

PENGARUH KONSENTRASI DAN WAKTU APLIKASI CaCl_2 TERHADAP FISIKOKIMIA BUAH TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

THE EFFECT OF CONCENTRATION AND APPLICATION TIME OF CaCl_2 ON PHYSICO-CHEMICAL OF TOMATO FRUITS (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

Lina Asri Wulandari^a, Tri Agus Siswoyo^a, Kacung Hariyono^a

^aProdi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember 68121.
asri_lina@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tomat tergolong buah klimaterik yang memiliki periode pematangan cepat diikuti oleh peningkatan kelunakan buah. Penghambatan pelunakan buah diperlukan untuk mempertahankan kualitas dan umur simpan buah. Pelunakan buah dapat dihambat melalui aplikasi kalsium. Kalsium dapat mempertahankan struktur dinding sel dan mencegah aksi enzim pendegradasi dinding sel. Aplikasi kalsium sebelum dan sesudah panen telah banyak dipelajari untuk mempertahankan kualitas dan meningkatkan umur simpan, namun konsentrasi dan waktu aplikasi kalsium terbaik untuk buah tomat masih belum diketahui. Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui kombinasi konsentrasi dan waktu aplikasi kalsium klorida (CaCl_2) terbaik terhadap fisikokimia buah tomat selama penyimpanan. Percobaan ini disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial 2 faktor dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi CaCl_2 yang terdiri atas 5 taraf (0 M; 0,3 M; 0,6 M; 0,9 M; 1,2 M), sedangkan faktor kedua adalah waktu aplikasi CaCl_2 (pra- dan pasca-panen). Hasil percobaan menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara konsentrasi dan waktu aplikasi CaCl_2 terhadap fisikokimia buah tomat. Perlakuan CaCl_2 1,2 M dapat meningkatkan kandungan kalsium buah, menghambat peningkatan susut bobot dan kelunakan buah, meningkatkan kandungan total asam tertitrasi, serta menghambat degradasi vitamin C. Waktu aplikasi CaCl_2 pada pra-panen dan pasca-panen memberikan pengaruh berbeda tidak nyata pada semua variabel pengamatan.

Kata kunci: kelunakan buah, kualitas, susut bobot, umur simpan, vitamin C

ABSTRACT

Tomato was classified as a climacteric fruit with a fast ripening period and then followed by the increase of fruit softening. The inhibition of fruit 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. However, the best concentration and timing of calcium application for tomato was still limited. The aimed of research was to determine the best combination of concentration and time of application of calcium chloride (CaCl_2) to the physicochemical of tomato. Experiment was arranged in factorial completely randomized design (CRD) with two factors and three replications. First factor was concentration of CaCl_2 which consisted of 5 levels (0 M; 0.3 M; 0.6 M; 0.9 M; 1.2 M), while the second factor was application time of CaCl_2 (pre- and post-harvesting). The results showed that there was no interaction between concentration and application time of CaCl_2 to the physicochemical of tomatoes. Treatment of CaCl_2 1.2 M could increased fruit calcium content, inhibited weight loss and fruit softness, increased total titrated acid content, and inhibited the degradation of vitamin C. The application time of CaCl_2 in pre- and post-harvest was not significantly different in term of physicochemical properties.

Keywords: fruit softness, quality, weight loss, shelf life, vitamin C

PENDAHULUAN

Tomat tergolong buah klimaterik yaitu buah yang memiliki periode pematangan cepat. Peningkatan laju respirasi dan pematangan buah terjadi secara cepat dan diikuti dengan peningkatan produksi etilen yang mengakibatkan pelunakan, perubahan warna, dan rasa buah (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 melalui interaksi dengan pektin dalam dinding sel untuk membentuk kompleks kalsium pektat yang mendukung ikatan antara komponen dinding sel dan mencegah aksi enzim pendegradasi dinding sel. Pemberian kalsium pra panen pada buah persik dapat mengurangi aktivitas enzim pelunakan seperti poligalakturonase dan pektin metil esterase (Manganaris *et al.*, 2005).

Aplikasi kalsium pra- dan pasca-panen pada buah telah banyak dipelajari untuk mempertahankan kualitas buah selama penyimpanan. Kualitas buah tomat dapat dinilai berdasarkan sifat fisik dan sifat kimianya (Ameriana, 1997). Sifat fisik meliputi warna, kelunakan, bobot buah, ketebalan daging buah, tekstur, ada tidaknya kerusakan, bebas serangan hama dan penyakit. Sifat kimia meliputi kandungan vitamin C (asam askorbat), kadar gula reduksi, kadar asam, kadar air, dan komposisi nilai gizi.

Bentuk kalsium yang dapat diaplikasikan pada buah maupun sayuran adalah kalsium klorida (CaCl_2). Aplikasi 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 dapat mempermudah penyerapan kalsium pada buah. Aplikasi 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 CaCl_2 0,1 M pada 25 ± 2 hari setelah antesis (HSA) dapat memperlambat perubahan warna kulit buah tomat pada 9, 12 dan 21 HSA (Normasari, 2002).

Aplikasi CaCl_2 pasca-panen dapat dilakukan dengan cara perendaman dalam larutan CaCl_2 . Perendaman pada pasca panen dapat meningkatkan kandungan kalsium dalam buah

persik (Manganaris *et al.*, 2005). Buah tomat yang dipanen pada kondisi merah muda dan direndam dalam CaCl_2 6% dapat mempertahankan 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 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. Perendaman dalam larutan CaCl_2 6% pada buah tomat yang telah dipanen dapat mempertahankan kekerasan dan kandungan vitamin C, mengurangi kehilangan berat buah, dan kerusakan pada buah tomat setelah 12 hari penyimpanan (Arthur, 2015). Pada penelitian ini, aplikasi CaCl_2 dilakukan pada saat pra-panen dan pasca-panen. Aplikasi CaCl_2 tersebut diharapkan dapat mengatasi permasalahan masa simpan tomat yang singkat, sehingga kualitas buah tomat selama penyimpanan dapat dipertahankan bahkan jika produk tersebut dipasarkan ke tempat yang jauh. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh aplikasi CaCl_2 pada pra-panen dan pasca-panen terhadap sifat fisik dan kimia buah tomat selama penyimpanan.

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Percobaan ini dilaksanakan di dalam *green house* di Jl. Flamboyan No. 48 Dukuh Dempok, Wuluhan, Jember dengan ketinggian 10 m dpl pada bulan Juli 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.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini antara lain: pasir, kompos, tanah, bibit tanaman tomat varietas servo, CaCl_2 , pupuk organik, buffer analisis, pupuk mutiara, insektisida, fungisida, dan bahan pendukung lainnya.

Alat yang digunakan dalam percobaan ini antara lain: timbangan, digital, penetrometer, colour reader, blender, kjeldahl, spektrofotometer, refraktometer, dan peralatan pendukung proses analisa lainnya.

Metode Penelitian

Percobaan ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan

menggunakan dua faktor yaitu konsentrasi CaCl_2 dan waktu aplikasi CaCl_2 . Faktor pertama adalah konsentrasi CaCl_2 yang terdiri dari 5 taraf dan faktor kedua adalah waktu aplikasi CaCl_2 yang terdiri dari pra- dan pasca-panen. Berikut adalah taraf kedua faktor tersebut :

Konsentrasi CaCl_2

K0 = Pemberian CaCl_2 0 M

K1 = Pemberian CaCl_2 0,3 M

K2 = Pemberian CaCl_2 0,6 M

K3 = Pemberian CaCl_2 0,9 M

K5 = Pemberian CaCl_2 1,2 M

Waktu Aplikasi CaCl_2

W1 = Pemberian CaCl_2 pra-panen

W2 = Pemberian CaCl_2 pasca-panen

Pelaksanaan percobaan dilakukan dengan beberapa tahapan meliputi :

Penyemaian benih tomat varietas Servo diawali dengan 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.

Pemeliharaan penyemaian yang utama adalah penyiraman. Penyiraman dilakukan setiap hari pada sore hari dengan menggunakan gembor.

Persiapan media tanam dilaksanakan dengan menggunakan campuran tanah, arang sekam, dan kompos dengan perbandingan 2:1:1. Media tanam tersebut dimasukkan ke dalam polibag bervolume $62,86 \text{ dm}^3$.

Penanaman tomat di media tanam dilakukan ketika bibit berumur 15 sampai dengan 20 hari sejak semai atau memiliki 5 helai daun. Bibit dipindahkan dari media pembibitan dengan melepas plastik pembungkusnya. Bibit yang dipindahkan dengan kondisi yang seragam baik tinggi dan jumlah daun dari umur semaian yang sama.

Pemeliharaan tanaman tomat meliputi penyiraman, penyulaman, pewiwilan, penyiangan, pemberian ajir dan pengikatan pohon, pemupukan, dan pengendalian hama penyakit. Penyiraman dilakukan setiap 2 hari; penyulaman dilakukan maksimal seminggu setelah tanam; penyiangan dilakukan ketika ada gulma tumbuh di media tanam; pewiwilan dilakukan seminggu sekali; pemberian ajir pada saat tanam; pengikatan pohon disesuaikan dengan pertumbuhan tanaman (minimal seminggu sekali); pemupukan NPK (15-15-15) dengan dosis 2 g/tanaman dilakukan 6 kali yakni dimulai pada usia 7 HST dan berulang setiap 14 hari; pengendalian hama penyakit dilakukan secara kimiawi ketika ada serangan hama penyakit.

Aplikasi CaCl_2 pra-panen dilakukan dengan penyemprotan pada buah tomat usia 17

hari setelah anthesis (HSA). 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 *immaturity fruit* (buah muda). Pada usia 17 HSA, buah tomat sudah berukuran cukup besar, sehingga luas permukaan untuk menyerap CaCl_2 yang diaplikasikan lebih besar dibandingkan pada buah usia 7 HSA, sedangkan pada usia 27 HSA ukuran buah tomat tidak bertambah lagi dan sudah mendekati fase pematangan sehingga disinyalir peran CaCl_2 kurang efektif dalam meningkatkan kualitas fisikokimia buah tomat. Konsentrasi CaCl_2 yang disemprotkan sesuai dengan perlakuan dan setiap buah disemprot sebanyak 10 ml. Aplikasi dilakukan pada siang hari ketika hari cerah. Aplikasi penyemprotan ini dilakukan dengan memastikan seluruh permukaan buah tomat terbasahi oleh larutan CaCl_2 .

Pemanenan tomat varietas Servo dilakukan pada umur 65 hari setelah tanam. Kriteria buah tomat yang siap dipanen adalah buah berwarna hijau kekuning-kuningan, tepi daun tampak kering, dan batang menguning. Pemetikan dilakukan pada buah yang telah masak saja. Buah tomat tidak masak secara serentak, sehingga pemetikan buah dilakukan setiap 2-3 hari sekali.

Aplikasi CaCl_2 pasca-panen dilakukan langsung setelah buah dipanen pada kondisi *breaker* (tomat berwarna hijau kekuningan), dengan cara buah tomat direndam pada larutan CaCl_2 selama 20 menit, lalu dibiarkan kering angin.

Variabel Pengamatan

1. Kelunakan Buah Tomat

Pengukuran tingkat kelunakan tekstur buah dilakukan menggunakan alat penetrometer (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 pangkal, tengah, dan ujung buah. 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 :

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

2. Susut Bobot Buah Tomat

Susut bobot dihitung sebagai persentase berdasarkan perbedaan antara bobot awal dengan bobot setelah penyimpanan. Satuan susut bobot dinyatakan dalam persen (%). Susut

bobot dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Susut bobot (\%)} = [(\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}) / \text{Bobot awal}] \times 100.$$

3. Kandungan Kalsium

Kandungan kalsium diukur dengan metode titrasi Na₂EDTA. Sebanyak 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 Na₂EDTA 0,01 M sampai terjadi perubahan warna merah muda menjadi ungu. Volume larutan baku Na₂EDTA yang digunakan dicatat. Kandungan kalsium dinyatakan dalam mg/100 g dan dapat dihitung dengan rumus:

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

Keterangan :

VC.u = volume larutan contoh uji (ml); V_{EDTA (b)} = Volume rata-rata larutan baku Na₂EDTA untuk titrasi kalsium (mL); M_{EDTA} = molaritas larutan baku Na₂EDTA untuk titrasi (mmol/mL)

4. Kandungan Total Asam Tertitrasi

Kandungan total asam tertitrasi (TAT) diukur dengan metode titrasi. Sebanyak 25 g hancuran tomat yang telah diblender kemudian 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. Kemudian filtrat dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sampai terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Kandungan TAT dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

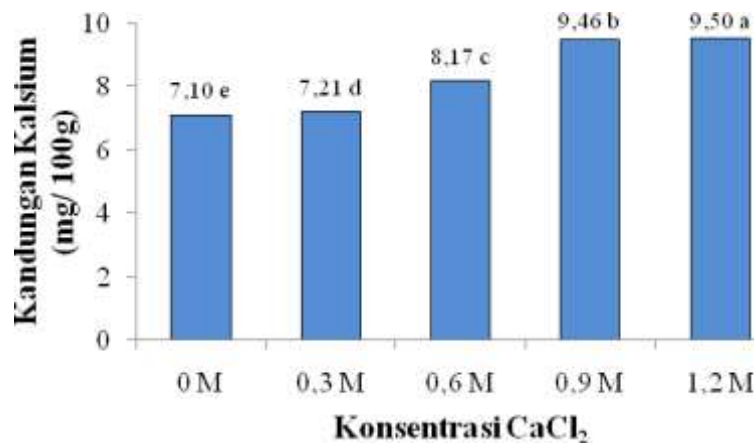
5. Kandungan Vitamin C

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalsium menjadi salah satu unsur hara esensial yang berkontribusi dalam meningkatkan kekerasan dinding sel, memperlambat pelunakan jaringan dinding sel, dan mengurangi kerja enzim pendegradasi dinding sel (Vicente *et al.*, 2009). Kalsium menembus ke dalam buah melalui kutikula yang diangkut dalam jaringan non vaskular pada korteks daging buah melalui difusi apoplas (Saure, 2005). Tidak terdapat pengaruh interaksi yang signifikan antara konsentrasi dan waktu aplikasi kalsium terhadap sifat fisikokimia buah tomat. Aplikasi kalsium secara eksogen baik penyemprotan pra-panen maupun perendaman pasca-panen juga memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap sifat fisikokimia buah tomat.

Gambar 1. Kandungan kalsium buah tomat pada berbagai konsentrasi CaCl_2



Penambahan kalsium secara eksogen dapat meningkatkan kandungan kalsium dalam buah secara signifikan. Kandungan kalsium pada buah tomat dapat dilihat pada gambar 1. Kandungan kalsium tertinggi terlihat pada perlakuan CaCl_2 1,2 M dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Konsentrasi kalsium yang disemprotkan berpengaruh langsung terhadap kandungan kalsium buah. Besarnya serapan kalsium melalui kulit buah sangat bergantung pada stomata, lentisel, maupun retakan pada buah (Harker and Ferguson, 1988). Aplikasi kalsium melalui penyemprotan pra-panen meningkatkan kandungan kalsium pada kulit buah persik (25-42%) dan daging buah persik (11-17%) (Manganaris, 2005).

Kalsium masuk ke dalam sel melalui kutikula dengan cara difusi apoplas, kemudian berikatan dengan pektin untuk membentuk kalsium pektat. Kalsium merupakan bagian penting dalam struktur dinding sel yang mempengaruhi integritas membran dan mempertahankan rigiditas sel. 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). Kalsium juga 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) serta menjadi unsur mineral penting yang mengatur kualitas buah khususnya kekerasan buah (Lurie *et al.*, 2009).

Kalsium berperan dalam *cross-linking pectin* pada dinding sel dan lamela tengah serta menghasilkan pembentukan kalsium pektat dari pengikatan kalsium menjadi kelompok karboksil bebas dari polimer galakturonase yang berperan dalam menstabilkan dan memperkuat dinding sel (Serrano *et al.*, 2004). Pelunakan buah berkaitan dengan perubahan komposisi dinding sel, khususnya dampak dari de-esterifikasi pektin (Redgwell *et al.*, 1997).

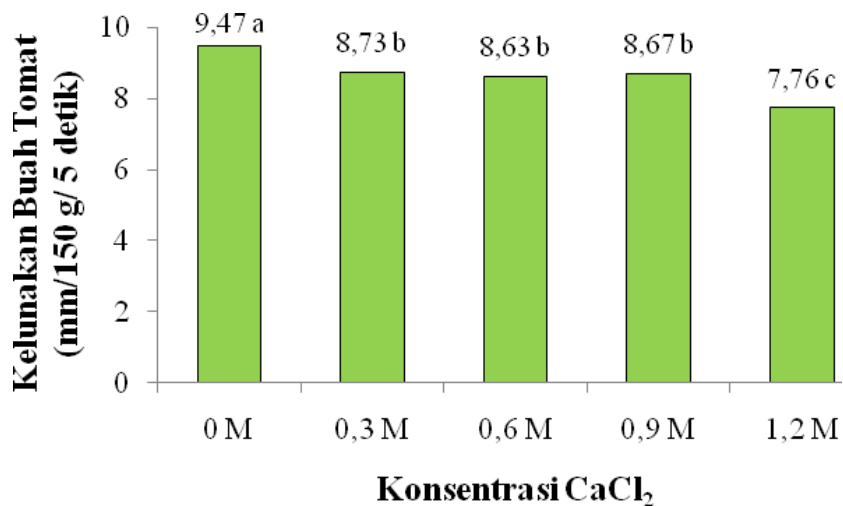
Kelunakan buah tomat merupakan indikator penting pada proses penyimpanan. Buah yang kencang dan keras lebih tahan terhadap kerusakan fisik selama penanganan dan transportasi. Kondisi buah yang demikian dapat memperpanjang masa simpan buah dan memberi manfaat secara ekonomi bagi petani maupun pedagang. Sebagian besar strategi pasca panen difokuskan pada penundaan pelunakan buah (Arthur *et al.*, 2015).

Kelunakan buah tomat dapat dilihat pada gambar 2. Kelunakan buah lebih rendah pada buah yang diaplikasikan CaCl_2 dibandingkan tanpa aplikasi CaCl_2 . Aplikasi CaCl_2 dapat mempertahankan kekerasan buah. Hal tersebut terkait fungsi kalsium yang dapat meningkatkan kekerasan dinding sel dan menekan aktivitas enzim pendegradasi dinding sel.

Pelunakan merupakan salah satu perubahan yang akan terjadi pada buah setelah dipanen. Kondisi ini terjadi karena adanya perombakan protopektin yang tidak larut menjadi pektin yang larut. Jumlah zat-zat pektat selama pematangan buah akan meningkat. Peningkatan kandungan pektat dan pektinat yang larut akan mengurangi ketegaran buah. Zat-zat yang ada pada dinding sel akan terdegradasi, sehingga dinding sel akan lunak. Buah menjadi lunak dan kadar bahan-bahan pektin meningkat selama pematangan (Zulkarnain, 2010). Peningkatan pelarutan pektin selama penyimpanan buah memengaruhi sifat fisik dinding sel yang berdampak pada integrasi struktur buah. Proses ini menjadi semakin cepat jika buah berada pada suhu tinggi.

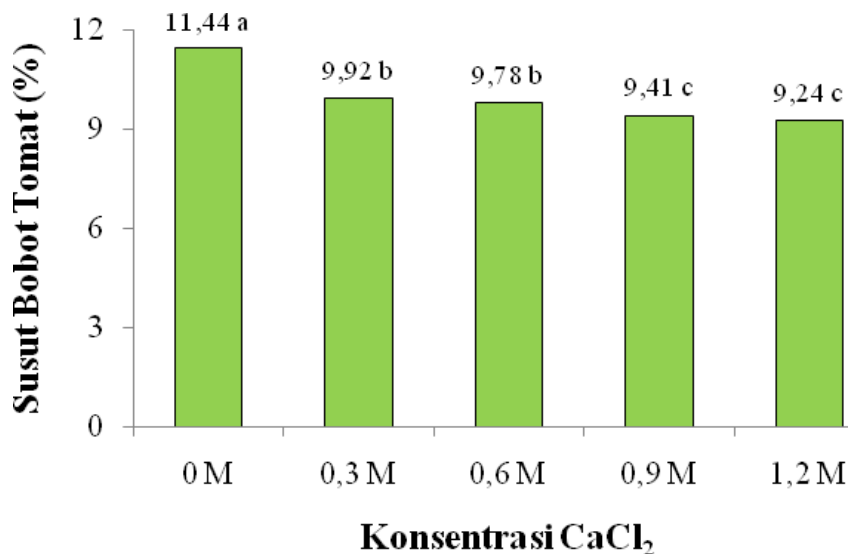
Proses pelunakan selama penyimpanan diikuti oleh penurunan bobot buah. Penurunan bobot buah tomat disebabkan oleh proses respirasi dan transpirasi melalui kulit buah (Turmanidze *et al.*, 2016) serta aktivitas bakteri. Susut bobot pada tomat kontrol (CaCl_2 0 M) selama penyimpanan menunjukkan paling tinggi dibandingkan tomat yang mendapat perlakuan CaCl_2 (gambar 3). Perlakuan CaCl_2 1,2 M menunjukkan penurunan bobot buah paling rendah selama penyimpanan, namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan CaCl_2 0,9 M. Penurunan bobot buah yang lebih rendah pada tomat yang mendapat perlakuan konsentrasi CaCl_2 lebih tinggi diduga karena meningkatnya daya tahan air oleh formasi hidrogel kalsium pektat yang dapat menunda proses kehilangan air (Lester *et al.*, 1999). Hasil penelitian Breemer dkk. (2015)

juga menunjukkan bahwa susut bobot buah tomat paling rendah yakni pada perlakuan CaCl_2



paling tinggi (12%).

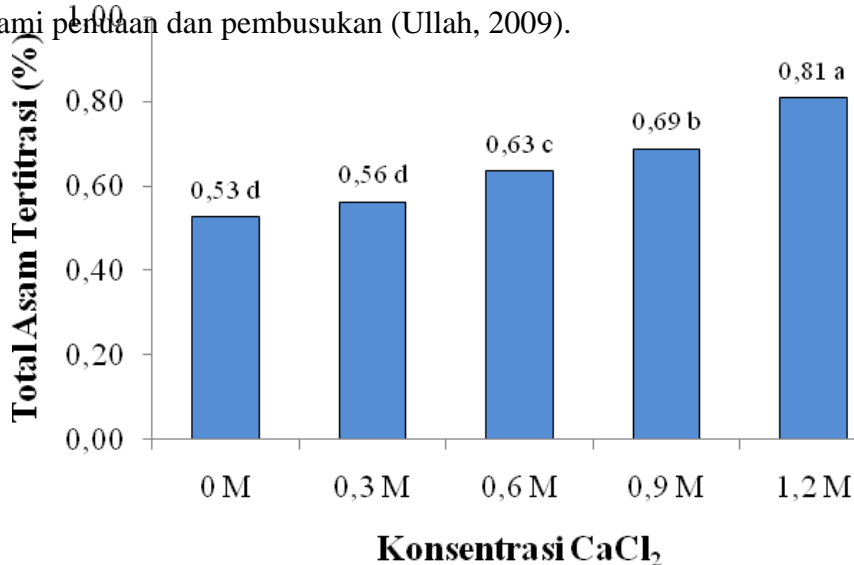
Gambar 2. Kelunakan buah tomat pada berbagai konsentrasi CaCl_2



Gambar 3. Susut bobot buah tomat pada berbagai konsentrasi CaCl_2

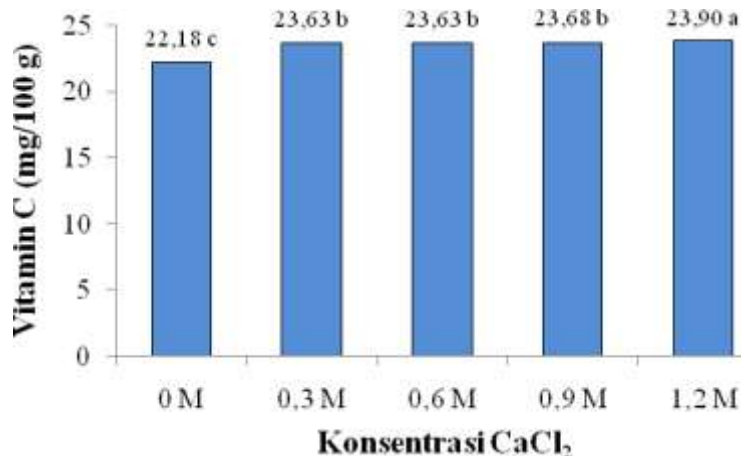
Aplikasi kalsium pada buah tomat juga mempengaruhi sifat kimia buah, seperti kandungan total asam terlarut (TAT) dan vitamin C. Kandungan TAT paling tinggi yakni pada buah tomat yang mendapatkan aplikasi CaCl_2 paling tinggi pula (gambar 4). Kandungan TAT meningkat seiring meningkatnya konsentrasi CaCl_2 yang diaplikasikan. Besarnya kandungan TAT pada buah yang diaplikasikan CaCl_2 dikarenakan terdapat penghambatan peran etilen dalam pematangan tomat, sehingga proses katabolisme selama pemasakan lebih rendah. Perlakuan CaCl_2 telah dilaporkan sebagai penghambat dari etilen dimana etilen memainkan peran aktif dalam proses pematangan dan pemasakan tomat, juga dikaitkan dengan konversi pati dan asam menjadi gula (Opiyo *et al.*, 2005).

Tomat merupakan sumber vitamin C dengan kisaran 15 hingga 23 mg/100g (Dumas *et al.*, 2003). Penurunan kadar vitamin C terjadi selama penyimpanan buah tomat. Proses fisiologis pada buah yaitu respirasi dan transpirasi menjadi penyebab utama degradasi dan deteriorasi nutrisi. Selain itu, buah yang dipanen masih melanjutkan proses kehidupan sementara, namun tidak ada lagi transfer makanan dari tanaman induk ke buah dan harus bergantung pada cadangan makanan yang disimpan untuk tetap segar. Seiring dengan lamanya penyimpanan, cadangan makanan akan habis termasuk vitamin C yang pada akhirnya buah mengalami penguatan dan pembusukan (Ullah, 2009).



Gambar 4. Kandungan total asam tertitrasi buah tomat pada berbagai konsentrasi CaCl₂

Kandungan vitamin C pada buah tomat kontrol (CaCl₂ 0 M) cenderung lebih rendah dibandingkan buah tomat yang diaplikasikan CaCl₂. Aplikasi CaCl₂ 1,2 M menunjukkan kandungan vitamin C paling tinggi dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Besarnya kandungan vitamin C sangat bergantung pada peran kalsium sebab kalsium dapat memperkecil laju degradasi vitamin C.



Gambar 5. Kandungan vitamin C buah tomat pada berbagai konsentrasi CaCl₂

Waktu aplikasi CaCl_2 pada saat pra-panen dan pasca-panen memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap semua variabel fisikokimia buah tomat (tabel 1). Hal tersebut diduga bahwa penyerapan kalsium oleh buah sama aktifnya baik pada saat pra-panen maupun pasca-panen. Penyemprotan CaCl_2 pada pra-panen maupun peredaman pada pasca-panen dapat meningkatkan kandungan kalsium buah. Kalsium dapat berikatan dengan petin membentuk gugus kalsium pektat, sehingga dapat membatasi aktivitas enzim pelunakan dan respirasi (Kramer *et al.*, 1989). Pembatasan pada kedua proses tersebut dapat menekan kelunakan buah dan susut bobot serta mempertahankan kandungan total asam tertitrasi dan vitamin C.

Tabel 1. Fisikokimia buah tomat pada aplikasi CaCl_2 pra-panen dan pasca-panen

Variabel pengamatan	Waktu Aplikasi	
	Pra-panen (W1)	Pasca-panen (W2)
Kelunakan Buah (mm/150g/5detik)	8,57 a	8,74 a
Susut Bobot (%)	9,93 a	9,98 a
Kalsium (mg/100g)	8,29 a	8,28 a
Total Asam Tertitrasi (%)	0,64 a	0,65 a
Vitamin C (mg/100g)	23,44 a	23,37 a

KESIMPULAN

Tidak terdapat pengaruh interaksi yang signifikan antara konsentrasi dan waktu aplikasi kalsium terhadap sifat fisikokimia buah tomat. CaCl_2 dapat diaplikasikan pada saat pra- dan pasca-panen. Aplikasi CaCl_2 1,2 M merupakan perlakuan terbaik untuk meningkatkan kandungan kalsium buah, menghambat kelunakan buah dan penurunan susut bobot, meningkatkan kandungan TAT, serta menghambat degradasi vitamin C.

DAFTAR PUSTAKA

- Ameriana M. 1997. Produksi dan Konsumsi Tomat. Di dalam: Duriat AS, Hadisoeganda WW, Permadi AH, Sinaga RM, Hilman Y, Basuki RS, editor. *Teknologi Produksi Tomat*. Lembang: Balai Penelitian Sayur, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura.
- Arthey D, Ashurst PR. 1996. *Fruit Processing*. London: Chapman and Hall.
- Arthur E, Oduro I, Kumah P. 2015. Postharvest quality response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) fruits to different concentrations of calcium chloride at different diptimes. *American Journal of Food And Nutrition*. 5(1): 1-8.
- Breemer R, Picauly P, Polnaya FJ. 2015. Pengaruh pemberian kalsium klorida dan penghampaan udara terhadap mutu buah tomat. *Agritekno*. 4: 56-61.
- Cronje RB, Sivakumar D, Mostert PG, Korsten L. 2009. Effect of different preharvest treatment regimes on fruit quality of litchi cultivar "Maritius". *Journal of Plant Nutrition*. 32: 19-29.
- Damayanti K. 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.

- Dong CX, Zhou JM, Fan XH, Wang HY, Duan ZQ, 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.
- Dumas Y, Dadomo M, Di Lucca G, Grolier P. 2003. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *J. Sci. Food Agr.* 83: 369–382.
- Harker FR, Ferguson IB, Dromgoole FI. 1988. Calcium ion transport through tissue discs of the cortical flesh of apple fruit. *Physiol. Plant.* 74: 688-694.
- Lester GE, Grusak MA. 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.
- Lohani S, Trivedi PK, Nath P. 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 Florkowski WJ, Shewfelt RL, Brueckner B, PrussiaSE (Eds.). *Postharvest Handling: A Systems Approach*. Academic Press.
- Manganaris GA, Vasilakakis M, Mignani L, Diamantidis G, Tzavella-Klonari K. 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.
- Normasari F, Purwoko BS. 2002. Pengaruh pemberian CaCl_2 prapanen terhadap perubahan kualitas tomat segar selama penyimpanan. *Buletin Argon*. Bogor: IPB.
- Opiyo MA, Ying T. 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.
- Redgwell RJ, Macrae E, Hallett I, Fischer M, Perry J, Harker R. 1997. In vivo and in vitro swelling of cell walls during fruit ripening. *Planta*. 203: 162-173.
- Roy S, Conway WS, Watada AE, Sams CE, Erbe EF, Wergin WP. 1999. Changes in the ultrastructure of the epicuticle wax and postharvest calcium uptake in apple. *Hort. Science*. 34:121-124.
- Saure, MC 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. *Sci. Hortic.*, 105: 65-89.
- Schirra M, Inglese P, Mantia T. 1999. Quality of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.) fruit in relation to ripening time, CaCl_2 preharvest sprays and storage conditions. *Scientia Horticulture*. 8:425-436.
- Serrano M, Martínez-Romero D, Castillo S, Guillen F, Valero D. 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 LE, Sulistiana S. 2001. Studi pemberian kalsium klorida (CaCl_2) pada proses pemasakan buah tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) setelah panen. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Sholeha F. 2015. Kajian sifat fisik dan kimia buah tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) menggunakan pengolahan citra (*image processing*). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Turmanidze T, Gulua L, Jgenti M, 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 Noomhorm.

- Vicente AR, Manganaris GA, Sozzi GO, Crisosto CH. 2009. Nutritional quality of fruits and vegetables. In Florkowski WJ, Shewfelt RL, Brueckner B, Prussia SE (Eds.). *Postharvest Handling: A Systems Approach*. USA: Academic Press.
- Wojciech JF, Shewfelt RL, Brueckner B. 2014. *Postharvest Handling : A System Approach*. USA: Academic Press.