

Original Article

e-ISSN: 2581-0545 - <https://journal.itera.ac.id/index.php/jsat/>



Received 18th January 2021
Accepted 18th February 2021
Published 11th March 2021

Open Access

DOI: 10.35472/jsat.v5i1.393

Kinetika Pengaruh Kalsium Klorida dan Kelembaban Relatif terhadap Kualitas Cabai Merah (*Capsicum annum L.*)

Ni Wayan Arya Utari^{*a}

^a Program Studi Teknik Biosistem, Institut Teknologi Sumatera

*Corresponding E-mail: niwayanaryau@gmail.com

Abstract: The post harvest handling on red chili that is still poor which leads to a higher risk of deterioration in the quality of red chili and the level of acceptance by consumers. Many postharvest methods are not known to maintain the quality of red chili during storage. One of them is by calcium chloride treatment and storage RH conditioning. The objective of this study was to determine the effect of the application of calcium chloride and relative humidity to changes in the quality and shelf life of red chili. This study used a Completed Randomized Design (CRD) with variations in the concentration of calcium chloride (CaCl_2) (0%, 1%, and 4%), and variations in relative humidity (RH) 85% and 65%. Analysis of quality changes measured is weight loss, compressive strength, and total dissolved solids. The result showed that CaCl_2 had a significant effect (<0.05) on weight loss and compressive strength. RH had a significant effect on weight loss, compressive strength, and total dissolved solids. 4% concentration of CaCl_2 and 85% RH is the best treatment that can be applied to red chili.

Keywords: red chili, calcium chloride, relative humidity, post harvest

Abstrak: Penanganan pasca panen cabai merah yang masih sangat minim dan kurangnya pengetahuan petani terhadap teknologi pasca panen akan memicu resiko kemunduran kualitas cabai merah yang lebih tinggi dan tingkat penerimaan oleh konsumen. Banyak metode telah diketahui untuk memperbaiki kualitas cabai merah selama penyimpanan. Salah satu metode pasca panen yang dapat diterapkan yaitu dengan perlakuan kalsium klorida dan pengkondisian RH penyimpanan. Tujuan umum penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penerapan kalsium klorida dan kelembaban relatif terhadap perubahan kualitas dan umur simpan cabai merah. Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan Completed Randomized Design (CRD) dengan variasi konsentrasi kalsium klorida (CaCl_2) yaitu 0%, 1%, dan 4%, dan variasi kelembaban relatif (RH) yaitu 85% dan 65%. Analisis perubahan kualitas yang diukur adalah susut bobot, tekstur, dan total padatan terlarut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi CaCl_2 berpengaruh signifikan (<0.05) terhadap susut bobot, dan tekstur, sedangkan kondisi ruang penyimpanan (RH) berpengaruh signifikan (<0.05) terhadap susut bobot, tekstur, dan Total padatan terlarut. Konsentrasi 4% CaCl_2 dan 85% RH merupakan perlakuan terbaik yang dapat diaplikasikan untuk cabai merah.

Kata Kunci : cabai merah, kalsium klorida, kelembaban relatif, pasca panen

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang banyak memproduksi cabai merah. Jumlah produksi ini seiring dengan rata-rata laju permintaan cabai merah yang terus meningkat. Namun demikian, ada sekitar 5,28% losses (tidak dapat digunakan) dari jumlah produksi tersebut [1]. Losses ini diakibatkan karena kurangnya penanganan pascapanen sehingga memicu kerusakan yang lebih banyak. Kemunduran kualitas cabai dimulai setelah cabai dipanen.

Kerusakan dapat terjadi akibat efek fisiologis, seperti benturan atau lecet pada kulit yang dapat memicu timbulnya mikroba sehingga akan mempercepat pembusukan [2]. Meskipun produksi cabai merah tinggi namun umur simpannya pendek. Setelah dipanen, kerusakan pada cabai merah akan muncul dalam beberapa hari. Secara umum, kerugian yang ditimbulkan setelah panen pada cabai adalah penurunan kualitas, perubahan tekstur (kekerasan), kelunakan yang dapat memicu susut bobot dengan cepat, perubahan warna dan rusak dalam beberapa hari ketika disimpan dalam kondisi ambien.



Banyak metode yang belum banyak diketahui untuk dapat meminimalisir terjadinya kerusakan pada produk setelah panen. Salah satunya yaitu dengan mengaplikasikan kalsium klorida (CaCl_2) yang banyak digunakan sebagai agen pengeras (*firming agent*) dan anti *browning*, serta cara penggunaannya mudah. Kalsium telah digunakan pada buah dan sayur setelah panen untuk memperbaiki kualitas, mencegah kelunakan, memperlambat laju kebusukan, dan memperpanjang umur simpan. Pengaplikasian kalsium klorida sebelum dan sesudah pemanenan dapat menunda kebusukan selama penyimpanan tanpa adanya kerusakan [3]. Konsentrasi kalsium klorida 1-4% digunakan pada buah strawberi untuk memperbaiki kualitas buah selama penyimpanan [4].

Selain mengaplikasikan kalsium klorida (CaCl_2), kondisi penyimpanan cabai merah juga harus dikontrol. Salah satunya yaitu dengan mengontrol kelembaban udara (RH) dan temperatur ruang penyimpanan. Kehilangan air (*water loss*) memegang peranan penting dalam proses fisiologi yang mempengaruhi karakteristik utama komoditi pertanian. RH memiliki dampak yang berhubungan dengan kelunakan buah, yang mana buah yang disimpan pada RH rendah dan medium akan mengalami susut bobot dan hilangnya kekerasan yang lebih besar daripada buah yang disimpan pada RH tinggi [5].

Selain RH, suhu merupakan salah satu faktor penting dalam penyimpanan produk hortikultura. Menurut Syukur, et al. (2016) [6], kesegaran cabai dapat dipertahankan dalam waktu yang lebih lama dengan penyimpanan dalam ruang pendingin. Kondisi optimum penyimpanan cabai merah keriting segar berada di antara 5-10°C dengan kelembaban relatif 95%. Cabai merah keriting yang ditempatkan di ruang pendingin pada suhu 5°C-10°C memiliki beberapa keuntungan, yaitu tidak mempengaruhi warna, gizi, rasa, tekstur, dan bentuk buah cabai.

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan kalsium klorida dan kelembaban relatif terhadap perubahan kualitas cabai merah (susut bobot, total padatan terlarut, dan tekstur). Dari data yang didapatkan maka dapat diprediksi umur simpan dan dapat ditentukan perlakuan terbaik untuk penyimpanan cabai merah.

Metode

Copyright © 2019 Journal of Science and Applicable Technology
Published by: Lembaga Penelitian, Pengabdian Masyarakat, dan Penjaminan Mutu
Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2017 hingga Desember 2017 di Laboratorium Teknik Distribusi, Jurusan Sistem Biomekanik, Fakultas Pertanian, Universitas Ehime, Jepang.

Bahan dan Alat Peneltian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah ruang penyimpanan dingin (*cold storage*), timbangan digital merk AND EK-1200 (Jepang), texture analyser model IMADA DPU (Jepang), kotak kedap udara (30,5 cm x 22 cm x 9,5 cm), refraktometer digital Atago (Jepang), pH meter merk HANNA instruments HI2002-01 (Jepang), dan tempat sampel. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu cabai merah, Kalsium Klorida (CaCl_2), larutan Kalium Klorida untuk mengkondisikan RH 85%, dan Natrium Bromida untuk mengkondisikan RH 65%.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan variasi konsentrasi kalsium klorida yaitu 0%, 1%, dan 4%, serta variasi RH yaitu 85% dan 65% dan ditambah kontrol (tanpa diberi perlakuan). Penyimpanan dilakukan selama 12 hari dan data diambil setiap 3 hari. Perulangan pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali yang meliputi susut bobot, total padatan terlarut (TPT), dan tekstur.

Susut Bobot

Percentase susut bobot bahan dihitung dengan persamaan:

$$\% \text{SB} = \frac{W_o - W_i}{W_o} \times 100\%. \dots \quad (1)$$

dimana:

%SB = susut bobot (%)

W₀ = massa awal (gram)

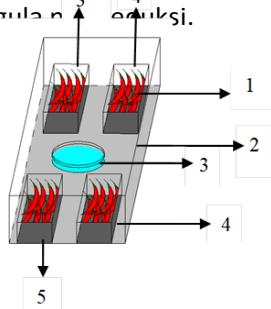
Wi = massa akhir (gram)

Tekstur

Nilai tekstur diketahui dengan menggunakan *texture analyser*. Sampel ditekan pada daerah bagian atas sampel yaitu 24% dari panjang sampel dan daerah bagian bawah sampel yaitu 35% dari panjang sampel. Kecepatan yang digunakan yaitu 8 mm/s dengan ketebalan probe 50 mm, jenis fracture/bending probe dan dicatat maksimum tekanan selama pengujian. Nilai tekstur dinyatakan dalam Newton (N).

Total padatan terlarut

Nilai total total padatan terlarut diketahui dengan menggunakan refraktometer. Caranya yaitu dengan meneteskan juice cabai pada alat yang sudah dibersihkan sebelumnya dengan aquades dan dalam beberapa saat refraktometer akan menunjukkan nilai total padatan terlarut. Pada dasarnya nilai total padat³ terlarut suatu bahan meliputi gula reduksi, dan gula non reduksi.



Keterangan:

1. Box kedap udara
 2. Kotak tempat sampel
 3. Larutan KCl/NaBr
 4. Sampel kontrol
 5. Sampel 0% CaCl₂
 6. Sampel 1% CaCl₂
 7. Sampel 4% CaCl₂

Gambar 1. Skema penyimpanan sampel dalam kotak kedap udara

Analisis Data

Analisis yang digunakan yaitu analisis Three Way Anova dengan taraf signifikansi 5%. Uji lanjut yang digunakan yaitu Duncan Multiple Range Test (DMRT) apabila diketahui terdapat perlakuan mempengaruhi variabel dan berbeda signifikan. Analisis kinetika digunakan untuk menganalisis laju perubahan parameter pengamatan untuk mengetahui nilai konstanta (k).

Model kinetika secara teori dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\frac{dc}{dt} = -k [C]^n \dots \quad (2)$$

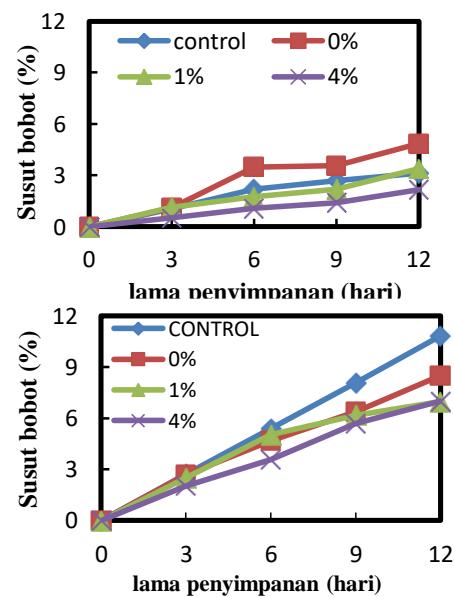
dimana dC/dt merupakan laju perubahan parameter pengamatan terhadap waktu, k merupakan konstanta laju perubahan, $[C]$ merupakan nilai parameter pengamatan pada waktu (t) dan n merupakan orde reaksi. Penggunaan orde reaksi ditentukan oleh kecenderungan grafik hasil observasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Susut Bobot

Persentase perubahan susut bobot selama 12 hari penyimpanan mengalami peningkatan. Nilai persentase penurunan susut bobot tertinggi yaitu sebesar 10,83% pada perlakuan kontrol dan RH 65% dan terendah yaitu 2,17% pada perlakuan konsentrasi CaCl_2 4% dan RH 85%. Pada Gambar 2, dapat dilihat

bahwa sampel yang diletakkan pada RH 85% memiliki persentase penurunan susut bobot yang lebih rendah dibandingkan dengan sampel yang diletakkan pada RH 65%. Hal ini dimungkinkan karena peristiwa transpirasi (perpindahan air) yang terjadi pada sampel dengan kondisi penyimpanan RH 85% lebih sedikit dibandingkan dengan sampel pada kondisi RH 65%. Hampir sebagian besar kandungan cabai merah merupakan air, sehingga kehilangan air yang lebih banyak akan meningkatkan persentase susut bobot selama penyimpanan. Hal ini selaras dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Xanthopoulos (2017) [7]



Gambar 2. Persentase susut bobot pada kondisi penyimpanan (a) RH 85% dan (b) RH 65% selama 12 hari

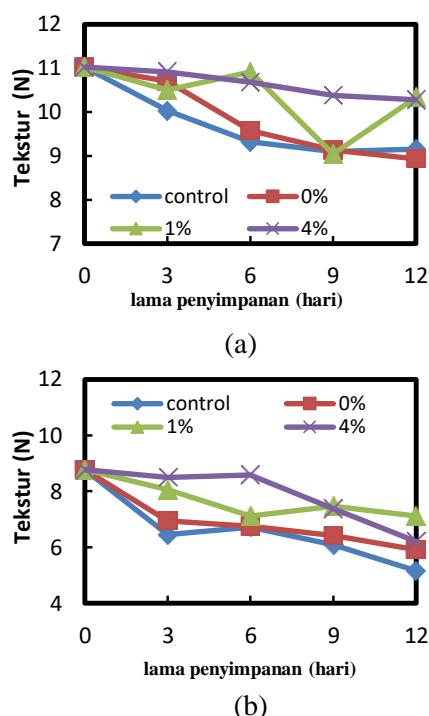
Seluruh perlakuan pada kondisi RH 85% dan 65% juga menunjukkan bahwa perlakuan 4% kalsium klorida memiliki susut bobot yang paling rendah yaitu 2.17% (RH 85%) dan 6,99% (RH 65%) dibandingkan dengan perlakuan lain. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa kalsium klorida dapat menghambat laju metabolisme sehingga dapat menekan kehilangan air dari bahan. Guzman, et al. (1999) [8] menyatakan bahwa buah potong cantaloupe yang diberi perlakuan (perendaman) kalsium klorida dengan konsentrasi 1-5% pada semua kondisi suhu penyimpanan memperlambat laju respirasi.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi CaCl_2 , dan RH berbeda secara

signifikan antar perlakuan. Hasil uji DMRT untuk pengaruh CaCl_2 menunjukkan bahwa perlakuan 0% CaCl_2 berbeda nyata dengan perlakuan 1% CaCl_2 , dan 4% CaCl_2 , namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Hasil uji DMRT untuk RH menunjukkan bahwa semua perlakuan berbeda nyata.

Tekstur

Pada Gambar 3. terlihat bahwa nilai tekstur sampel cenderung mengalami penurunan selama 12 hari penyimpanan pada semua perlakuan di kedua kondisi RH (85% dan 65%). Persentase penurunan nilai tekstur pada kondisi penyimpanan RH 85% di akhir periode penyimpanan yaitu 0,17% (kontrol), 0,19% (0% CaCl_2), 0,06% (1% CaCl_2), dan 0,067% (4% CaCl_2). Persentase penurunan nilai tekstur pada kondisi penyimpanan RH 65% di akhir periode penyimpanan yaitu 0,41% (kontrol), 0,32% (0% CaCl_2), 0,18% (1% CaCl_2), dan 0,29% (4% CaCl_2). Terlihat bahwa sampel yang disimpan pada kondisi RH 85% memiliki persentase penurunan nilai tekstur yang lebih rendah dibandingkan dengan sampel yang disimpan pada RH 65%.



Gambar 3. Perubahan tekstur pada kondisi penyimpanan (a) RH 85% dan (b) RH 65% selama 12 hari

Selama berrespirasi sampel akan kehilangan air, sehingga membuat tekstur bahan semakin lunak dan dinding sel kehilangan kekuatannya. Kondisi RH yang

lebih (85%) tinggi akan memperlambat proses respirasi dan menghambat transpirasi berlebihan, sehingga akan memperlambat perubahan turgor sel dan penurunan nilai kekerasan cenderung lebih kecil dibandingkan dengan RH 65%. Sampel yang diberi perlakuan 1% dan 4% CaCl_2 memiliki nilai tekstur yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian CaCl_2 (kontrol dan 0% CaCl_2). Hal ini menunjukkan bahwa kalsium klorida dapat memperlambat laju perubahan tekstur sampel dengan meningkatkan ketabilan dan kekuatan dinding sel sehingga dapat memperlambat kelunakan sampel. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Aghdam, et al. (2012) [9].

Persentase penurunan nilai tekstur tertinggi ditunjukkan pada kondisi RH 85% dan 1% CaCl_2 yaitu sebesar 10,33 N. Persentase penurunan nilai tekstur dengan perlakuan 1% CaCl_2 pada kondisi RH 85% dan 65% lebih tinggi dibandingkan dengan sampel yang disimpan pada kondisi RH 65%. Hasil penelitian yang sama juga ditunjukkan pada buah non-klimakterik lain yaitu strawberi (Chen, et al. 2010) [4]. Hal ini dimungkinkan karena konsentrasi kalsium yang lebih tinggi dapat memicu fitotoksitas atau efek racun pada hidrolisis dinding sel dan mengakibatkan pelunakan tekstur [10].

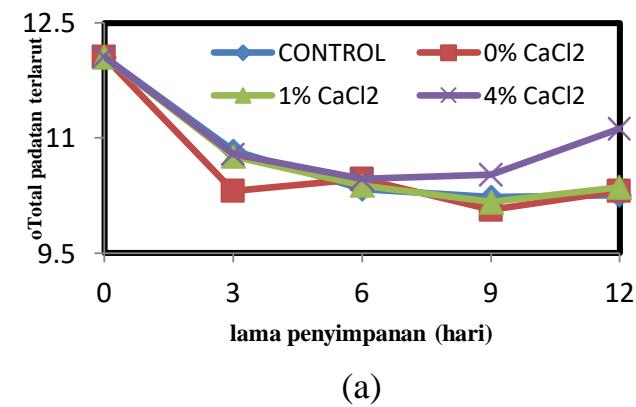
Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi CaCl_2 dan RH tidak berbeda secara signifikan. Namun demikian, faktor RH berpengaruh secara independen berpengaruh nyata terhadap tekstur.

Total padatan terlarut (TPT)

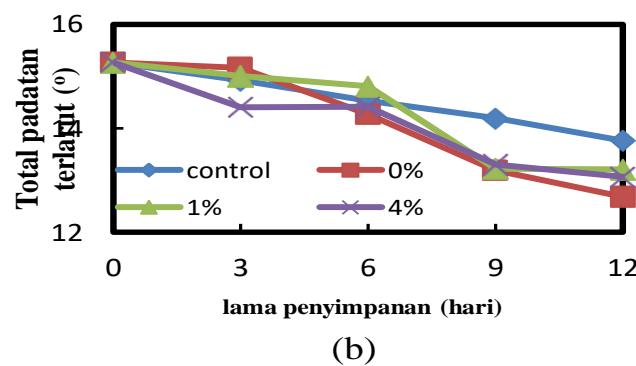
Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai Total padatan terlarut cenderung mengalami penurunan. Nilai Total padatan terlarut pada sampel yang diletakkan pada kondisi RH 85% memiliki laju rata-rata penurunan nilai Total padatan terlarut pada RH 85% lebih kecil yaitu 0,03% dibandingkan dengan kondisi RH 65% yaitu 0,08%. RH berpengaruh terhadap metabolisme seperti respirasi dan transpirasi. Glukosa merupakan substrat utama respirasi. RH yang lebih tinggi akan memperlambat proses respirasi dan menghambat transpirasi secara berlebihan sehingga kehilangan gula dalam bahan dapat ditekan.

Pada sampel yang diberi perlakuan 4% CaCl_2 dengan RH 85% dan 65% memiliki nilai persentase penurunan Total padatan terlarut yang paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lain, sedangkan nilai persentase penurunan Total padatan terlarut tertinggi yaitu pada

sampel yang tidak mendapat perlakuan CaCl_2 kecuali kontrol pada RH 65%



(a)



Gambar 4. Perubahan nilai Total padatan terlarut pada kondisi penyimpanan (a) RH 85% dan (b) RH 65% selama 12 hari

Hasil penelitian yang sama juga ditunjukkan pada sampel sweet pepper (*Capsicum annuum L.*) [11] dan apricot [10]. Nilai Total padatan terlarut pada sampel yang mendapatkan perlakuan 0% CaCl_2 (hanya air) pada RH 65% memiliki nilai persentase penurunan Total padatan terlarut yang paling tinggi dibandingkan dengan kontrol. Hal ini dimungkinkan karena adanya pengaruh asam klorida (HCl) sehingga kandungan gula, pati, dan vitamin lain yang terdapat dalam sampel larut terombak lebih banyak. Hasil penelitian ini selaras dengan hasil penelitian Puspitasari, et al. (2008) [12].

Hasil analisis sidik ragam terlihat bahwa, interaksi antara konsentrasi kalsium klorida dan RH tidak berbeda secara signifikan. Hal ini menyatakan bahwa konsentrasi kalsium klorida, RH, dan lamanya hari penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap perubahan nilai total padatan terlarut, sehingga tidak dilakukan uji lanjut DMRT. Namun faktor RH dan secara

independen berpengaruh terhadap perubahan nilai total padatan terlarut.

Kinetika Perubahan Kualitas

Kinetika Perubahan Susut Bobot

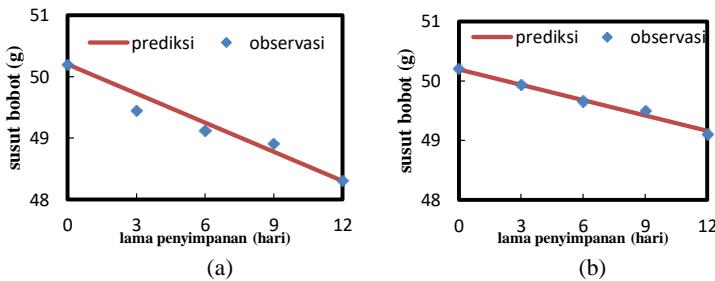
Analisis yang digunakan pada kinetika perubahan susut bobot yaitu orde nol ($n=0$). Nilai k pada RH 85% dengan perlakuan kontrol, 0% CaCl_2 , 1% CaCl_2 , dan 4% CaCl_2 secara berturut adalah -0,205, -0,209, -0,158, dan -0,086. Nilai k pada RH 65% dengan perlakuan kontrol, 0% CaCl_2 , 1% CaCl_2 , dan 4% CaCl_2 secara berturut adalah -0,452, -0,364, -0,342, dan -0,288. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai k menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi kalsium klorida dan nilai k pada RH 85% lebih kecil daripada RH 65%. Hal ini berarti pemberian konsentrasi kalsium klorida dan RH yang lebih tinggi dapat memperlambat laju perubahan susut bobot. RH dan pemberian kalsium klorida yang lebih tinggi akan menghambat laju transpirasi yang berlebih. Hal ini dikarenakan oksigen yang masuk lebih sedikit melewati dinding sel sehingga akan memperlambat laju respirasi yang berdampak pada turunnya persentase susut bobot.

Setelah mendapatkan nilai k , lalu nilai tersebut disubstitusikan ke persamaan 8 untuk memprediksi susut bobot dengan variasi perlakuan yang sama. Model prediksi untuk susut bobot (SBt) menggunakan orde nol dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Model prediksi perubahan susut bobot

| RH | CaCl_2 | konsentrasi | |
|-----|-----------------|---------------------------------|----------------|
| | | kontrol | Model prediksi |
| 85% | kontrol | $SBt = (-0.205x(t - t_0)) + Wo$ | |
| | 0% | $SBt = (-0.209x(t - t_0)) + Wo$ | |
| | 1% | $SBt = (-0.158x(t - t_0)) + Wo$ | |
| | 4% | $SBt = (-0.086x(t - t_0)) + Wo$ | |
| 65% | kontrol | $SBt = (-0.452x(t - t_0)) + Wo$ | |
| | 0% | $SBt = (-0.364x(t - t_0)) + Wo$ | |
| | 1% | $SBt = (-0.342x(t - t_0)) + Wo$ | |
| | 4% | $SBt = (-0.288x(t - t_0)) + Wo$ | |

Validasi model prediksi dilakukan untuk melihat apakah model prediksi dapat digunakan untuk melihat ketepatan untuk memprediksi nilai susut bobot. Berikut Gambar 5. menunjukkan contoh validasi model laju perubahan susut bobot.



Gambar 5. Contoh validasi model prediksi pada perlakuan (a) 1% CaCl_2 dan (b) 4% CaCl_2 pada RH 85%.

Uji R^2 (koefisien determinasi) dilakukan untuk melihat apakah model prediksi tersebut tepat dan dapat digunakan untuk memprediksi perubahan nilai susut bobot. Semakin tinggi nilai R^2 , maka semakin besar ketepatan nilai observasi dalam menentukan nilai prediksi. Nilai R^2 pada RH 85% dengan perlakuan kontrol, 0% CaCl_2 , 1% CaCl_2 , dan 4% CaCl_2 secara berturut adalah 0,840, 0,929, 0,957, 0,986. Sedangkan nilai R^2 pada RH 85% dengan perlakuan kontrol, 0% CaCl_2 , 1% CaCl_2 , dan 4% CaCl_2 secara berturut adalah 1, 0,993, 0,981, 0,952. Nilai R^2 menunjukkan bahwa nilai validasi R^2 mendekati 1. Nilai tersebut dapat mengindikasikan bahwa model persamaan susut bobot dan k dapat digunakan untuk memprediksi perubahan susut bobot selama penyimpanan.

Kinetika Perubahan Tekstur

Analisis yang digunakan pada kinetika perubahan tekstur yaitu orde satu ($n=1$). Nilai k pada RH 85% dengan perlakuan kontrol, 0% CaCl_2 , 1% CaCl_2 , dan 4% CaCl_2 secara berturut adalah -0,019, -0,019, -0,01, dan -0,006. Nilai k pada RH 65% dengan perlakuan kontrol, 0% CaCl_2 , 1% CaCl_2 , dan 4% CaCl_2 secara berturut adalah -0,045, -0,036, -0,02, dan -0,022. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai k cenderung menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi kalsium klorida dan nilai k pada RH 85% lebih kecil daripada RH 65%. Hal ini berarti pemberian konsentrasi kalsium klorida dan RH yang lebih tinggi dapat memperlambat laju perubahan tekstur. Sesuai dengan pernyataan Kramer, et al. (1989) [13], pemberian kalsium klorida dapat membentuk ikatan silang antara Ca^{2+} dengan asam pektat dan polisakarida-polisakarida lain sehingga membatasi aktivitas enzim-enzim pelunakan dan respirasi seperti

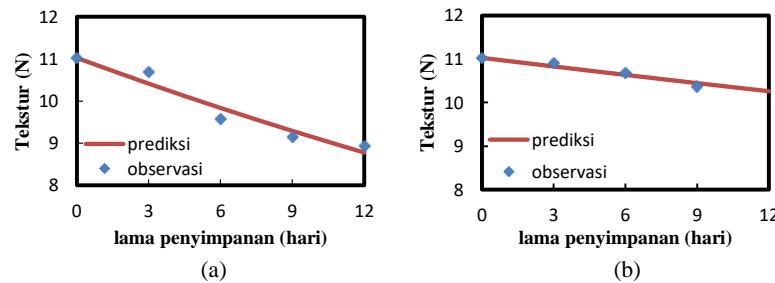
poligalakturonase. Pemberian kalsium klorida akan meningkatkan terhadap tekanan pada kekukuhan turgor sel dan kestabilan dinding sel.

Setelah mendapatkan nilai k, lalu nilai tersebut disubstitusikan ke persamaan 14 untuk memprediksi tekstur dengan variasi perlakuan yang sama. Model prediksi untuk tekstur (H_t) menggunakan orde nol dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Model prediksi perubahan tekstur

| RH | konsentrasi CaCl_2 | Model prediksi |
|-----|-----------------------------|---------------------------------------|
| | | kontrol |
| 85% | 0% | $H_t = e^{-0,019 \cdot t} \times H_0$ |
| | 1% | $H_t = e^{-0,01 \cdot t} \times H_0$ |
| | 4% | $H_t = e^{-0,006 \cdot t} \times H_0$ |
| | kontrol | $H_t = e^{-0,045 \cdot t} \times H_0$ |
| 65% | 0% | $H_t = e^{-0,036 \cdot t} \times H_0$ |
| | 1% | $H_t = e^{-0,02 \cdot t} \times H_0$ |
| | 4% | $H_t = e^{-0,022 \cdot t} \times H_0$ |
| | kontrol | $H_t = e^{-0,019 \cdot t} \times H_0$ |

Validasi model prediksi dilakukan untuk melihat apakah model prediksi dapat digunakan untuk melihat ketepatan untuk memprediksi nilai tekstur. Berikut Gambar 6. menunjukkan contoh validasi model laju perubahan tekstur.



Gambar 6. Contoh validasi model prediksi pada perlakuan (a) 0% CaCl_2 dan (b) 4% CaCl_2 pada RH 85%.

Uji R^2 (koefisien determinasi) dilakukan untuk melihat apakah model prediksi tersebut tepat dan dapat digunakan untuk memprediksi perubahan nilai tekstur. Semakin tinggi nilai R^2 , maka semakin besar ketepatan nilai observasi dalam menentukan nilai prediksi. Nilai R^2 pada RH 85% dengan perlakuan kontrol, 0% CaCl_2 , 1% CaCl_2 , dan 4% CaCl_2 secara berturut adalah 0,845, 0,945, 0,601, 0,971. Sedangkan nilai R^2 pada RH 85% dengan perlakuan kontrol, 0% CaCl_2 , 1% CaCl_2 , dan 4% CaCl_2 secara berturut adalah 0,834, 0,860, 0,780, 0,798. Nilai R^2 menunjukkan bahwa nilai validasi R^2 mendekati

1. Nilai tersebut dapat mengindikasikan bahwa model persamaan tekstur dan k dapat digunakan untuk memprediksi perubahan tekstur selama penyimpanan.

Kinetika Perubahan Total padatan terlarut

Analisis yang digunakan pada kinetika perubahan Total padatan terlarut yaitu dengan menggunakan persamaan orde satu kesetimbangan pada sampel yang diletakkan pada kondisi RH 85%. Sedangkan analisis yang digunakan pada sampel yang diletakkan pada kondisi RH 65% yaitu orde 1. Nilai k pada RH 85% dengan perlakuan kontrol, 0% CaCl₂, 1% CaCl₂, dan 4% CaCl₂ secara berturut adalah -0,019, -0,019, -0,01, dan -0,006. Nilai k pada RH 65% dengan perlakuan kontrol, 0% CaCl₂, 1% CaCl₂, dan 4% CaCl₂ secara berturut adalah -0,045, -0,036, -0,02, dan -0,022.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai k cenderung menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi kalsium klorida dan nilai k pada RH 85% lebih kecil daripada RH 65%. Hal ini berarti pemberian konsentrasi kalsium klorida dan RH yang lebih tinggi dapat memperlambat laju perubahan tekstur. Sesuai dengan pernyataan Kramer, et al. (1989) [13], pemberian kalsium klorida dapat membentuk ikatan silang antara Ca²⁺ dengan asam pektat dan polisakarida-polisakarida lain sehingga membatasi aktivitas enzim-enzim pelunakan dan respirasi seperti poligalakturonase. Pemberian kalsium klorida akan meningkatkan kekuahan turgor sel dan kestabilan dinding sel.

Setelah mendapatkan nilai k, lalu nilai tersebut disubstitusikan ke persamaan 22 (Newtonian) dan persamaan 14 (orde 1) untuk memprediksi nilai Total padatan terlarut dengan variasi perlakuan yang sama. Model prediksi untuk Total padatan terlarut (St) dapat dilihat pada Tabel 3.

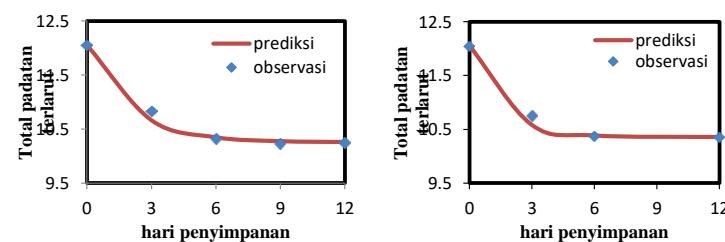
Tabel 3. Model prediksi perubahan Total padatan terlarut

| RH | Konsentrasi CaCl ₂ | Model prediksi | |
|-----|----------------------------------|---|---|
| | | kontrol | $St = e^{-0.494t} \times (S_0 - S_e) + S_o$ |
| 85% | kontrol | $St = e^{-0.494t} \times (S_0 - S_e) + S_o$ | |
| | 0% | $St = e^{-0.152t} \times (S_0 - S_e) + S_o$ | |
| | 1% | $St = e^{-0.674t} \times (S_0 - S_e) + S_o$ | |
| | 4% | $St = e^{-0.295t} \times (S_0 - S_e) + S_o$ | |
| 65% | kontrol | $St = e^{-0.008t} \times S_o$ | |
| | 0% | $St = e^{-0.014t} \times S_o$ | |
| | 1% | $St = e^{-0.012t} \times S_o$ | |
| | 4% | $St = e^{-0.013t} \times S_o$ | |

Validasi model prediksi dilakukan untuk melihat apakah model prediksi dapat digunakan untuk melihat

ketepatan untuk memprediksi nilai Total padatan terlarut. Berikut Gambar 7. menunjukkan contoh validasi model laju perubahan Total padatan terlarut.

Uji R² (koefisien determinasi) dilakukan untuk melihat apakah model prediksi tersebut tepat dan dapat digunakan untuk memprediksi perubahan nilai Total padatan terlarut. Semakin tinggi nilai R², maka semakin besar ketepatan nilai observasi dalam menentukan nilai prediksi. Nilai R² pada RH 85% dengan perlakuan kontrol, 0% CaCl₂, 1% CaCl₂, dan 4% CaCl₂ secara berturut adalah 0,988, 0,799, 0,988, 0,991. Sedangkan nilai R² pada RH 85% dengan perlakuan kontrol, 0% CaCl₂, 1% CaCl₂, dan 4% CaCl₂ secara berturut adalah 0,997, 0,946, 0,854, 0,929. Nilai R² menunjukkan bahwa nilai validasi R² mendekati 1. Nilai tersebut dapat mengindikasikan bahwa model persamaan Total padatan terlarut dan k dapat digunakan untuk memprediksi perubahan Total padatan terlarut selama penyimpanan.



Gambar 7. Contoh validasi model prediksi persamaan kesetimbangan pada perlakuan (a) kontrol dan (b) 4% CaCl₂ pada RH 85%.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Konsentrasi CaCl₂ berpengaruh terhadap susut bobot, dan tekstur, kondisi ruang penyimpanan (RH) berpengaruh terhadap susut bobot, tekstur, dan Total padatan terlarut.
2. Konsentrasi 4% CaCl₂ dan 85% RH merupakan perlakuan terbaik yang dapat diaplikasikan untuk cabai merah.
3. Kinetika perubahan susut bobot diketahui dengan menggunakan orde nol (n=0). Tekstur diketahui dengan menggunakan orde satu (n=1). Total padatan terlarut diketahui dengan menggunakan orde satu (n=1) dan persamaan orde satu kesetimbangan.

- [13] M. E. Kramer, "Structure and Function of Starch-based Edible Films and Coatings", In *Edible Films and Coatings for Food Applications*, eds. M.E. Embuscado and K. C. Huber, 1989, Pp. 113-134. New York. Springer.

Daftar Pustaka

- [1] D. Indarti, "Komoditas Pertanian Sub Sektor Hortikultura: Cabai Merah, Pusat Data dan Informasi Pertanian Kementerian Pertanian", 2016.
- [2] F.G. Winarno, "Kimia Pangan dan Gizi". Jakarta. PT. Gramedia Pustaka Utama, 2002.
- [3] G. E. Lester, and M. A. Grusak, "Postharvest Application of Calcium and magnesium to Honeydew and Netted Muskmelons: effects on tissue ion concentration, quality, and senescence". *Journal of American Society and Horticulture Science*, 1999, 124: 545-552.
- [4] F. H. Chen, H. Liu, S. Yang, X. Lai, Y. Cheng, B. Xin, H. Yang, Y. Hou, S. Yao, G. Zhang, Y. Bu, Deng, "Quality Attributes and Cell Wall Properties of Strawberries (*Fragaria ananassa* Dush) under Calcium Chloride Treatment", *Journal Food Chemistry*, 2010, 126 450-459.
- [5] K. Fahmy and K. Nakano, "Influence of Relative Humidity on Development of Chilling Injury of Cucumber Fruits During Low Temperature Storage", *Asia Pacific Journal of Sustainable Agriculture Food and Energy (APJSafe)*, 2013, 1: 1-5
- [6] M. Syukur, , R. Yuniaty, R. Dermawan, "Budidaya Cabai Panen Setiap Hari", Penebar Swadaya, Jakarta, 2016.
- [7] G.T. Xanthopoulos, C.G. Templalexis, N. P. Aleiferis, D.I. Lentzou, "The Contribution of Transpiration and Respiration in Water Loss of Perishable Agricultural Products: The Case of Pears", *Biosystems Engineering*, 2017, 158: 76-85.
- [8] I. Luna-Guzman, M. Cantwell, and D. M. Barret, "Fresh-Cut Cantaloupe: Effects of CaC₂ Dips and Heat Treatment on Firmness and Metabolic Activity", *Postharvest in Biology Technology*, 1999, 17: 201-213.
- [9] M. S. Aghdam, M. B. Hassanpouraghdam, G. Paliyath, B. Farmani, The Language of Calcium in Postharvest Life of Fruits, Vegetables, and Flowers", *Journal of Scientia Horticulturae*, 2012, 144: 102-115
- [10] H. Liu, F. Chen, S. Lai, J. Tao, H. Yang, Z. Jiao, "Effects of Calcium Treatment and Low Temperature Storage on Cell Wall Polysaccharide Nanostructures and Quality of Postharvest Apricot (*Prunus armeniaca*)", *Journal of Food Chemistry*, 2017, 225: 87-97.
- [11] T.V.R. Rao, B. Neeta, Gol, dan K.S. Khilana, "Effect of Postharvest Treatments and Storage Temperature on The Quality and Shelf Life of Sweet Pepper" (*Capsicum annum* .L), *Jour. Scientia Horticulturae*, 2011, 132 : 18-26.
- [12] Puspitasari, Dwi, Natalia, L. Endahwati, "Ekstraksi Pektin dari Ampas Nanas", Makalah Seminar Nasional Soebardjo Brotohardjono, Pengolahan Sumber Daya Alam dan energi Terbarukan, 2008, ISSN 1978-0427.