6 Skema pektin yang di tambah denga $Ca^{2+}$ .....	13
Gambar 2.7 Perubahan dinding sel dan pembentukan <i>crosslink</i> kalsium-pektin pada buah anggur.....	7
Gambar 3.1 Aplikasi $CaCl_2$ pra panen .....	20
Gambar 3.2 Buah tomat umur 17 hari setelah anthesis .....	21
Gambar 3.3 Tahapan warna tomat .....	21
Gambar 3.4 Aplikasi $CaCl_2$ pra panen.....	21
Gambar 3.5 Sistem notasi warna hunter.....	23
Gambar 3.6 Bagian buah tomat yang digunakan sebagai tempat pengukuran kelunakan .....	23
Gambar 4.1. Suhu Udara dan Kelembaban Udara Selama Percobaan..	28
Gambar 4.2 Kelunakan Buah Tomat Pada Berbagai Konsentrasi $CaCl_2$ .....	31
Gambar 4.3 Lamella tengah buah apel yang disimpan selama 8 bulan suhu 2°C di bawah TEM.....	32
Gambar 4.4 Susut Bobot Buah Tomat Pada Berbagai Konsentrasi $CaCl_2$ .....	33
Gambar 4.5 Nilai $L^*$ Buah Tomat Pada Berbagai Konsentrasi $CaCl_2$ .....	34
Gambar 4.6 Nilai Warna * Buah Tomat Pada Berbagai Konsentrasi $CaCl_2$ .....	36

Gambar 4.7	Nilai Warna $b^*$ Buah Tomat Pada Berbagai Konsentrasi $\text{CaCl}_2$ .....	36
Gambar 4.8	Nilai Warna Hue Buah Tomat Pada Berbagai Konsentrasi $\text{CaCl}_2$ .....	37
Gambar 4.9	Kandungan Kalsium Buah Tomat pada Berbagai Konsentrasi $\text{CaCl}_2$ .....	40
Gambar 4.10	Kandungan Padatan Terlarut Total Buah Tomat pada Berbagai Konsentrasi $\text{CaCl}_2$ .....	41
Gambar 4.11	Kandungan Total Asam Tertitisi Buah Tomat pada Berbagai Konsentrasi $\text{CaCl}_2$ .....	42
Gambar 4.12	Kandungan Vitamin C Buah Tomat Pada Berbagai Konsentrasi $\text{CaCl}_2$ .....	43
Gambar 4.13	Kandungan Gula Reduksi Buah Tomat Pada Berbagai Konsentrasi $\text{CaCl}_2$ .....	44
Gambar 4.14	Kandungan Protein Terlarut Buah Tomat Pada Berbagai Konsentrasi $\text{CaCl}_2$ .....	45
Gambar 4.15	Kandungan Likopen Buah Tomat Pada Tiap Konsentrasi $\text{CaCl}_2$ .....	45

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Analisi Ragam Semua Variabel Pengamatan.....	58
Lampiran 2. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian .....	65



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tomat merupakan salah satu produk hortikultura yang memiliki banyak kandungan karbohidrat, protein, lemak, dan kalori. Buah tomat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sayuran, bumbu masak, obat-obatan, buah meja, minuman, dan bahan kosmetik. Tomat tergolong buah klimaterik yaitu buah yang memiliki periode pematangan dengan cepat. Peningkatan laju respirasi dan pematangan buah terjadi secara cepat yang sering kali diikuti dengan peningkatan etilen yang mengakibatkan buah mengalami pelunakan serta perubahan warna dan rasa (Arthey *et al.*, 1996).

Pelunakan pada buah klimaterik terkait dengan perubahan fraksi pektin dalam dinding sel (Lohani *et al.*, 2004). Pelunakan pada buah tomat dapat dihambat dengan pemberian kalsium. Kalsium diduga dapat mempertahankan struktur dinding sel dengan berinteraksi dengan pektin dalam dinding sel untuk membentuk kompleks kalsium pektat yang mendukung ikatan antara komponen dinding sel dan mencegah aksi dari degradasi enzim pada dinding sel. Pemberian kalsium pra panen pada buah persik dapat mengurangi aktivitas enzim pelunakan seperti poligalakturonase dan pectin metil esterase (Manganaris *et al.*, 2005).

Garam kalsium sebagai treatment sebelum dan sesudah panen pada buah telah banyak dipelajari untuk mempertahankan kualitas buah selama penyimpanan. Ameriana (1997) menyatakan kualitas buah tomat dapat dinilai berdasarkan sifat fisik dan sifat kimianya. Sifat fisik meliputi bentuk buah, warna, kekerasan, ketebalan daging buah, tekstur, ada tidaknya kerusakan, bebas serangan hama dan penyakit. Sifat kimia meliputi kandungan vitamin C (asam askorbat), kadar gula, kadar asam, kadar air dan komposisi nilai gizi.

Bentuk kalsium yang dapat diaplikasikan pada buah maupun sayuran adalah kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ). Aplikasi  $\text{CaCl}_2$  pra-panen dapat dilakukan melalui sistem irigasi dan penyemprotan langsung pada daun dan buah (Valero *et al.*, 2010). Penyemprotan kalsium pra-panen pada kanopi paling banyak diterapkan untuk meningkatkan kandungan kalsium dalam buah seperti pada buah tomat (Dong *et*

*al.*, 2004) dan leci (Cronje *et al.*, 2009) dengan memberikan efek penting terhadap kualitas buah pada saat panen dan selama penyimpanan pasca panen (Serrano *et al.*, 2004). Aplikasi melalui penyemprotan akan mempermudah penyerapan kalsium pada buah. Aplikasi  $\text{CaCl}_2$  dapat meningkatkan kandungan kalsium, mengurangi pecah buah, dan memperpanjang daya simpan buah apel (Roy *et al.*, 1999), serta dapat menghambat perubahan warna dan memperbaiki penampilan visual buah pir (Schirra *et al.*, 1999).

Aplikasi  $\text{CaCl}_2$  pra panen pada buah tomat dengan konsentrasi 0,1 M dan 0,2 M pada waktu aplikasi  $18 \pm 2$  hari setelah anthesis (HSA) tidak dapat mempertahankan kualitas dan umur simpan buah, namun aplikasi 0,1 M  $\text{CaCl}_2$  pada  $25 \pm 2$  HSA dapat memperlambat perubahan warna kulit buah pada 9, 12 dan 21 HSA (Normasari, 2002). Aplikasi  $\text{CaCl}_2$  pasca panen dapat dilakukan dengan cara perendaman dalam larutan  $\text{CaCl}_2$ . Perendaman pada pasca panen dapat meningkatkan kandungan kalsium dalam buah persik (Manganaris *et al.*, 2017). Buah tomat yang dipanen pada kondisi merah muda dan direndam dalam  $\text{CaCl}_2$  6% dapat menjaga kekerasan, vitamin C, total keasaman juga mengurangi kehilangan berat dan kerusakan pada buah tomat setelah 12 hari penyimpanan (Arthur, 2015). Setijorini dan Sulistiana (2001) melaporkan bahwa perlakuan 0,05 M  $\text{CaCl}_2$  dapat memperkecil laju respirasi buah yang lebih rendah dari kontrol.

Sifat buah tomat yang mudah rusak menyebabkan singkatnya selang waktu antara saat panen dan konsumsi. Oleh sebab itu, diperlukan perlakuan untuk memperpanjang masa simpan buah tomat. Perlakuan  $\text{CaCl}_2$  pada pra-panen dan pasca-panen diharapkan dapat mengatasi permasalahan masa simpan tomat yang rendah, sehingga kualitas buah tomat selama penyimpanan dapat dipertahankan bahkan jika produk tersebut dipasarkan ke tempat yang jauh. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh aplikasi  $\text{CaCl}_2$  pada pra panen dan pasca panen terhadap sifat fisik dan kimia buah tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) selama penyimpanan.



## 1.2 Rumusan Masalah

Kalsium merupakan nutrisi penting bagi tanaman yang berperan dalam pembentukan struktur dinding dan membran sel. Kekurangan kalsium pada jaringan buah masih dijumpai meskipun kandungan kalsium dalam tanah dan jaringan lain cukup. Hal ini disebabkan kalsium tidak ditranslokasikan dalam tanaman serta terbatasnya translokasi kalsium dalam buah, sehingga perlu adanya penambahan kalsium. Penambahan kalsium pada tanaman dapat dilakukan pada saat pra dan pasca panen. Akan tetapi belum diketahui konsentrasi dan waktu aplikasi kalsium yang terbaik untuk buah tomat, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

## 1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi konsentrasi dan waktu aplikasi  $\text{CaCl}_2$  yang terbaik terhadap kualitas fisikokimia buah tomat selama penyimpanan.

## 1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi berbagai pihak, diantaranya :

1. Bagi para petani tomat yang mengalami kendala penyimpanan buah tomat dengan tetap menjaga kualitas buah disaat panen melimpah dengan harga murah dan panen raya.
2. Bagi masyarakat luas, sebagai penambah wawasan tentang teknik penyimpanan buah tomat dengan lama penyimpanan yang optimal namun tetap menjaga kualitas buah.
3. Bagi para peneliti dapat meningkatkan keahlian dalam melakukan percobaan, menambah pengalaman dan pengetahuan yang telah diperoleh.

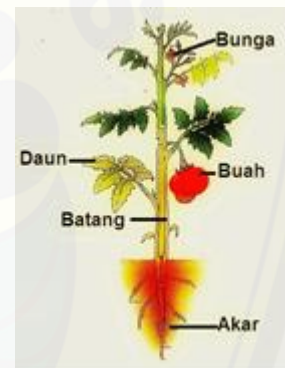


## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tomat

Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) tergolong tanaman dari keluarga *Solanaceae*, tumbuhan asli Amerika Tengah dan Selatan, dari Meksiko sampai Peru. Tomat merupakan tumbuhan siklus hidup singkat, dapat tumbuh setinggi 1 sampai 3 meter. Tumbuhan ini memiliki buah berwarna hijau, kuning, dan merah yang biasa dipakai sebagai sayur dalam masakan atau dimakan secara langsung tanpa diproses. Tomat memiliki batang dan daun yang tidak dapat dikonsumsi karena masih sekeluarga dengan kentang dan terung yang mengandung alkaloid. Secara umum taksonomi tanaman tomat menurut Pitojo (2005) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Kelas	: Dycotiledonae
Ordo	: Solanales
Famili	: Solanaceae
Genus	: <i>Lycopersicon</i> ( <i>Lycopersicum</i> )
Spesies	: <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill



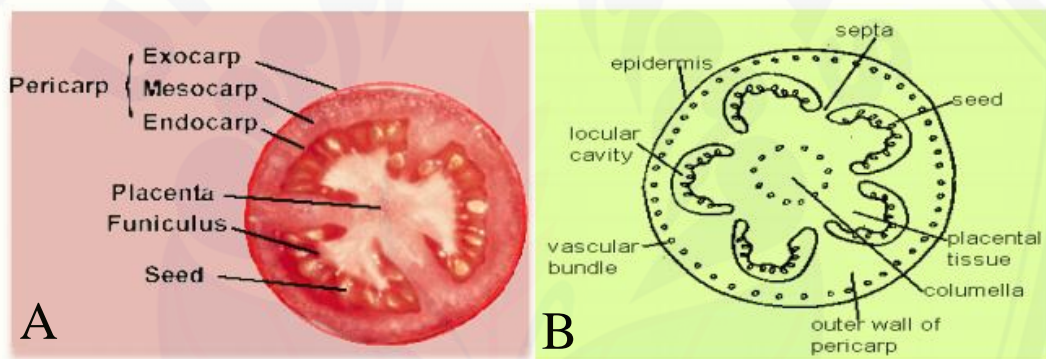
**Gambar 2.1** Tanaman Tomat

Tanaman tomat terdiri dari akar, batang, daun, bunga, dan biji. Tinggi tanaman tomat mencapai 2 meter, ciri khas batang tomat adalah tumbuhnya rambut-rambut halus diseluruh permukaannya, akar tanaman tomat berbentuk serabut yang menyebar ke segala arah. Daunnya berwarna hijau dan berambut mempunyai panjang sekitar 30 cm dan lebar 20 cm, bunga tomat berwarna kuning cerah. Buah yang masih muda berwarna hijau muda sampai hijau tua (Almajid, 2013). Bentuk, warna, rasa, dan tekstur buah tomat sangat beragam. Ada yang bulat, bulat pipih, keriting, atau seperti bola lampu. Warna buah masak bervariasi dari kuning, oranye, sampai merah, tergantung dari jenis pigmen yang dominan. Rasanyapun bervariasi, dari masam hingga manis. Buahnya tersusun

dalam tandan-tandan. Keseluruhan buahnya berdaging dan banyak mengandung air (Maulida dan Zulkarnaen, 2010).

Buah tomat terdiri dari beberapa bagian yaitu perikarp, plasenta, funikulus, dan biji. Anatomi buah tomat dapat dilihat pada gambar 2.2. Perikarp meliputi eksokarp, mesokarp dan endokarp. Eksokarp adalah lapisan terluar dari buah dan sering mengandung zat warna buah terdiri dari dinding perikarp dan kulit buah.

Perikarp meliputi dinding luar dan dinding radial (septa) yang memisahkan rongga lokula. Mesokarp adalah lapisan yang paling dalam berupa selaput terdiri dari parenkim dengan ikatan pembuluh (jaringan tertutup) dan lapisan bersel tunggal yaitu lokula. Endokarp adalah lapisan paling dalam terdiri dari biji, plasenta dan columella (Rancic *et al.*, 2010).



**Gambar 2.2** Anatomi Buah Tomat (A) dan Penampang Melintang Buah Tomat (B)

Epidermis pada buah atau sayuran yang berbentuk buah biasanya dibentuk oleh sel-sel yang sangat kecil sehingga menyerupai dinding tebal yang kompak tanpa ruang antar sel kecuali pada bagian stomata dan lentisel. Bentuk sel epidermis bervariasi tergantung pada spesies dan varietas. Pada buah tomat, varietas yang tahan terhadap retakan memiliki sel epidermis berbentuk datar, sementara pada varietas yang mudah mengalami keretakan kulit, sel epidermisnya berbentuk bundar (Rancic *et al.*, 2010).

Sebagian besar pembelahan sel dalam pericarp berlangsung selama 10 – 14 hari pertama setelah berbunga. Kulit buah (eksokarp) terdiri dari lapisan epidermis luar ditambah 2 - 4 lapisan sel hipodermal berdinding tebal dengan kolenkim seperti bahan pengental. Dalam proses perkembangan awal buah, plasenta mulai memperluas ke lokula untuk menyerap biji dalam 10 hari pertama

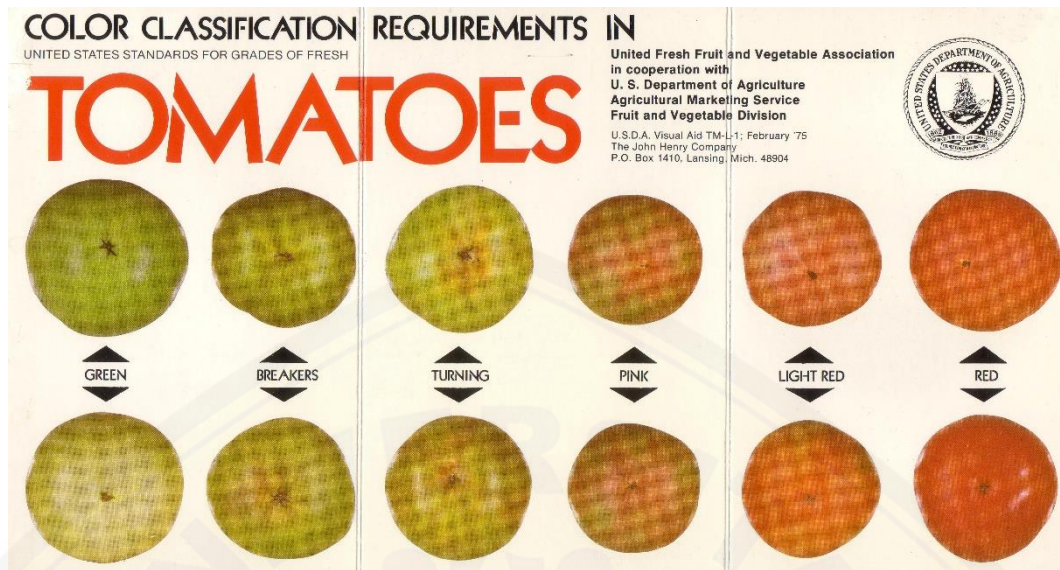
dan mengisi seluruh rongga lokula dalam beberapa hari berikutnya. Pada buah yang belum matang terbentuk plasenta dan setelah matang terbentuk lokula. Cairan intraseluler dapat terakumulasi dalam lokula dan protoplas tetap utuh (Rancic *et al.*, 2010).

Buah tomat termasuk buah buni, berdaging, dan beragam dalam bentuk maupun ukurannya. Mutu buah tomat meliputi mutu bagian luar yang berpengaruh terhadap keragaan buah tomat, seperti warna, ukuran, bentuk, kekerasan, kesegaran, keseragaman dan ada tidaknya cacat pada buah. Warna dan bentuk buah dipengaruhi oleh faktor genetik. Warna buah menjadi indikator dalam mengetahui tingkat kemasakan atau kematangan buah. Warna sering digunakan sebagai indeks umum penilaian mutu makanan (Ambarwati *et al.*, 2013).

Pada siklus perkembangannya buah tomat mengalami beberapa tahap perkembangan buah meliputi tahap *fruit set*, *developing fruit*, *green fruit*, *breaker stage*, *turning stage*, *pink stage*, *light red stage* dan *ripe*. *Fruit set* ditandai oleh petal dan anther mengalami senescence dan akhirnya gugur. Selanjutnya, buah seukuran kacang muncul. Dari titik ini sampai buah bisa dipanen dibutuhkan 40-50 hari.

*Developing fruit* ditandai oleh buah yang berwarna hijau dan sangat keras. Pembelahan sel yang intensif terjadi tetapi pertumbuhan buah secara keseluruhan berlangsung lambat, memerlukan waktu 2-3 minggu (Lippman *et al.*, 2008). *Green fruit* ditandai oleh buah yang masih hijau, pertumbuhannya lebih dipercepat oleh ekspansi sel daripada pembelahan sel, sel membesar sampai 20 kali lipat. Periode ini berlangsung sekitar 3-5 minggu, buah hampir mencapai ukuran akhir dan berubah warna yaitu buah yang masih hijau pertumbuhannya dipercepat dengan ekspansi sel daripada pembelahan sel. Sel membesar hingga 20 kali lipat. Periode ini memakan waktu sekitar 3-5 minggu, buah hampir mencapai ukuran akhir dan berubah warna (CFR, 1991).





**Gambar 2.3** Standar klasifikasi warna tomat segar menurut USDA (CFR, 1991)

*Breaker stage* ditandai oleh dimulainya perubahan struktural dan perubahan kimia yang berlangsung cepat yang meenetukan aroma buah, warna, tekstur dan sebagainya. Buah memulai perubahan warna menjadi kuning, merah jambu atau merah menempati tidak lebih dari 10% permukaan buah. *Turning stage* dicirikan oleh 10-30 % dari permukaan buah berwarna kuning, merah muda atau merah. *Pink stage* dicirikan oleh 30-60 % permukaan buah berwarna merah muda. *Light red stage* dicirikan oleh 60-90 % dari permukaan berwarna merah. Ripe atau matang jika 90 % dari permukaan buah telah mencapai warna akhir, biasanya berwarna merah terang. Buah tomat matang mengakumulasi sejumlah besar likopen karotenoid, seperti pola ekspresi gen yang terjadi dalam buah hijau selama pematangan buah (CFR, 1991). Kandungan nutrisi buah tomat dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Kandungan Nutrisi Tomat Segar

Nutrien	Kandungan Per 100 g	Nutrien	Kandungan Per 100 g
Proksimat		Asam amino	
- Air (g)	93,76	-Tryptofan (g)	0,006
- Energi (kkal)	21	- Treonin (g)	0,021
- Protein	0,85	- Isoleusin (g)	0,020
- Total lemak (g)	0,33	- Leusin (g)	0,031
- Karbohidrat (g)	4,64	- Lisin (g)	0,031
- Serat (g)	1,1	- Metionin (g)	0,007
- Abu (g)	0,42	- Kistin (g)	0,011
Mineral		- Fenilalanin (g)	0,022
- Kalsium (mg)	5	- Tirosin (g)	0,015
- Zat besi	0,45	- Valin (g)	0,022
- Magnesium (mg)	11	- Arginin (g)	0,021
- Fosfor (mg)	24	- Histidin (g)	0,013
- Kalium (mg)	222	- Alanin (g)	0,024
- Natrium (mg)	9	- Asam aspartat (g)	0,118
- Seng (mg)	0,09	- Asam glutamat (g)	0,313
- Tembaga (mg)	0,074	- Glisin (g)	0,021
- Mangan (mg)	0,105	- Prolin (g)	0,016
- Selenium (mg)	0,4	- Serin (g)	0,023
Vitamin		Asam Lemak	
- Vitamin C (mg) -	19,1	- Jenuh (g)	0,045
- Tiamin (mg)	0,059	- Tak jenuh tunggal (g)	0,050
- Riboflavin (mg)	0,048	- Tak jenuh ganda (g)	0,135
- Niasin (mg)	0,628		
- Asam pantotenat (mg)	0,247		
- Vit. B6 (mg)	0,080		
- Vit. A (IU)	623		
- Tokoferol (mg)	0,34		

Sumber: Kailaku *et al.*, 2013

Asam organik yang paling dominan pada tomat adalah asam sitrat. Selain asam sitrat, asam malat adalah asam organik yang paling berkontribusi terhadap cita rasa buah tomat. Asam-asam lain yang telah terdeteksi adalah asam asetat, format, trans-asonitat, laktak, galakturonat, dan  $\alpha$ -okso. Pada keseluruhan kematangan buah mulai dari berwarna hijau tua hingga merah, keasaman meningkatkan mencapai nilai maksimum dan kemudian menurun. Keasaman maksimum ditemukan pada *breaker* dan tahap berwarna pink. Keasaman buah tomat sangat penting untuk rasa dan penting juga dalam proses pengolahan karena

butirat, mikroorganisme termofilik, dan pembusuk anaerobik tidak dapat berkembang ketika pH di bawah 4,3. Namun ketika pH lebih dari 5, spora mikroorganisme sulit untuk dibunuh (Salunkhe *et al.*, 1974).

**Tabel 2.2** Perubahan komposisi buah tomat terkait dengan proses pematangan

Komposisi <sup>b</sup>	Tahap kedewasan				
	Hijau	Breaker	Pink	Merah	Merah matang
Bahan kering (%)	6.40	6.20	5.81	5.80	6.20
Keasaman tertitrasi (%)	0.285	0.310	0.295	0.270	0.285
Asam organik (%)	0.058	0.127	0.144	0.166	0.194
Asam askorbat (mg %).	14.5	17.0	21.0	23.0	22.0
Klorofil ( $\mu\text{g}$ %)	45.0	25.0	9.0	0.0	0.0
$\beta$ -Karoten ( $\mu\text{g}$ %)	8.0	242.0	443.0	10.0	0.0
Lycopene ( $\mu\text{g}$ %)	2.40	124.0	230.0	374.0	412.0
Penurunan gula (%)	2.34	2.90	3.10	3.45	3.65
Pektin (%)	0.61	2.20	1.90	1.74	1.62
Pati (%)	17.0	0.14	0.136	0.18	0.07
Volatiles (ppb)	248	17.9	22.3	24.6	31.2
Volatile reducing substances ( $\mu\text{eq}$ %)		290	251	278	400
Asam amino ( $\mu\text{mole}$ %)	c	2358	3259	2941	2723
Nitrogen protein (rag N/g)	9.44	10.00	10.27	10.27	6.94

Keterangan :

a kultivar Fireball, selain kultivar V. R. Moscow untuk kandungan asam amino.

b Dinyatakan dalam basis berat segar.

c Nilai tidak dilaporkan .

Sumber: Salunkhe *et al.* (1974)

Buah tomat dinyatakan tua apabila buah tomat telah mencapai tingkat perkembangan fisiologis yang menjamin proses pematangan yang sempurna dan isi dari dua atau lebih rongga buah telah berisi bahan yang mempunyai konsistensi/ kekentalan serupa jeli dan biji-biji telah mencapai tingkat perkembangan yang sempurna. Buah tomat dinyatakan terlalu matang dan lunak apabila buah tomat telah mencapai kematangan penuh dengan tekstur daging yang lunak dan dianggap telah lewat waktu pemasarannya. Syarat mutu buah tomat berdasarkan SNI 01-3162-1992 dapat dilihat pada tabel 2.3.

**Tabel 2.3** Syarat mutu buah tomat

Karakteristik	Satuan	Syarat Mutu	
		Mutu I	Mutu II
Kesamaan sifat	-	Seragam	Seragam
Varietas	-		
Tingkat ketuaan	-	Tua, tapi tidak terlalu matang dan tidak	Tua, tapi tidak terlalu matang dan tidak
Ukuran	-	lunak	lunak
Kotoran	-	Seragam	Seragam
Kerusakan	%	Tidak ada	Tidak ada
Maksimum	%	Maks.5	Maks.10
Busuk maksimum	%	Maks.1	Maks.1

Sumber : Badan Standarsisasi Nasional Indonesia, 01-3162-1992

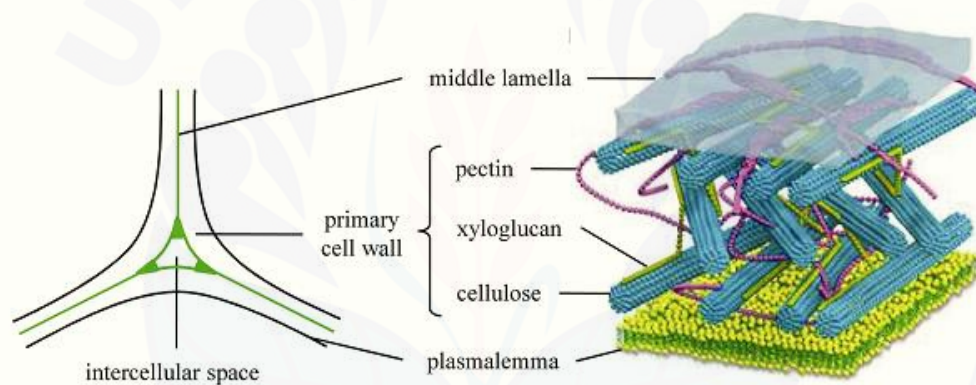
## 2.2 Kalsium Klorida

Kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) adalah senyawa ionik yang terdiri dari unsur kalsium dan klorin. Sifat  $\text{CaCl}_2$  yakni tidak berbau, tidak berwarna, tidak beracun, sehingga banyak digunakan berbagai industri. Kalsium merupakan salah satu bahan kimia yang berfungsi untuk menghambat aktivitas enzim-enzim yang dapat menyebabkan kelunakan pada buah. Kalsium berkontribusi dalam meningkatkan kekerasan dinding sel, memperlambat pelunakan jaringan dinding sel dan mengurangi kerja enzim yang dapat menyebabkan degradasi dinding sel (Vicente *et al.*, 2009). Kalsium dianggap sebagai unsur mineral penting yang mengatur kualitas buah khususnya kekerasan buah (Lurie *et al.*, 2009).

Manfaat kalsium sebagai penguat dinding sel sehingga tanaman relatif tahan terhadap cendawan dan bakteri, menggiatkan pembelahan sel di meristem, dan mengaktifkan berbagai enzim. Kalsium juga dapat mencegah terjadinya pecah pada buah tomat. Pecah buah merupakan gangguan fisiologis bukan merupakan penyakit yang disebabkan jamur, bakteri, atau virus. Pecah buah yang terjadi pada tanaman disebabkan kurangnya pasokan kalsium pada buah (Resh, 2004).



Senevirathna dan Daundasekera (2010) melaporkan bahwa buah yang diperlakukan dengan  $\text{CaCl}_2$  memiliki tekstur yang lebih kencang. Hal ini dikarenakan adanya penghambatan aktivitas enzim poligalakturonase yaitu enzim yang memfasilitasi degradasi pektin selama proses pematangan. Kalsium merupakan bagian penting dalam struktur dinding sel yang mempengaruhi integritas membran. Bentuk kalsium yang dapat diaplikasikan pada buah maupun sayuran antara lain kalsium nitrat ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) dan kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ). Fungsi utama  $\text{Ca}^{2+}$  pada struktur dinding sel adalah *cross-linking* dari polimer pektin yang berada di lamella tengah. Kalsium memiliki kemampuan dalam menstabilkan dinding sel yaitu sebagai polikation yang membentuk ikatan ion dengan pektin dalam lamela tengah dinding sel (Wojciech *et al.*, 2014).

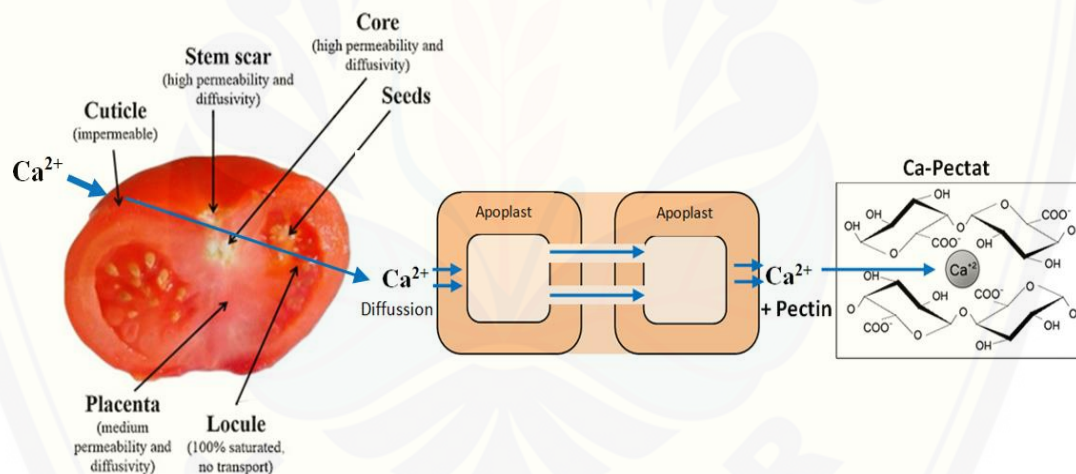


**Gambar 2.4** Lamela tengah dan pektin pada dinding sel buah dan sayuran (Davidson, 2006).

Kalsium juga mengubah proses-proses intraseluler dan ekstraseluler yang dapat memperlambat pemasakan buah. Pemberian  $\text{CaCl}_2$  dapat membentuk ikatan silang antara  $\text{Ca}^{2+}$  dengan asam pektat dan polisakarida lain sehingga membatasi aktivitas enzim-enzim pelunakan dan respirasi seperti poligalakturonase, sehingga dapat menurunkan laju respirasi dan memperkecil degradasi asam askorbat (Ferguson, 1984). Kalsium dapat mempertahankan rigiditas sel dengan ikatan pektat. Kekurangan kalsium dalam dinding sel dapat menurunkan rigiditas sel yang mengakibatkan sel-sel tersebut mudah pecah bila mengalami pembesaran. Kekurangan kalsium pada jaringan korteks menyebabkan nekrosis pada jaringan tersebut. Kekurangan kalsium pada jaringan buah masih dijumpai meskipun

kandungan kalsium dalam tanah dan jaringan lain cukup. Hal ini disebabkan  $\text{Ca}^{2+}$  tidak ditranslokasikan dalam tanaman serta terbatasnya translokasi kalsium dalam buah sehingga perlu penyemprotan kalsium pada permukaan buah (Salisbury dan Ross, 1995).

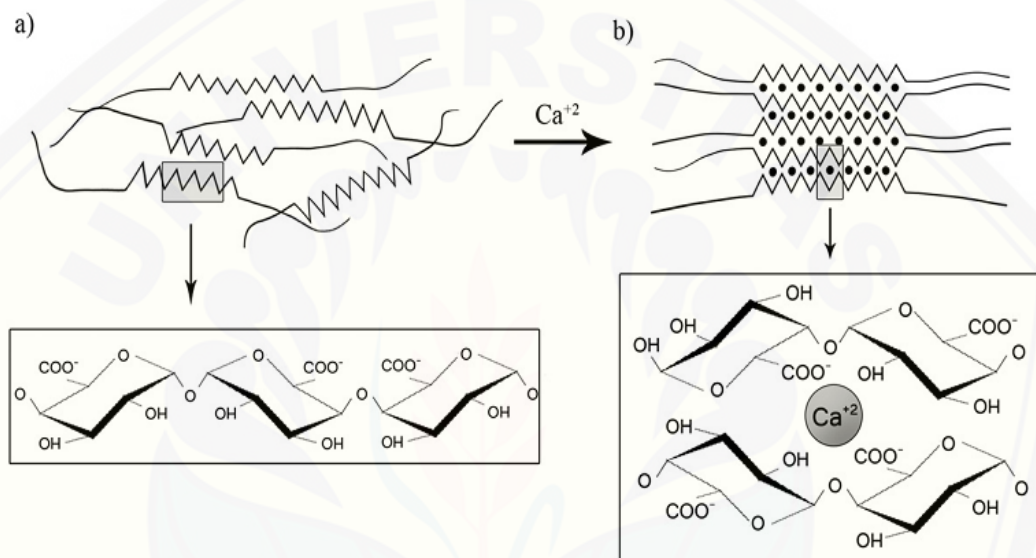
Kalsium menembus ke dalam buah melalui kutikula yang diangkut dalam jaringan non vaskular pada korteks daging buah apel melalui difusi apoplast dan tanpa masuk dalam sel (Gambar 2.5). Transportasi  $\text{Ca}^{2+}$  pada daging buah difasilitasi adanya pertukaran kation (*cation exchange capacity*: CEC) dengan sisi pengikat (*binding site*) pada dinding sel (Saure, 2005). CEC merupakan ukuran muatan negatif tetap pada dinding sel yang merupakan penentu utama pola difusi kation melalui apoplast (Hocking, 2016). Transportasi  $\text{Ca}^{2+}$  sebagian besar terjadi melalui lentisel dan kutikula buah (Harker and Ferguson, 1988). Pada buah apel,  $\text{Ca}^{2+}$  bergerak melalui lentisel dan pori-pori buah (Glenn *et al.*, 1985).



**Gambar 2.5** Mekanisme masuknya kalsium ke dalam sel hingga pembentukan kalsium pektat

Perubahan penetrasi  $\text{Ca}^{2+}$  dalam buah berbeda pada tiap perkembangan buah. Penetrasi  $\text{Ca}^{2+}$  terbesar terjadi pada buah masak dan sebagian kecil terjadi ketika buah belum masak. Perbedaan penetrasi tersebut dikarenakan adanya perubahan karakteristik kutikula buah. Penyerapan  $\text{Ca}^{2+}$  pada kulit buah dari semprotan tergantung pada struktur permukaan buah (wojck *et al.*, 1987). Permeabilitas tidak hanya tergantung pada permeabilitas kutikula tetapi juga pada intensitas semprotan dan dosis dari  $\text{Ca}^{2+}$  (Schlegel and Schonherr, 2002).

Selama proses pematangan buah, eterifikasi pektin terjadi akibat aksi enzim PME (*Pectin Methyl Esterase*). Tingkat aktifitas PME dan ketersediaan  $\text{Ca}^{2+}$  dalam apoplas berdampak langsung pada kekuatan dan ekspansi dinding sel (Conn *et al.*, 2011). PME adalah enzim yang membelah gugus metil dari tulang punggung asam galakturonat dari pektin. Kalsium mempertahankan kekencangan buah dengan mengikat karboksilat bermuatan negatif pada proses esterisasi dengan PME seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.

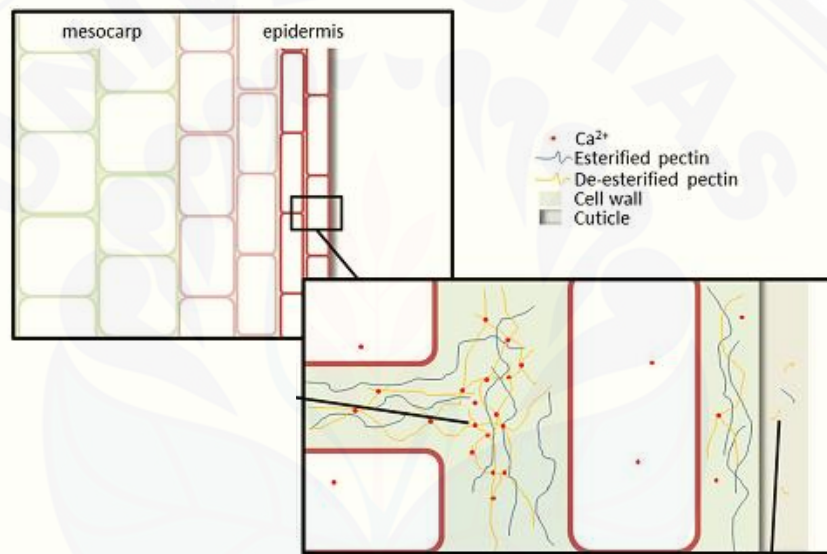


**Gambar 2.6** Skema pektin yang ditambah dengan  $\text{Ca}^{2+}$   
 a. Pektin setelah mengalami proses esterifikasi oleh PME  
 b. Pektin setelah penambahan ion  $\text{Ca}^{2+}$  (Pinheiro and Almeida, 2008)

Komposisi kultikula merupakan variabel penting dalam menentukan sifat fisik buah dan kehilangan air selama transpirasi selama pengembangan pada buah anggur. Proses yang mempengaruhi pelarutan polisakarida dan gerakan ke kutikula seperti esterifikasi pektin dan ikatan kalsium juga produksi *oligogalacturonides* akan mengubah sifat mekanik dan ketahanan terhadap patogen. Studi pada buah anggur menunjukkan ekspresi PME dimulai sebelum proses pematangan sampai masak seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7.

Aplikasi kalsium secara eksogen dapat menjaga stabilitas kalsium pada dinding sel tanaman dan menjaga enzim pada dinding sel mengalami degradasi. Penyemprotan kalsium pada pra panen adalah salah satu strategi baru yang dapat

diterapkan pada sistem produksi buah, meningkatkan karakteristik buah dan meminimalisir penggunaan fungisida menjelang akhir panen, karena kalsium dapat meningkatkan ketahanan buah terhadap busuk coklat (*brown rot*). Kalsium eksogen selain harganya relatif murah, juga mudah diperoleh. Perlakuan  $\text{CaCl}_2$  dengan pencelupan buah pasca panen tidak akan meninggalkan residu setelah buah dicuci dengan air (Pantastico, 1993). Penyemprotan kalsium selama pengembangan buah dapat melengkapi kalsium endogen pada buah-buahan segar. Selain itu pemberian kalsium mengurangi keretakan dan diskontinuitas pada fase akhir pertumbuhan buah (Lester dan Grusak, 2004).



**Gambar 2.7** Perubahan dinding sel dan pembentukan *crosslink* kalsium-pektin pada buah anggur (Hocking *et al.*, 2016).

Kalsium adalah kation divalen yang dengan mudah memasuki apoplast dan terikat dalam pertukaran dari dinding sel dan permukaan ekterior dari membran sel. Tidak beracun bahkan pada konsentrasi tinggi bahkan dapat berfungsi sebagai agen detoksifikasi. Di dinding sel kalsium berfungsi sebagai agen pengikat dalam bentuk kalsium pektat. Kalsium telah mendapat banyak perhatian dalam beberapa tahun terakhir karena kandungannya efek yang diinginkan, terutama bisa menunda pematangan dan penuaan, mengurangi respirasi, memperpanjang umur simpan dan mengurangi kerusakan fisiologis (Bhattara dan Gautam, 2006)

Bentuk kalsium yang dapat diaplikasikan pada buah maupun sayuran adalah kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ). Kalsium klorida telah banyak digunakan sebagai bahan



pengawet dan *firming agent* pada industri buah dan sayur baik dalam bentuk buah utuh atau potong segar dengan hasil yang memuaskan seperti pada buah apel, stroberi, anggur, melon, dan blewah (Valero *et al.*, 2010). Kalsium Klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) merupakan Bahan Tambahan Pangan (BTP) yang mempunyai toksisitas sangat rendah, berdasarkan data (kimia, biokimia, toksikologi dan data lainnya) dan telah mendapat Izin dari Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2013 tentang Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) telah mengevaluasi BTP kalsium klorida yang diperlakukan pada buah kalengan, tunggal atau campuran dengan pengeras dinyatakan aman atau *generally recognize as safe* (GRAS) dengan batas maksimum penggunaan 350g/kg (Faiqoh, 2014).

### 2.3 Hipotesis

Berdasarkan kajian pustaka diatas, maka dapat dihipotesiskan bahwa:

1. Interaksi konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  pada taraf berbeda dan waktu aplikasi mempengaruhi fisikokimia buah tomat selama penyimpanan.
2. Konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  pada taraf berbeda mempengaruhi fisikokimia buah tomat selama penyimpanan
3. Waktu aplikasi  $\text{CaCl}_2$  pada pra dan pascapanen mempengaruhi fisikokimia buah tomat selama penyimpanan.

### **BAB 3. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu**

Percobaan ini dilaksanakan di dalam *green house* di Jl. Flamboyan No. 48 Dukuh dempok, Wuluhan, Jember dengan ketinggian 10 meter diatas permukaan laut pada bulan Juli 2017 sampai dengan Oktober 2017. Analisis variabel fisikokimia buah dilaksanakan di laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Jember, laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan laboratorium Biosain Politeknik Negeri Jember.

#### **3.2 Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini meliputi, pasir, kompos, tanah bibit tanaman tomat varietas servo,  $\text{CaCl}_2$ , perekat, tisu, pupuk organik, buffer analisis, pupuk mutiara dan obat-obatan pencegah penyakit dan hama pada tanaman tomat.

Alat yang digunakan merupakan peralatan pertanian, timbangan digital, penetrometer, colour reader, blender, vapodest, khjedal, spektrofotometer, refraktometer, dan peralatan pendukung proses analisa lainnya.

#### **3.3 Rancangan Percobaan**

Percobaan ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 2 faktor. Faktor pertama adalah taraf kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) dengan 5 taraf dan faktor kedua adalah waktu aplikasi  $\text{CaCl}_2$  dengan 2 taraf. Total kombinasi perlakuan adalah 10 kombinasi dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga total satuan percobaan sebanyak 30 plot. Setiap ulangan terdiri dari 5 tanaman sehingga total populasi tanaman adalah 150 tanaman. Dari 150 tanaman tersebut diambil sampel untuk analisa fisikokimia buah tomat. Denah percobaan yang telah di acak terlampir pada lampiran 1.

Faktor pertama adalah konsentrasi larutan  $\text{CaCl}_2$  K0 yaitu 0 M  $\text{CaCl}_2$ , K1 0,3 M  $\text{CaCl}_2$ , K2 0,6 M  $\text{CaCl}_2$ , K3 0,9 M  $\text{CaCl}_2$  dan K4 0,12 M  $\text{CaCl}_2$ , sedangkan

faktor kedua adalah waktu aplikasi  $\text{CaCl}_2$  (W), yang terdiri dari pra-panen (W1) dan pasca-panen (W2).

Model statistika untuk rancangan yang digunakan adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + K_i + W_j + (KW)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

dimana:

$Y_{ijk}$  = pengamatan pada satuan percobaan pada blok ke-k yang mendapat faktor A ke-i dan faktor B ke-j.

$\mu$  = nilai rata-rata pengamatan pada populasi.

$K_i$  = pengaruh faktor K pada level ke-i.

$W_j$  = pengaruh faktor W pada level ke-j

$(KW)_{ij}$  = pengaruh interaksi antara faktor K level ke-i dengan faktor W level ke-j.

$\varepsilon_{ijk}$  = pengaruh error yang bekerja pada satuan percobaan ke-k yang mendapat perlakuan faktor A ke-i dan faktor B ke j.

$i = 1, 2, \dots, a$

$j = 1, 2, \dots, b$

$k = 1, 2, \dots, r$

Untuk mengetahui pengaruh dari setiap perlakuan data yang diperoleh dari hasil pengamatan selanjutnya dilakukan analisis ragam (Anova). Apabila terdapat pengaruh antar kedua perlakuan maka akan dilanjutkan dengan uji Duncan 5% untuk mengetahui kombinasi perlakuan yang berpengaruh terhadap kualitas tomat pada penyimpanan.

### 3.4 Pelaksanaan Percobaan

#### 3.4.1 Penyemaian benih tomat

Tahap awal penyemaian adalah merendam benih dalam fungisida. Benih yang sudah direndam dalam fungisida ditanam dalam media semai yang berupa campuran tanah dan kompos dengan perbandingan komposisi 1 : 1.

#### 3.4.2 Pemeliharaan penyemaian



Pemeliharaan yang dilakukan meliputi penyiraman penyemaian. Penyiraman dilakukan setiap hari pada sore hari dengan menggunakan gembor. Bibit tomat siap pindah dalam polybag umur 15 sampai dengan 20 hari sejak semai atau memiliki 5 helai daun.

### **3.4.3 Pemindahan bibit tomat**

Sebelum bibit dipindahkan, menyiapkan media tanam dan polibag besar bervolume 62,86 dm<sup>3</sup>. Polibag diisi dengan tanah, arang sekam, dan kompos dengan perbandingan 2:1:1. Bibit tomat dipindah ke dalam polibag besar dengan menyertakan media tanah yang menempel pada akar.

### **3.4.4 Pemeliharaan tanaman tomat dalam polibag**

Pemeliharaan yang dilakukan meliputi:

#### **1. Penyiraman**

Penyiraman dilakukan minimal 2 kali sehari untuk menjaga agar media tanam tidak terlalu kering namun tidak terlalu basah untuk menghindari busuk akar.

#### **2. Penyiangan gulma.**

Penyiangan dilakukan manakala tampak tumbuh gulma yang mengganggu pertumbuhan tanaman. Biasanya pelaksanaan penyiangan dilakukan bersamaan dengan pembumbunan tanah di sekitar tanaman. Penyiangan dapat dilakukan 2 atau 3 kali atau sesuai dengan kondisi lapang. Penyiangan dilakukan dengan cara dicabut menggunakan tangan dan yang sulit dicabut menggunakan kored.

#### **3. Pemangkasan tunas air (pewiwilan)**

Pemangkasan ini dimaksudkan antara lain untuk membentuk pohon, mengurangi daun, mempercepat pematangan dan meremajakan tanaman. Pengurangan daun dimaksudkan untuk mendapatkan hasil asimilasi bersih yang optimum. Dengan pemangkasan juga dimungkinkan mempercepat proses pematangan. Tetapi adakalanya pemangkasan dilakukan untuk peremajaan tanaman (rejuvenilisasi). Secara umum pemangkasan dilakukan dengan memotong cabang/ranting yang tumbuhnya tidak tepat,

memotong tunas-tunas air, atau memotong ranting-ranting yang kena penyakit. Pemangkasan dilakukan setiap seminggu sekali selama pertumbuhannya.

4. Pemberian ajir dan pengikatan pohon

Pemberian ajir dan pengikatan pohon dimaksudkan untuk menghindari tanaman tomat roboh pada saat berbuah dan supaya tanaman tomat tersebut dapat tumbuh tegak. Pemberian ajir dilakukan mulai dari awal tanaman tomat ditanam sedangkan pengikatan dilakukan bertahap sesuai dengan pertumbuhan dan kondisi tanaman.

5. Pemupukan

Pupuk biasanya diberikan sebagai pupuk dasar atau pupuk susulan. Sebagai pupuk dasar bisa digunakan pupuk kandang atau kompos. Pupuk susulan berupa pupuk NPK yang diberikan 2 - 3 kali selama pertumbuhannya dengan cara ditugal kan pada setiap tanaman. NPK 15-15-15 sebanyak dosis 2 g/tanaman. Sebagai pupuk tambahan digunakan pupuk seperti pada Tabel 3.1

**Tabel 3.1** Pemupukan pada tanaman tomat

No	Umur	Pupuk	Takaran	Aplikasi
1	1 – 5 HST	Fertila	30 g/tan	Pendam
2	10 HST	KNO <sub>3</sub> Merah	2 g/tan	Kocor
		Avidor	0,2 g/tan	
3	15 – 20 HST	KS. Pak Tani	7,5 g/tan	Pendam
4	30 - 35 HST	Fertila	5 g/tan	Pendam
		KNO <sub>3</sub> Putih	7,5 g/tan	
5	55 – 60 HST	Fertila	15 g/tan	Pendam
6	70 – 75 HST	KS. Pak Tani	5 g/tan	Pendam
		KNO <sub>3</sub> Putih	5 g/tan	
7	35, 45, 55, 65	MKP Pak Tani	5 g/liter	Semprot
		TAFT	2 g/liter	

6. Pengendalian hama dan penyakit

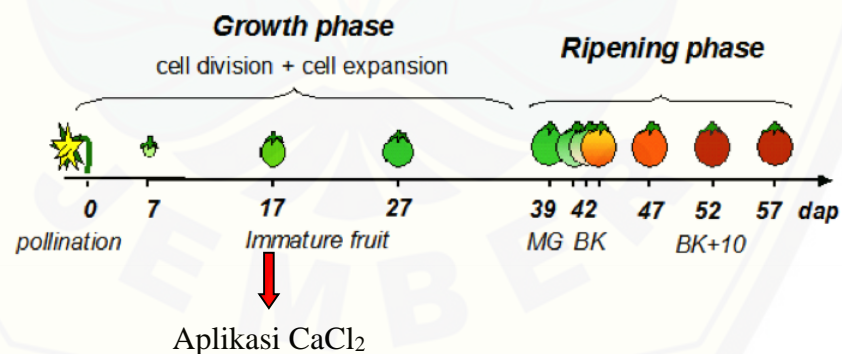
Hama yang menyerang tanaman tomat pada saat penelitian adalah ulat buah. Pengendalian ulat buah menggunakan insektisida sesuai anjuran.

### 3.4.5 Pemanenan

Tanaman tomat varietas servo dapat dipanen pada umur 65 hari setelah tanam. Kriteria buah tomat yang siap dipanen adalah yang berubah warna dari hijau ke kuning-kuningan atau tepi daun terlihat kering dan batang menguning. Pemetikan dilakukan pada buah yang telah masak saja. Buah tomat tidak masak secara serentak dan dilakukan setiap 2-3 hari sekali.

### 3.4.6 Tahap Aplikasi CaCl<sub>2</sub>

Tahap ini merupakan tahap pelaksanaan rancangan percobaan. Pengaplikasian CaCl<sub>2</sub> pada pra-panen (W1) disemprotkan pada buah tomat usia 17 hari setelah anthesis (HSA) seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.1 dan 3.2. Menurut Alba (2005) masa pertumbuhan buah tomat yang ditandai dengan pembelahan dan perkembangan sel yaitu umur 7 sampai dengan 27 hari setelah polinasi atau fase *immature fruit*. Aplikasi penyemprotan ini dilakukan dengan memastikan seluruh permukaan buah tomat terbasahi oleh larutan CaCl<sub>2</sub>.



**Gambar 3.1** Aplikasi CaCl<sub>2</sub> Pra Panen



**Gambar 3.2** Buah tomat umur 17 hari setelah anthesis

Aplikasi  $\text{CaCl}_2$  pada pasca-panen ( $W_2$ ) dilakukan langsung setelah buah dipanen pada kondisi *breaker*, dengan cara buah tomat di rendam dengan  $\text{CaCl}_2$  selama 20 menit, lalu dibiarkan kering angin.

Tahap *breaker*



**Gambar 3.3** Tahapan warna tomat



**Gambar 3.4.** Aplikasi  $\text{CaCl}_2$  pasca panen

Buah tomat masak *breaker* yang sudah diperlakukan pra panen dan pasca panen disimpan pada suhu ruang. Analisis variabel fisikokimia buah dilakukan pada buah yang di simpan 12 hari setelah panen. Menurut Buntaran (2009) buah tomat segar mempunyai daya simpan selama 3-4 hari. Perlakuan  $\text{CaCl}_2$  diharapkan dapat mempertahankan kualitas tomat 3 kali dari kondisi normal.

### 3.4.7 Analisa Fisikokimia Buah Tomat

Ameriana (1997) menyatakan kualitas buah tomat dapat dinilai berdasarkan sifat fisik dan sifat kimianya. Sifat fisik meliputi bentuk buah, warna, kekerasan, ketebalan daging buah, tekstur, ada tidaknya kerusakan, bebas serangan hama dan penyakit. Sifat kimia meliputi kandungan vitamin C (asam askorbat), kadar gula, kadar asam, kadar air dan komposisi nilai gizi. Pemanenan dilakukan saat buah mencapai tahap *breaker* (berwarna semburat kuning). Pengukuran variabel yang diamati mencakup poin-poin di bawah ini:

#### 1. Kualitas fisik tomat

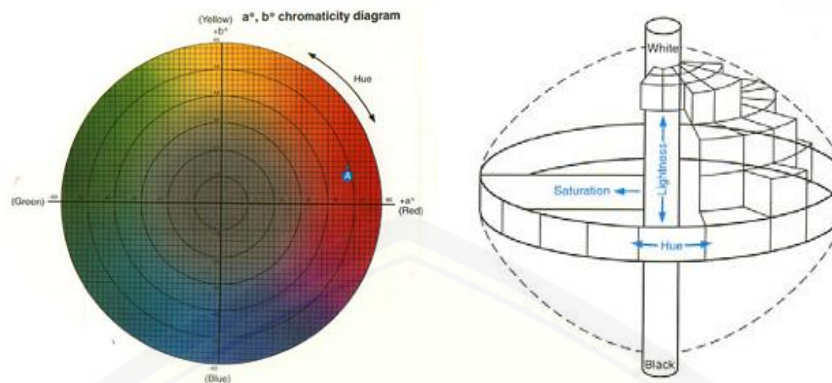
##### a. Warna

Perubahan kualitas warna kulit buah tomat diukur dengan Minolta color reader CR-10. Melalui alat ini akan diperoleh tingkat intensitas cahaya dengan sistem notasi warna Hunter (Gambar 3.5 ). Pada Sistem notasi warna Hunter akan dapat diketahui beberapa parameter warna seperti pada tabel 3.2.

**Tabel 3.2.** Parameter warna melalui sistem notasi warna Hunter

No	Variabel warna	Keterangan
1.	Nilai L*	Menunjukkan tingkat kecerahan (lightness) [ $L^*= 0$ (Hitam) dan $L^*=100$ (Putih)]
2.	Nilai a*	Menunjukkan warna kromatik campuran merah hijau yang terdiri dari +a* yang menunjukkan warna merah dengan nilai 0 hingga 60, sedangkan -a* menunjukkan warna hijau dengan nilai 0 hingga -60
3.	Nilai b*	Menunjukkan warna kromatik campuran biru kuning yang terdiri dari +b* yang menunjukkan warna kuning dengan nilai 0 hingga 60, serta nilai -b* yang menunjukkan warna biru dengan nilai 0 hingga -60
4.	Nilai Hue	Mendeskripsikan warna murni dimana menunjukkan warna dominan dalam campuran beberapa warna. $Hue = \tan^{-1} \left( \frac{b}{a} \right)$



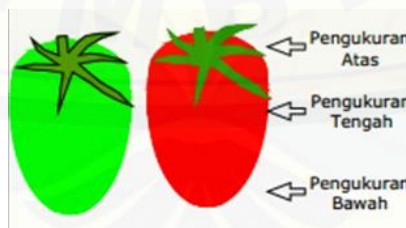


**Gambar 3.5** Sistem notasi warna hunter (Ragain, 2016)

b. Kelunakan buah tomat

Pengukuran tingkat kelunakan tekstur buah tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) dilakukan menggunakan alat penetrometer seperti yang sudah dilakukan oleh Sholeha (2015). Pengukuran kelunakan didasarkan pada kedalaman jarum Tensile Strength yang masuk ke dalam daging buah. Bagian buah tomat yang digunakan sebagai tempat pengukuran kelunakan adalah bagian pangkal, tengah dan ujung buah (Gambar 3.6). Nilai kelunakan diukur sebagai jarak penembus jarum penetrometer dengan beban 150 gram dalam waktu 5 detik. Semakin besar jarak penembusan maka kelunakan buah tomat semakin bertambah. Besarnya tingkat kelunakan buah dinyatakan dengan mm/g/detik. Untuk menentukan nilai penetrasi bahan menggunakan penetrometer digunakan persamaan :

$$\text{Penetrasi} = \frac{(\text{Rata - rata hasil pengukuran} \times (\frac{1}{10}))}{\text{Bobot beban} \times \text{waktu pengujian}}$$



**Gambar 3.6** Bagian buah tomat yang digunakan sebagai tempat pengukuran kelunakan



c. Susut bobot buah

Susut bobot dihitung sebagai persentase dan dihitung berdasarkan perbedaan antara bobot awal dengan bobot setelah penyimpanan. Satuan susut bobot dinyatakan dalam persen (%). Susut bobot dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:  $\text{Susut bobot (\%)} = [(\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}) / \text{Bobot awal}] \times 100$ .

**2. Kualitas kimia buah tomat**

a. Padatan terlarut total

Kandungan padatan terlarut total (PTT) diukur dengan menggunakan handrefractometer. Tomat dihaluskan terlebih dahulu, disaring kemudian cairannya diteteskan pada prisma refractometer. Skala padatan terlarut total dibaca dalam satuan Brix.

b. Total Asam Titrasi

Kandungan total asam titrasi (TAT) diukur dengan metode titrasi. Cara pengukurannya adalah tomat diblender hingga hancur. Sebanyak 25 g hancuran tomat disaring dengan kain bersih dan filtratnya dimasukkan ke dalam gelas piala 100 ml dan diberi aquades secukupnya. Filtrat yang telah diencerkan disaring kembali menggunakan kertas saring dan filtratnya dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml kemudian diberi air aquades sampai tanda tera. Sebanyak 25 ml filtrat diambil dengan menggunakan pipet kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml, diberi indikator phenolphthalein sebanyak dua tetes. Setelah itu filtrat dititrasi dengan larutan NaOH 0.1 N sampai terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Kandungan TAT dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Total Asam titrasi} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{fp} \times \text{BE} \times 100}{\text{Bobot Contoh}}$$

Keterangan: fp : faktor pengencer (100/25)

BE : bobot ekivalen asam sitrat (64)

c. Kandungan kalsium

Kandungan kalsium diukur dengan metode titrasi Na<sub>2</sub>EDTA merujuk pada SNI 06-6889.12-2004. 5 gram tomat segar digerus dan disaring sarinya kemudian diencerkan dengan aquades sampai volume 50 ml. Sebelum dititrasi ditambahkan 50 mg indikator mureksid dan titrasi dilakukan dengan larutan baku Na<sub>2</sub>EDTA 0,01M sampai terjadi perubahan warna merah muda menjadi ungu. Volume larutan baku Na<sub>2</sub>EDTA yang digunakan dicatat. Kandungan kalsium dinyatakan dalam mg/100 g dan dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Kalsium} = \frac{1000}{VC.u} \times V_{EDTA(b)} \times M_{EDTA} \times 40$$

VC.u = volume larutan contoh uji (ml)

V<sub>EDTA (b)</sub> = Volume rata-rata larutan baku Na<sub>2</sub>EDTA untuk titrasi kalsium (mL)

M<sub>EDTA</sub> = molaritas larutan baku Na<sub>2</sub>EDTA untuk titrasi (mmol/mL)

d. Vitamin C

Kandungan vitamin C diukur menggunakan metode spektrofotometri (Damayanti, 2017). Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer VIS dengan panjang gelombang 271 nm dan dinyatakan dengan mg/100 g tomat.

e. Kandungan likopen

Kandungan likopen buah tomat dilakukan dengan metode yang dilakukan oleh Andayani (2008). Tomat segar sebanyak 5 gram dihaluskan kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditutup dengan kertas aluminium foil pada bagian luar agar terlindungi dari cahaya. Tomat yang telah dihancurkan ditambahkan 50 ml campuran larutan heksana, aseton, dan etanol dengan perbandingan 2 : 1 : 1 v/v. Campuran larutan tersebut dikocok selama 30 menit dengan magnetik stirer, kemudian dipindahkan ke corong pemisah untuk kemudian ditambahkan 10 ml aquades dan setelah itu dikocok lagi selama 15 menit. Setelah distirer, terbentuk 2 lapisan, yaitu lapisan polar dan lapisan non polar. Lapisan atas (non polar) diambil dan dimasukkan dalam labu ukur 100 ml

dan ditambahkan pelarut organik sampai tanda batas. Kadar likopen total ditentukan dari lapisan non polar (bagian atas), yang selanjutnya diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 472 nm.

$$C = \frac{A}{E_{1\%}^{1\text{cm}}} \times b$$

C = Konsentrasi likopen

A = Absorban

B = tebal kuvet (cm)

E = 3450

f. Kadar gula reduksi

Kadar gula reduksi diukur dengan metode Somogy – Nelson. Supernatan sebanyak 500 µl ditambah 500 µl reagen DNS, kemudian dipanaskan 100°C selama 10 menit. Setelah dingin absorbansi diukur pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 540 nm

g. Kandungan protein terlarut

Kandungan protein terlarut diukur dengan metode Bradford. Larutan sampel protein dipipet sebanyak 100 µl dalam eppendorf tube dengan menambahkan sebanyak 1 ml reagent Bradford dan dihomogenkan dengan vortex. Setelah homogen masukkan ke dalam kuvet dan ukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 595 nm.

### 3. Laju Perubahan Mutu Buah Selama Penyimpanan

Buah tomat dalam penyimpanan akan mengalami beberapa perubahan baik perubahan fisik seperti kelunakan dan susut bobot. Data hasil analisa kelunakan dan susut bobot terhadap waktu diplotkan dan dihitung persamaan regresi liniernya dengan menggunakan persamaan:

$$Y = a + bx.$$

Y = nilai karakteristik fisikokimia buah tomat

a = nilai karakteristik fisikokimia buah tomat pada awal penyimpanan

b = konstanta perubahan mutu buah selama penyimpanan (nilai b sama dengan nilai k)

Dari masing – masing persamaan tersebut diperoleh nilai *slope* (b) yang merupakan konstanta laju reaksi perubahan karakteristik produk (k) (Arif, 2016).



## BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Tidak terdapat interaksi antara konsentrasi dan waktu aplikasi  $\text{CaCl}_2$  terhadap kualitas fisikokimia buah tomat.
2. Konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  1,2 M secara umum dapat meningkatkan kandungan kalsium, menghambat peningkatan susut bobot, kelunakan buah, kandungan gula reduksi, padatan terlarut total, dan menghambat degradasi total asam tertitiasi dan vitamin C, serta mempertahankan kecerahan buah (nilai warna  $L^*$ ).
3. Waktu aplikasi  $\text{CaCl}_2$  pada pra-panen dan pasca-panen memberikan pengaruh berbeda tidak nyata pada semua variabel pengamatan.

### 5.2 Saran

Penggunaan kalsium klorida pada pra-panen meningkatkan potensi daun tomat dan kelopak buah seperti terbakar, sehingga penggunaannya kurang efektif dibandingkan jika diaplikasikan pada pasca-panen. Oleh karena itu, diperlukan sumber kalsium lain yang aman dan efektif jika diaplikasikan pada saat pra-panen.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ameriana, M. 1997. Produksi dan Konsumsi Tomat. Dalam: Duriat, A.S., W.W. Hadisoeganda, A.H. Permadi, R.M. Sinaga, Y. Hilman & R.S. Basuki (eds.). Teknologi Produksi Tomat. Balai Penelitian Sayur, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Lembang
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. Washington: Association of Official Analytical Chemist.
- Andayani, R., Yovita, dan Maimunah. 2008. Penentuan Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenolat Total dan Likopen pada Buah Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Sains dan Teknologi farmasi*, 13(1).
- Almajid, H. 2013. Respon Tanaman Tomat terhadap Pemangkasan Cabang dan Frekuensi Pemberian Pupuk Organik Cair. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi.
- Ambarwati, E., G.A.P. Maya, S. Trisnowati, dan R.H. Murti. 2011. Mutu Buah Tomat Dua Galur Harapan Keturunan 'GM3' dengan 'Gondol Putih'. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Hal. 273-279.
- Artez, F., M.A. Conesa, S. Hernandez, and M.I. Gil. 1999. Postharvest Biology and Technology: Keeping Quality of Fresh-Cut Tomato. 17: 153-162.
- Arthey, D and Ashurst, P.R. 1996. Fruit Processing. Chapman & Hall. London
- Arthur, E., I. Oduro, and P. Kumah. 2015. Postharvest Quality Response of Tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) Fruits to Different Concentrations of Calcium Chloride at Different Dip Times. *American Journal of Food And Nutrition*, 5(1): 1-8.
- Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. 2016. Produktivitas Tomat Menurut Propinsi 2011 - 2015.
- Bremer, R., P. Picauly, dan F.J. Polnaya. 2015. Pengaruh Pemberian Kalsium Klorida dan Penghampaan Udara terhadap Mutu Buah Tomat. *Agritekno*, 4(2): 56-61.
- Bhattarai, D.R. and D.M. Gautam. 2006. Effect of Harvesting Method and Calcium on Postharvest Physiology of Tomato. *Nepal Agricultural Resource Journal*, 7: 23-26.
- Code of Federal Regulation. 1991. United States Standart for Grades of Fresh Tomatoes. USDA agricultural Marketing Service. Washington DC.

- Conn, S. J., M. Gilliam, A. Athman, A.W. Schreiber, U. Baumann, and L. Moller. 2011. Cell-Specific Vacuolar Calcium Storage Mediated by CAX1 Regulates Apoplastic Calcium Concentration, Gas Exchange, and Plant Productivity in *Arabidopsis*. *Plant Cell*,23: 240-257.
- Cronje, R.B., Sivakumar, D., Mostert, P.G., and Korsten, L. (2009). Effect of different preharvest treatment regimes on fruit quality of litchi cultivar "Maritius". *Journal of Plant Nutrition*, 32, 19–29.
- Damayanti dan Kurniawati. 2017. Perbandingan Metode Penentuan Vitamin C pada Minuman Kemasan Menggunakan Metode Spektrofotometer UV-Vis dan Iodimetri. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya 2017 Jurusan Kimia FMIPA UM.
- Davidson, M. W. (2006). Plant cell wall. Available from <http://micro.magnet.fsu.edu>. Diakses pada 13 Januari 2019
- Dong, C.X., Zhou, J.M., Fan, X.H., Wang, H.Y., Duan, Z.Q., and Tang, C. (2004). Application methods of calcium supplements affect nutrient levels and calcium forms in mature tomato fruits. *Journal of Plant Nutrition*,27,1443–1455.
- Davies, J. 2000. Tomatoes and Health. *Journal of Social Health*. 120(2) : 81-82.
- Dumas, Y., M. Dadomo, G. Di Lucca, and P. Grolier. 2003. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *J. Sci. Food Agr*. 83:369– 382.
- Esrita, B. Ichwan, dan Irianto. 2011. Pertumbuhan dan Hasil Tomat pada berbagai Bahan Organik dan Dosis Trichoderma. *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*, 13(2): 37-42.
- Fahmy, Khandra, Andasuryani, dan Esvendiarmi, 2017. Rancangan Alat Grading Buah Tomat (*Solanum lycopersicum*L) Menggunakan Sensor Warna TCS230. Prosiding Seminar Nasional FKPT-TPI 2017. Kendari, Sulawesi Tenggara, 20-21 September 2017.
- Faiqoh. 2014. Pengaruh CaCl<sub>2</sub> (Kalsium Klorida) terhadap Kualitas dan Kuantitas Buah Naga Super Merah (*Hylocereus costaricensis*). Fakultas SAINS dan Teknologi UIN Malang.
- Ferguson, I.B. 1984. Calcium in Plant Senescence and Fruit Ripening. *Plant Cell Environ* 7: 477-489.
- Fitriani, E. 2012. *Untung Berlipat Budidaya Tomat di Berbagai Media Tanam*. Pustaka Baru Press, Yogyakarta.

- Glenn, G.M., B.W. Poovaiah, H.P. Rasmussen, 1985. Pathways of Calcium Penetration through Isolated Curicles of 'Golden Delicious' Apple Fruit. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 110: 166-171.
- Harker, F, R., I.B. Ferguson, and F.I. Dromgoole. 1988. Calcium Ion Transport through Tissue Discs of the Eortical Flesh of Apple Fruit. *Physiol. Plant*, 74: 688-694.
- Hocking, B., S.D. Tyerman, R.A. Burton, and M. Gilliam. 2016. Fruit Calcium: Transportand Physiology. *Front. Plant Sci*, 7:569.
- Holden, J.M., A.L. Elridge, G.R. Beecher, I.M. Buzzard, S.A. Bhagwat, C.S. Davis, L.W. Douglass, S.E. Gebhardt, D.B. Haytowitz, and S. Schakel. 1999. Carotenoid Content of US Foods: an up date of Database. *J. Food Comp. Anal.*, 12: 169-196.
- Kailaku I.S., T.K. Dewandari, dan Sunarmani. 2013. *Potensi Likopen dalam Tomat untuk Kesehatan*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen.
- Khaliq, G., T.M.M. Mahmud, A. Ali, P. Ding, and H.M. Ghaali. 2015. Effect of Gum Arabic Coating Combined with Calcium Chloride on Phsycochemical and Qualitative Properties of Mango (*Mangivera indica* L.) Fruit during Low Temperature Storage. *Scientia Horticulturae*, 190: 187-194.
- Kramer, G.F., C.Y. Wang dan W.S. Conway, 1989, Correlation of Reduced Softening and Increased Polyamin Levels, *J. Amer.Soc.Hoc.Sci.*
- Lathifa, H. 2013. Pengaruh Jenis Pati sebagai Bahan Dasar Edible Coating dan Suhu Penyimpanan terhadap Kualitas Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Lester, G.E and M.A. Grusak. 1999. Postharvest Application of Calcium and Magnesium to Honeydew and Netted Muskmelons: Effects on Tissue Ion Concentrations, Quality and Senescence. *Journal of The American Society for Horticultural Science*, 124: 545-552.
- Lester, G.E. and M.A. Grusak. 2004. Field Application of Chelated Calcium: Postharvest Effects on Cantaloupe and Honeydew Fruit Quality. *Hort. Technology*, 14: 29-38.
- Lipmann, Z.B., O. Cohen, J.P. Alvarez, M. Abu-abied, I. Pekker, I. Paran, Y. Eshed, and D. Zamir. 2008. The Making of a Compound Inflorescence in Tomato and Related Nightshades. *PLoS Biology*, 6(11): 288.

- Lohani, S., P.K Trivedi, and P. Nath. 2004. Changes in Activities of Cell Wall Hydrolases during Ethylene-Induced Ripening in Banana: Effect of 1-MCP ABA and IAA. *Postharvest Biol. Technol.*, 31: 119-126.
- Lurie S. 2009. Stress physiology and latent damage. In W.J. Florkowski, R.L.Shewfelt, B. Brueckner, S.E. Prussia (Eds.), *Postharvest Handling: A Systems Approach*, pp. 443–459 Academic Press
- MacDougall, D.B. 2002. *Colour in Food: improving Quality*. Boca Raton: Woodhead Publishing.
- Madani, B., T.M.M Mahmud, Y. Awang, J. Kadir, and V.D. Patil. 2013. Effects of Calcium Treatment Applied Around the Root Zone on Nutrient Concentration and Morphological Traits of Papaya Seedlings (*Carica papaya* L. cv. Eksotika II). *Austral. J. Crop Sci.*, 5: 568-572.
- Manganaris, G.A., M. Vasilakakis, L. Mignani, G. Diamantidis, and K. Tzavella-Klonari. 2005. The Effect of Preharvest Calcium Sprays on Quality Attributes Physicochemical Aspects of Cell Wall Components and Susceptibility to Brown Rot of Peach Fruit. *Sci. Hortic.*, 107: 43-50.
- Maulida, D. dan N. Zulkarnaen. 2010. Ekstraksi Antioksidan (Likopen) dari Buah Tomat dengan Menggunakan Solven Campuran, n-Heksana, Aseton, dan Etanol. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Muhtadi, D., N.S. Palupi dan M. Astawan. 1993. *Metabolisme Zat Gizi*. Jilid II. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Normasari, F. dan B.S. Purwoko. 2002. Pengaruh Pemberian  $\text{CaCl}_2$  Prapanen terhadap Perubahan Kualitas Tomat Segar Selama Penyimpanan. *Buletin Argon*. IPB, Bogor.
- Novita, M., Satriana., Martunis., Rohaya, S., Hasmarita, E. 2012. Pengaruh pelapisan kitosan terhadap sifat fisik dan kimia tomat segar (*Lycopersicum pyriforme*) pada berbagai tingkat kematangan. *Jurnal teknologi dan pertanian indonesia*, 4 (3), 1-8.
- Opiyo, M. A. and T. Ying. 2005. The Effect of 1-Methylcyclopropene Treatment on the Shelf Life and Quality of Cherry Tomato Fruit. *International Journal of Food Science and Technology*, 40:665-673.
- Pantastico, E.R.B. 1993. Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buahbuahan dan Sayuran Tripika dan Sub Tropika. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Pinheiro, S.C.F., & Almeida, D.P.F. (2008). Modulation of tomato pericarp firmness through pH and calcium: Implications for the texture of fresh-cut



fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 47(1), 119–125, <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.06.002>.

Pitojo, S. 2015. *Benih Tomat*. Kanisius, Yogyakarta.

Ragain, C.J. 2016. A Review of Color Science in Dentistry: Colorimetry and Color Space. *Journal of Dentistry, Oral Disorders & Therapy*. Symbiosis.

Rahmawati, I.S., E.D. Hastuti, dan S. Darmanti. 2011. Pengaruh Perlakuan Konsentrasi Kalsium Klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) dan Lama Penyimpanan terhadap Kadar Asam Askorbat Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 19(1): 62-70.

Ramadani, M., R. Linda, dan Mukarlina. 2013. Penggunaan Larutan Kalsium Klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) dalam Menunda Pematangan Buah Pepaya (*Carica papaya* L.). *Jurnal ProtoBiont. Pontianak*, 2 (3): 161-166.

Rancic, D., S.P. Quarrie, and I. Pecinar. 2010. Anatomy of Tomato Fruit and Fruit Pedicel During Fruit Development. *Jurnal of Microscopy: Science, Technology, Applications and Education*. Formatex.

Resh, H. 2004. *Hydroponic Food Production*. Sixth Edition. New Jersey: Newconcept. p. 53.

Redgwell, R.J., E. Macrae, I. Hallett, M. Fischer, J. Perry, and R. Harker. 1997. In Vivo and in Vitro Swelling of Cell Walls During Fruit Ripening. *Planta*, 203: 162-173.

Roy, S., W.S Conway, A.E. Watada, C.E Sams, E.F. Erbe, and W.P. Wergin. 1999. Changes in the Ultrastructure of the Epicuticle Wax and Postharvest Calcium Uptake in Apple. *HortScience*, 34:121-124.

Salunkhe, D.K, S.K. Pao, and G.G. Dull. 1974. Assesment of Nutritive Value, Quality and Stability of Cruciferous Vegetables During Storage and Subsequent to Processing in Storage, Processing and Nutritional quality of Fruit and Vegetables. CRC Press, Cleveland, Ohio.

Sams, C.E. 1999. Preharvest Factor Affecting Postharvest Texture. *Postharvest Biol and Technol.*, 15:249-254.

Saure, M.C. 2005. Calcium Translocation to Fleshy Fruit: its Mechanism and Endogenous Control. *Sci. Hortic.*, 105: 65-89.

Schirra M., P. Inglese, and T. Mantia. 1999. Quality of Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.) Fruit in Relation to Ripening Time,  $\text{CaCl}_2$  Preharvest Sprays and Storage Conditions. *Scientia Horticulture*, 8:425-436.



- Serrano, M., D. Martínez-Romero, S. Castillo, F. Guillen, and D. Valero. 2004. Effect of Preharvest Sprays Containing Calcium, Magnesium and Titanium on the Quality of Peaches and Nectarines at Harvest and During Postharvest Storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84: 1270-1276.
- Setijorini L.E. and S. Sulistiana. 2001. Studi Pemberian Kalsium Klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) pada Proses Pemasakan Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Setelah Panen. Universitas Terbuka, Jakarta.
- Senevirathna, P.A.W.A.N.K. and W.A.M. Daundasekera. 2010. Effect of Postharvest Calcium Chloride Vacuum Infiltration on Shelf Life and Quality of Tomato (cv. Thilina). *Cey. Journal of Biological Science*, 39 (1):35-44.
- Sholeha, F. 2015. Kajian Sifat Fisik dan Kimia Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Menggunakan Pengolahan Citra (*Image Processing*), Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Turmanidze, T., Gulua, L., Jgenti, M. and Wicker, L. (2016). Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of blackberry, raspberry and strawberry fruits after cold storage. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 4(12): 1127-1133.
- Ullah, J. 2009. Storage of fresh tomatoes to determine the level of calcium chloride coating and optimum temperature for extending shelf life. A post Doctorate Fellowship Report submitted to Professor Athapol Athapol Noomhorn.
- Valero, D and M. Serrano. 2010. Postharvest Biology and Technology for Preserving Fruit Quality. CRC Press. Taylor & Francis Group. Boca Raton London New York
- Vicente AR, Manganaris GA, Sozzi GO, Crisosto CH. 2009. Nutritional quality of fruits and vegetables. In W.J. Florkowski, R.L. Shewfelt, B. Brueckner, S.E. Prussia (Eds.), *Postharvest Handling: A Systems Approach* (pp. 57 – 106). Academic Press, USA
- Wills, R.B.H., S.I. Tirmazi, and K.J. Scott. 1981. Effect of Postharvest Application of Calcium on Ripening Rates of Pears and Bananas. *Journal of Horticulture Science*, 57: 431-435.
- Wojciech, J.F., R. L. Shewfelt, and B. Brueckner. 2014. *Postharvest Handling : A System Approach*. Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Yunisuryani. 2016. Laju Respirasi Pada Buah. <https://yunisuryani2013.wordpress.com/2015/07/22/laju-respirasi-pada-buah/>. Diakses pada 10 Juni 2017.

Zukarnain. 2010. Dasar – dasar Hortikultura. Bumi Aksara. Jakarta. 336 Halaman



**Lampiran 1. Hasil Analisis Ragam Seluruh Variabel Percobaan**

**1. Kelunakan Buah Tomat**

SK	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	9	9,3337					
Waktu	1	0,1503	0,150	0,64728	<sup>tn</sup>	4,35	6,1
Konsentrasi	4	8,9093	2,227	9,59322	**	2,67	4,43
W X K	4	0,2741	0,069	0,2951	<sup>tn</sup>	2,67	4,43
Galat	20	4,6	0,232				
Total	29	14,0					

**2. Susut Bobot**

SK	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	9	18,39	2,04	52,75			
Waktu	1	0,02	0,02	0,40	<sup>tn</sup>	4,35	6,10
Konsentrasi	4	18,33	4,58	118,28	**	2,67	4,43
W X K	4	0,05	0,01	0,30	<sup>tn</sup>	2,67	4,43
Galat	20	0,77	0,04				
Total	29	19,17					

**3. Warna – Nilai a\***

SK	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel		
					5%	1%	
Perlakuan	9	0,41					
Waktu	1	0,05	0,05	0,08	<sup>tn</sup>	4,35	6,10
Konsentrasi	4	0,27	0,07	0,11	<sup>tn</sup>	2,67	4,43
W X K	4	0,09	0,02	0,03	<sup>tn</sup>	2,67	4,43
Galat	20	12,90	0,65				
Total	29	13,31					

**4. Warna – Nilai b\***

SK	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	9	20,93				
Waktu	1	3,90	3,90	1,46 <sup>tn</sup>	4,35	6,10
Konsentrasi	4	5,99	1,50	0,56 <sup>tn</sup>	2,67	4,43
W X K	4	11,04	2,76	1,03 <sup>tn</sup>	2,67	4,43
Galat	20	53,52	2,68			
Total	29	74,45				

**5. Warna – Nilai L\***

SK	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	9	41,73	4,64	2,64		
Waktu	1	2,45	2,45	1,40 <sup>tn</sup>	4,35	6,10
Konsentrasi	4	34,08	8,52	4,85 <sup>**</sup>	2,67	4,43
W X K	4	5,20	1,30	0,74 <sup>tn</sup>	2,67	4,43
Galat	20	35,14	1,76			
Total	29	76,87				

**6. Warna – Nilai Hue**

SK	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	9	0,01				
Waktu	1	0,00	0,00	1,00 <sup>tn</sup>	4,35	6,10
Konsentrasi	4	0,00	0,00	0,46 <sup>tn</sup>	2,67	4,43
W X K	4	0,00	0,00	0,93 <sup>tn</sup>	2,67	4,43
Galat	20	0,02	0,00			
Total	29	0,03				

### 7. Kalsium

SK	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	9	32,61				
Waktu	1	0,0003	0,0003	0,30 <sup>tn</sup>	4,35	6,10
Konsentrasi	4	32,6021	8,1505	7589,84 <sup>**</sup>	2,67	4,43
W X K	4	0,0041	0,0010	0,95 <sup>tn</sup>	2,67	4,43
Galat	20	0,0215	0,0011			
Total	29	32,6280				

### 8. Padatan Terlarut Total

SK	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	9	4,61				
Waktu	1	0,02	0,02	1,81 <sup>tn</sup>	4,35	6,10
Konsentrasi	4	4,59	1,15	127,37 <sup>**</sup>	2,67	4,43
W X K	4	0,01	0,00	0,33 <sup>tn</sup>	2,67	4,43
Galat	20	0,18	0,01			
Total	29	4,79				

### 9. Total Asam Tertitiasi

SK	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	9	0,298				
Waktu	1	0,000	0,000	0,07 <sup>tn</sup>	4,35	6,10
Konsentrasi	4	0,298	0,075	50,41 <sup>**</sup>	2,67	4,43
W X K	4	0,000	0,000	0,01 <sup>tn</sup>	2,67	4,43
Galat	20	0,030	0,001			
Total	29	0,328				



### 10. Vitamin C

SK	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	9	11,61				
Waktu	1	0,04	0,04	6,02 <sup>tn</sup>	4,35	6,10
Konsentrasi	4	11,56	2,89	491,53 <sup>**</sup>	2,67	4,43
W X K	4	0,01	0,00	0,59 <sup>tn</sup>	2,67	4,43
Galat	20	0,12	0,01			
Total	29	11,72				

### 11. Gula Reduksi

SK	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	9	23,72	2,64	11,57		
Waktu	1	0,04	0,04	0,18 <sup>tn</sup>	4,35	6,10
Konsentrasi	4	23,51	5,88	25,80 <sup>*</sup>	2,67	4,43
W X K	4	0,17	0,04	0,18 <sup>tn</sup>	2,67	4,43
Galat	20	4,56	0,23			
Total	29	28,28				

### 12. Likopen

SK	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	9	0,07				
Waktu	1	0,01	0,01	2,27 <sup>tn</sup>	4,35	6,10
Konsentrasi	4	0,05	0,01	2,55 <sup>tn</sup>	2,67	4,43
W X K	4	0,01	0,00	0,33 <sup>tn</sup>	2,67	4,43
Galat	20	0,10	0,01			
Total	29	0,17				

**13. Protein Terlarut**

SK	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	9	0,0045				
Waktu	1	0,0003	0,0003	0,57 <sup>tn</sup>	4,35	6,10
Konsentrasi	4	0,0039	0,0010	2,44 <sup>tn</sup>	2,67	4,43
W X K	4	0,0003	0,0001	0,23 <sup>tn</sup>	2,67	4,43
Galat	20	0,0016	0,0001			
Total	29	0,0061				



**Lampiran 2. Dokumentasi pelaksanaan penelitian**

a. Green house tempat penelitian



b. Benih tomat varietas servo



c. Pindah tanam bibit umur 20 HSS



d. Anthesis bunga tomat



e. Buah tomat 17 HSA



f. Buah tomat terserang busuk





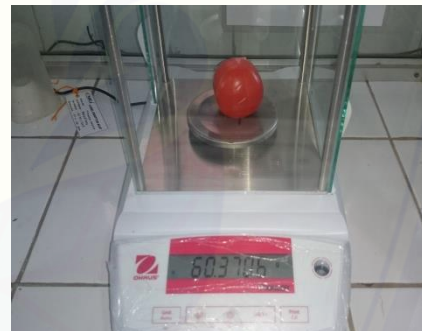
g. Pertanaman tomat dalam green house



h. Menjelang Panen



i. Penimbangan susut bobot



j. Pengukuran kelunakan



k. Pengukuran warna



1. Uji Likopen

