IDENTIFIKASI *CHILLING INJURY* PADA CABAI (*Capsicum annum L*) BERDASARKAN SIFAT FISIK DAN ION *LEAKAGE*

Ashadi Hasan[1], Omil Charmyn Chatib[1], Khandra Fahmy[1], Aulia Rahman Zulmi[2]
[1] Dosen Jurusan Teknik Pertanian, Andalas University, Padang, Indonesia
[2] Mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Andalas, Padang, Indonesia
Email: ashadi_hasan@yahoo.com

ABSTRAK

Cabai termasuk pada produk hortikultura yang mudah rusak (*perishable*) dan busuk. Suhu yang rendah dapat mempertahankan kesegaran, tapi suhu rendah juga menyebabkan *chilling injury*. *Chilling injury* terjadi ditandai dengan terjadinya kebocoran pada ion buah (*electrolyte leakage*) dan terjadi perubahan fisik. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi perubahan sifat fisik dan ion leakage dari cabai akibat *chilling injury*. Pengidentifikasian dilakukan dengan mengamati perubahan warna, susut bobot, dan nilai ion leakage yang terjadi selama 30 hari pada penyimpanan suhu 10ºC. Pengidentifikasian dilakukan setiap 4 hari selama 16 hari dan setiap 2 hari hingga hari ke 30. *Chilling injury* mulai terjadi pada penyimpanan hari ke 18, dengan nilai slope dari ion leakagenya sebesar 0,1153. Nilai slope tertinggi menandakan bahwa cabai pada hari itu mulai mengalami *chilling injury*. Pada hari ke 18, nilai susut bobot mulai memingkat dan perubahan warna terutama pada nilai *chroma* dan *hue* mengalami perubahan daripada sebelum penyimpanan.
Kata kunci : *chilling injury*; cabai; ion *leakage*; warna; susut bobot

PENDAHULUAN

Cabai merupakan salah satu hasil produksi pertanian yang memiliki produksi dalam jumlah yang besar di Indonesia. Menurut Kementrian Pertanian RI (2017) produksi cabai merah besar di Indonesia tahun 2016 sebesar 1.045.587 ton dan khusus wilayah Sumatera Barat, produksi cabai merah besar pada tahun 2016 sebesar 68.224 ton. Nilai permintaan pasar terhadap cabai di Indonesia juga cukup tinggi. Pada tahun 2017 permintaan cabai merah mencapai 1,56 Kg/Kapita/Th (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2015). Jumlah produksi dan nilai permintaan pasar cabai merah yang tinggi menjadi tantangan bagi produsen untuk menjaga hasil produksi supaya tidak mengalami kehilangan hasil panen akibat kerusakanan pasca panen dari cabai tersebut.

Cabai termasuk pada produk hortikultura yang memiliki sifat mudah rusak (*perishable*) dan busuk. Sifat ini mengakibatkan banyak cabai yang rusak sebelum sampai ke konsumen. Rahman *et al*. (2012) mengatakan bahwa pada negara berkembang kehilangan produk buah dan sayur setelah dipanen sebesar 20% – 50%, sedangkan pada negara maju sebesar 5% - 25%.

Kerusakan yang terjadi pada cabai di Indonesia umumnya disebabkan oleh kondisi suhu dan kelembaban lingkungan. Suhu yang tinggi mengakibatkan kelembaban lingkungan menjadi rendah sehingga laju respirasi cabai akan meningkat dan dapat memperpendek umur simpan cabai (Nurdjannah, 2014). Kesegaran dan mutu cabai dapat dipertahankan dengan berbagai cara. Walker (2015) mengatakan bahwa cara untuk mempertahankan kesegaran cabai yaitu dengan melakukan penyimpanan pada ruang pendingin atau penyimpanan pada suhu dingin.

Masyarakat Indonesia umumnya menggunakan proses penyimpanan pada suhu dingin sebagai solusi untuk mempertahankan kesegaran dan kualitas dari cabai. Penyimpanan dingin dapat memperpanjang umur simpan, mengendalikan laju respirasi dan mempertahankan kesegaran cabai (Gross *et al*., 2016). Suhu dingin juga bisa menyebabkan cabai menjadi rusak saat cabai tidak disimpan pada suhu dingin optimalnya, kerusakan ini disebut dengan *chilling injury* (Nurdjannah, 2014).

Chilling injury akan menyebabkan kualitas dari cabai menurun. Kader (2013) mengatakan bahwa c*hilling injury* merupakan kerusakan yang terjadi pada produk pertanian akibat disimpan pada suhu yang rendah dan diatas titik beku produk.

Cabai yang terkena *chilling injury* akan mengalami perubahan secara fisik dan perubahan pada kondisi internal buah. Perubahan fisik dapat diamati dengan menggunakan visual penglihatan manusia seperti perubahan warna, pembengkokan, dan pengkerutan (Gross *et al.*, 2016). Perubahan internal buah (non visual) ditandai dengan terjadinya kebocoran pada ion buah (*electrolyte leakage*) (Fahmy *et al.*,

2015). Kebocoran ion pada produk semakin besar saat produk disimpan lama pada suhu dingin dan saat terjadi *chilling injury* pada produk

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan identifikasi *chilling injury* yang terjadi pada cabai, baik berdasarkan perubahan sifat fisik dan juga berdasarkan perubahan nilai ion leakage pada cabai yang terjadi selama proses penyimpanan. Penelitian ini didasarkan pada pengamatan mengenai sifat fisik cabai seperti susut bobot dan warna, serta pengujian nilai ion lekagae cabai. Penelitian ini diharapkan bisa membantu petani, distributor, pedagang, dan konsumen cabai dalam menentukan suhu simpan dan lama penyimpanan cabai merah.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini adalah timbangan digital untuk mengukur susut bobot cabai, cawan perti, tabung sentrifugal, conductivity meter, dan water batch incubator untuk pengujian nilai electrolyte leakage, spectrocolori meter lovibon untuk pengukuran warna cabai, dan alat tulis serta peralatan lainnya yang mendukung pelaksanaan penelitian. Bahan yang digunakan yaitu cabai merah varietas lokal dengan indeks kematangan 3 sebanyak 150 buah secara destruktif.

B. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini adalah pemilihan sampel, penyimpanan produk pada suhu dingin, penentuan susut bobot, pengamatan warna, pengukuran ion loakage, dan pengolahan data.

1. Pemilihan Sampel

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah cabai merah varietas lokal dengan indesk kematangan 3 sebanyak 150 buah untuk pengamatan secara destruktif Sampel kemudian dibawa langsung ke Labstation in Postharvest Technologi, Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas.

2. Kondisi Penyimpanan

Cabai merah varietas lokal diletakkan pada wadah penyimpan dan dimasukkan dalam refrigerator. Refrigerator dikondisikan pada suhu 10^0C dan cabai disimpan pada suhu 10^0C selama 30 hari. Pengamatan pada cabai dilakukan setiap 4 hari dari hari ke-0 sampai ke-16, lalu setiap 2 hari dari hari ke-16 sampai hari ke-30.

3. Pengukuran Susut Bobot

Cabai yang sudah disimpan pada suhu dingin kemudian dihitung nilai susut bobotnya menggunakan timbangan digital. Penimbangan susut bobot ini dilakukan dengan menimbang berat awal buah yang disimpan lalu dilakukan penimbangan berat akhir buah saat buah mengalami *chilling injury* atau buah sudah mengalami pembusukan. Pengukuran susut bobot dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$\%\,Susut\ Berat = \frac{X-Y}{X}\,x\ 100\% \qquad \ldots\ldots(1)$$

Keterangan: X : Berat bahan sebelum penyimpanan
Y : Berat bahan sesudah penyimpanan

4. Pengamatan Warna

Pengamatan warna pada cabai dilakukan dari awal penyimpanan buah pada suhu dingin hingga buah mengalami *chilling injury*. Perubahan warna diukur dengan menggunakan *Spectrocolorimeter* lovibond. Pengukuran warna dilakukan 3 kali untuk setiap cabai yaitu pangkal, tengah, dan ujung. Nilai yang diperoleh dari pengukuran menggunakan alat ini berupa nilai L*, a*, b*, dan h*. Perbedaan warna dilihat dari perbedaan nilai h*

a* : Koordinat merah/hijau dengan nilai +a* mengindikasikan merah dan -a*mengindikasikan hijau
b* : Koordinat kuning/biru dengan nilai +b* mengindikasikan kuning dan -b* mengindikasikan biru
L* : Koordinat derajat terang

h* : Sudut hue. dalam derajat. dengan nilai nol derajat adalah lokasi pada poros +a*. nilai 90^0 untuk poros +b*. nilai 180^0 untuk poros –a*. nilai 270^0 untuk poros –b* dan kembali ke $360^0 = 0^0$

5. *Electrolyte Leakage*

Pengujian *electrolyte leakage* dilakukan dengan menggunakan metode yang dijelaskan Saltvelt (2002) dalam Fahmy *et al.* (2016) dengan beberapa modifikasi. Pengujian dilakukan setiap dua menit selama satu jam, lalu setiap 10 menit selama 3 jam (240 menit). Cabai dipotong sehingga berbentuk lembaran dengan ketebalan 4 mm, lalu direndam dengan air deionized (*aquadest*) selama 1 menit. Perlakuan ini diulang sebanyak tiga kali. Setelah itu, sampel dimasukkan kedalam tabung sentrifugal 50 ml yang berisi 20 ml 0,2 M mannitol dan diaduk pada kecepatan putar 100 RPM menggunakan *water bath incubator*. Nilai konduktivitas dari larutan diukur menggunakan *conductivity meter*setiap dua menit selama satu jam, kemudian lalu setiap 10 menit selama 3 jam (240 menit). Selanjutnya tabung sentrifugal ditutup, disimpan pada lemari es untuk dibekukan selama 24 jam dan dicairkan. Kemudian dilakukan perebusan selama 10 menit supaya bongkahan es tadi menjadi cair. Total konduktivitas diukur setelah dilakukan pengadukan tambahan selama 30 menit menggunakan *water bath*. Hasil bacaan dari *conductivity meter* dikonversikan menjadi satuan persen (%) total konduktivitas. Persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung persentase *electrolyte leakage*:

$$Electrolyte\ Leakage = \frac{n2-n1}{nt-n1} x\ 100\% \quad \ldots\ldots(2)$$

Keterangan: n2 : *Conductivity* sampel (mS/cm)
n1 : *Conductivity* mannitol (mS/cm)
nt : *Conductivity*total (mS/cm)

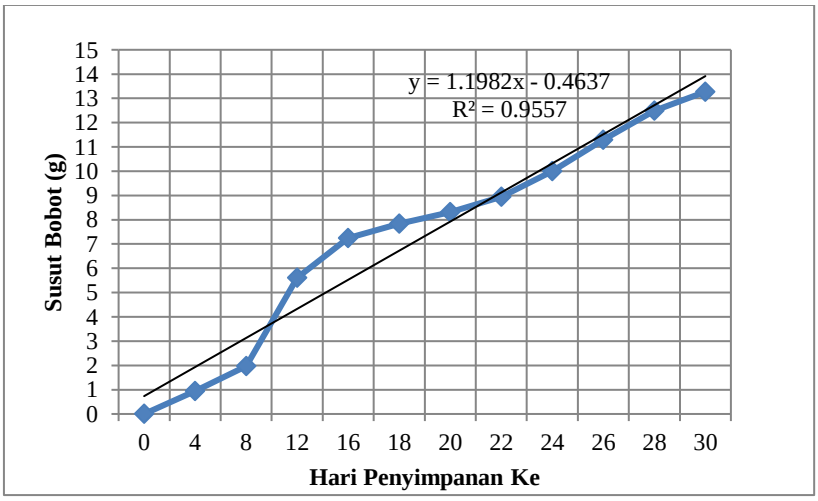
C. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel dengan membuat grafik dari data-data yang didapatkan dari hasil pengamatan. Hasil didapatkan berupa grafik slope dan nilai R^2 dari setiap grafik. Nilai R^2 menjadi penentu apakah terjadi hubungan dari pengamatan terhadap chilling injury pada cabai. Nilai slope menjadi indikator terjadinya *chilling injury*

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Susut Bobot

Nilai susut bobot selama penyimpanan disajikan pada Gambar 1. Pada grafik terlihat bahwa selama penyimpanan, cabai yang disimpan pada suhu 10ºC mengalami susut bobot yang semakin besar hingga hari ke 30. Pada hari ke 12, nilai susut bobot yang terjadi pada cabai yaitu 5.613 gram. Nilai ini mengalami perubahan yang besar dari penyimpanan hari ke 8 yang hanya sebesar 1.662 gram. Hal ini menandakan bahwa pada hari ke 12 cabai mulai mengalami gejala *chilling injury*.



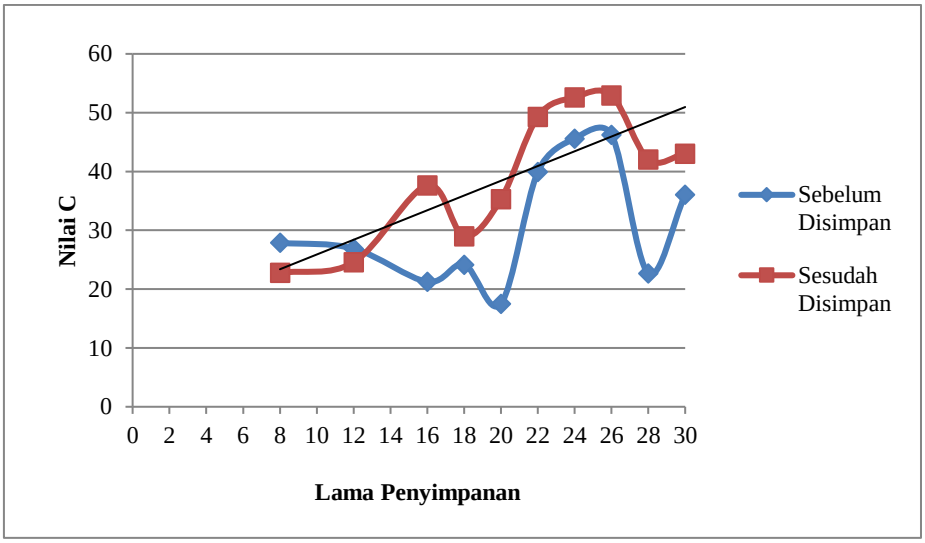
Gambar 1. Nilai Susut Bobot Cabai Selama Penyimpanan Suhu 10ºC

Susut bobot sangat dipengaruhi nilainya dengan lama penyimpanan. Hal ini ditandai dengan nilai R^2 yang mendekati 1, yaitu sebesar 0,9557. Nilai susut bobot dari penyimpanan hari ke 0 sampai hari ke 8 mengalami peningkatan yang sedikit, tapi pada hari ke 8 hingga 12, terjadi peningkatan nilai susut bobot yang besar. Nilai susut bobot dari penyimpanan hari ke 12 hingga 30 mengalami peningkatan yang cendrung stabil.

Pada penyimpanan suhu dingin masih terjadi susut bobot diakibatkan oleh proses transpirasi dan respirasi dari buah yang masih berlangsung, meskipun suhu dingin dapat memperlambat laju respirasi dan transpirasi tersebut. Kader (1992) menjelaskan bahwa terjadinya susut bobot disebabkan oleh hilangnya air dalam buah dan akibat proses respirasi yang mengubah gula menjadi CO_2 dan H_2O. Broto (2003) juga menjelaskan bahwa kehilangan susut bobot pada buah dan sayuran selama penyimpanan disebabkan oleh kehilangan air akibat proses penguapan dan kehilangan karbon selama respirasi sehingga menimbulkan kerusakan dan menurunkan mutu produk tersebut.

B. Warna

Nilai Chroma (C) adalah nilai yang menunjukkan nilai intensitas dari warna tersebut. Intensitas menunjukkan lemah atau kuatnya sebuah warna. Nilai chroma sebelum dan setelah penyimapan dapat dilihat pada Gambar 2.

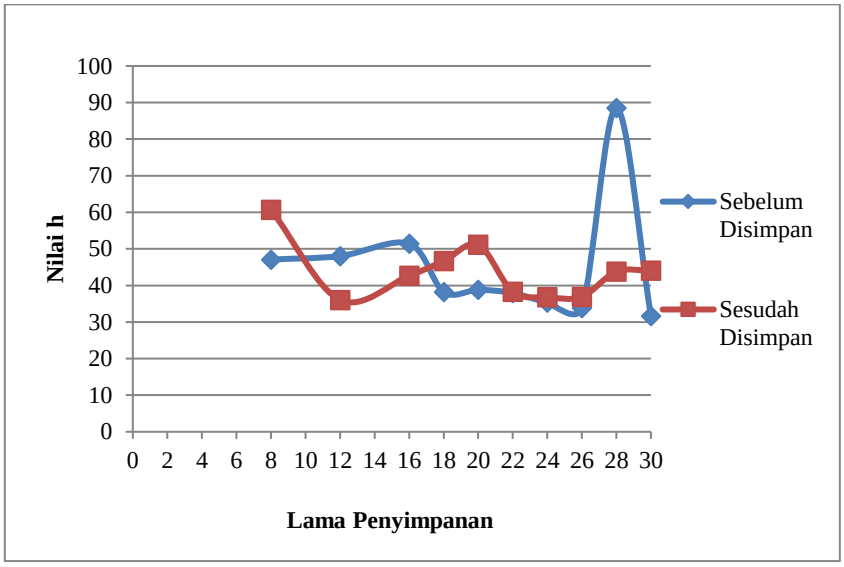


Gambar 2. Nilai Chroma Sebelum dan Sesudah Penyimpanan

Gambar 2 menjelaskan bahwa nilai intensitas warna cabai setelah disimpan menurun daripada setelah dilakukan penyimpanan pada hari ke 8 hingga hari ke 12. Hal ini menandakan bahwa intensitas warna cabai selama penyimpanan hingga hari ke 12 mengalami pemudaran. Pemudaran terjadi karena cabai yang digunakan merupakan cabai dengan indeks kematangan 3 sehingga cabai melakukan proses pematangan hingga menjadi warna merah muda.

Intensitas warna cabai mengalami peningkatan setelah disimpan pada hari ke 16 hingga 30 daripada cabai sebelum disimpan. Hal ini menandakan bahwa cabai selama penyimpanan tersebut mulai mengalami proses pemekatan warna akibat penyimpanan pada suhu dingin. Pada penyimpanan suhu dingin, laju respirasi cabai masih terjadi, tapi dalam kondisi yang lambat. Laju respirasi yang rendah akan menghambat pemecahan klorofil dan menurunkan biosintesis karotenoid (Oktaviasari B. 2011).

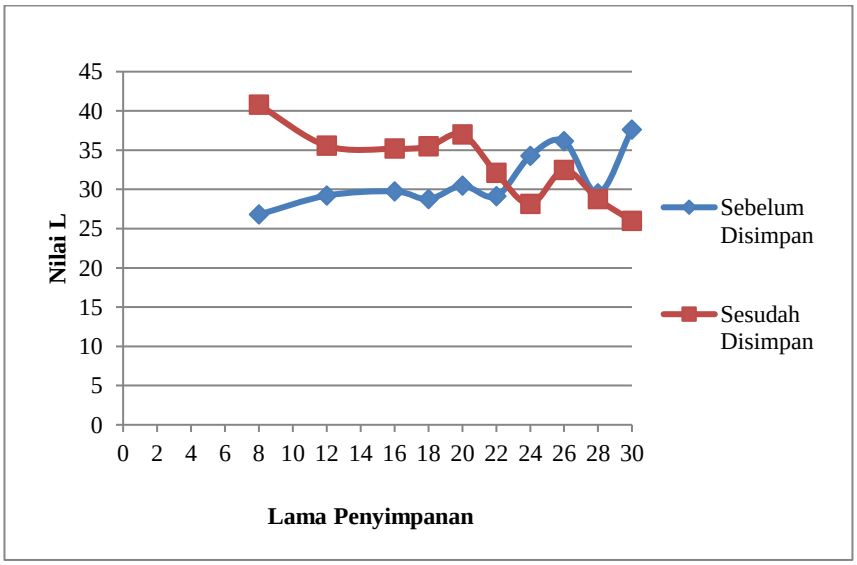
Nilai hue merupakan nilai yang menunjukkan warna yang dominan, dan dinyatakan dalam sudut. Nilai Hue sebelum dan sesudah penyimpanan disajikan pada Gambar 3. Secara umum nilai hue pada cabai merah setelah disimpan mengalami peningkatan daripada sebelum disimpan. Penurunan hue terjadi pada hari ke 12 hingga hari ke 16, dan pada hari ke 28. Menurut Hariyanto (2009), pada sudut *hue* 0°-45° dan 46°- 315° menunjukkan warna merah (*outer*) sedangkan pada sudut *hue* 0°-15° dan 16°-345° menunjukkan warna merah inti (*inner*). Perubahan warna hue terjadi selama penyimpanan masih berada pada range warna merah meskipun terjadi peningkatan nilai hue selama penyimpanan.



Gambar 3. Nilai Hue Sebelum dan Sesudah Penyimpanan

.

Secara visual pada hari ke 22 hingga 30 terjadi perubahan warna yaitu penggelapan dari warna merah cabai, dan nilai L yang juga mengalami penurunan pada hari ke 24 hingga hari ke 30. Hal ini menandakan bahwa pada hari ke 22, warna cabai berada pada sudut 16º-345º yang menyebabkan warna merah yang terjadi yaitu warna merah inner. Nilai L merupakan nilai yang menunjukkan tingkat kecerahan buah. Nilai lightnest (L) sebelum dan sesudah penyimpanan disajikan pada Gambar 4.



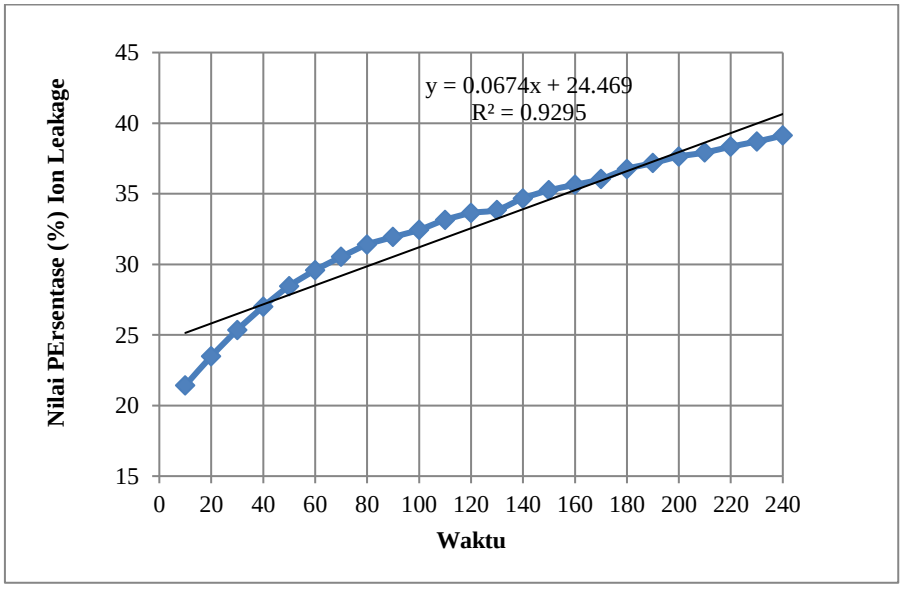
Gambar 4. Nilai Lightnest (L) Sebelum dan Sesudah Penyimpanan

Gambar 4 memperlihatkan bahwa kecerahan cabai merah pada hari ke 8 hingga hari ke 22 meningkat dari pada sebelum disimpan. Hal ini terjadi karena cabai yang digunakan adalah cabai merah dengan indeks kematangan 3. Selama penyimpanan, cabai merah mengalami pematangan dan warna berubah menjadi cerah. Pada hari ke 22, nilai L sesudah disimpan hampir sama dengan nilai L sebelum disimpan. Pada hari ke 24 hingga hari ke 30, nilai L sesudah disimpan mengalami penurunan daripada nilai L sebelum disimpan. Hal ini terjadi karena pada penyimpanan hari ke 24, mulai terjadi penggelapan. Secara visual terlihat bahwa pada hari ke 24, cabai mulai berubah warna menjadi gelap.

Penyimpanan cabai pada suhu rendah mampu mempertahankan kecerahan cabai hingga 22 hari. Suhu penyimpanan yang rendah akan menghambat laju respirasi pada cabai. Laju respirasi yang rendah akan menghambat pemecahan klorofil dan menurunkan biosintesis karotenoid (Oktaviasari B. 2011).

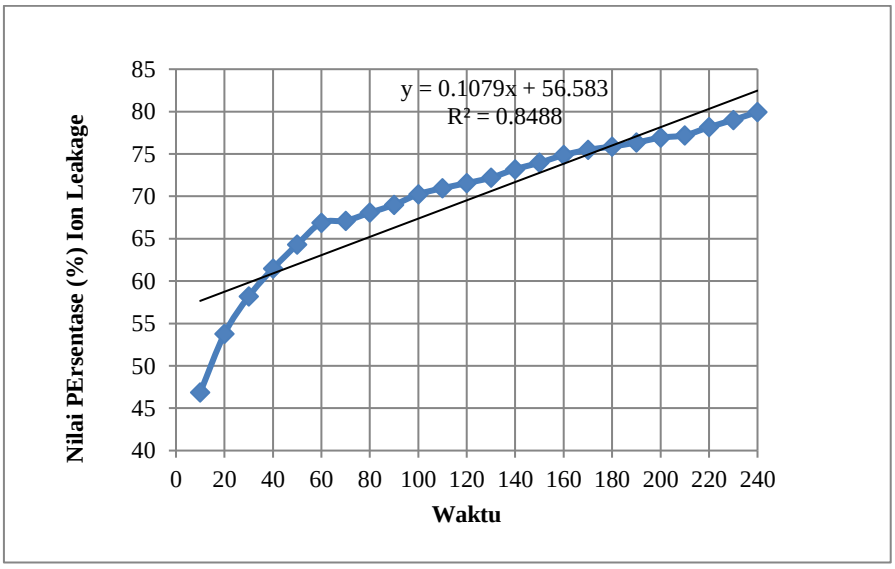
C. Ion Leakage (*Electrolyte Leakage*)

Ion merupakan bagian dari muatan larutan yang berupa larutan elektrolit. Pada suhu yang rendah (mendekati 0ºC) akan menyebabkan kerusakan secara fisiologis pada cabai dan terjadi kebocoran-kebocoran larutan elektrolit dengan cepat (Lewis dan Workman (1964) dalam Pantastico *et al*. (1986). Salveit (2002) mengatakan bahwa pada suhu rendah dibawah suhu optimum penyimpanan buah, terjadi kerusakan membran sel akibat kerusakan dingin. Gejala terjadinya kerusakan dingin dapat diamati dari kenaikan kecepatan respirasi dan produksi etilen, penurunan kecepatan pertumbuhan, terjadinya poses pematangan yang tidak normal dan lambat serta kenaikan jumlah ion yang dikeluarkan dari membran sel (ion leakage) (Saltveit. 1989; 2002). Nilai ion leakage selama penyimpanan secara berurutan disajikan pada Gambar 5 sampai dengan 9.

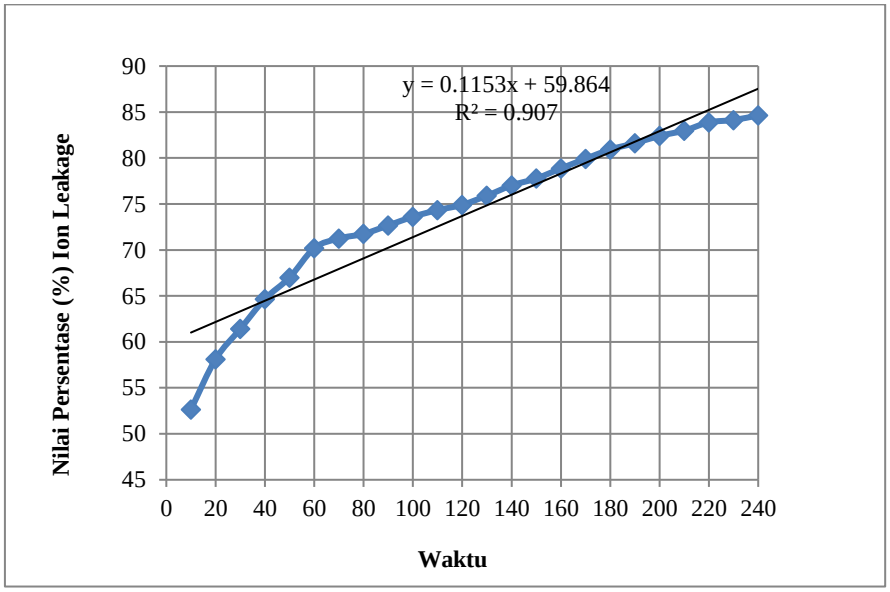


Gambar 5. Nilai Ion Leakage Cabai Pada Penyimpanan Hari ke 0

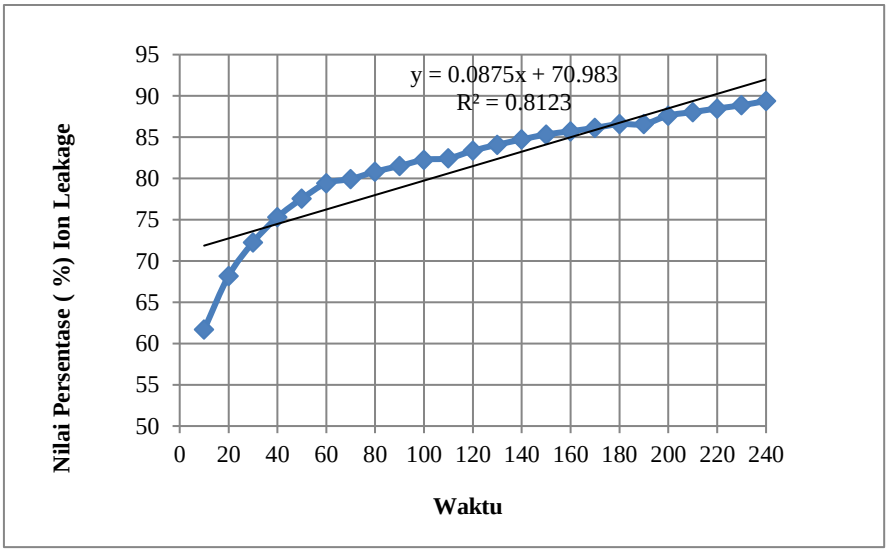
Gambar 5 menjelaskan bahwa pada hari ke 0, nilai ion persentase ion yang terdapat pada cabai berkisar dari 21% hingga 39%. Nilai ini menandakan bahwa pada hari ke 0 belum terjadi kebocoran ion. Nilai ion yang rendah menandakan bahwa buah masih dalam kondisi segar dan belum mengalami kerusakan.



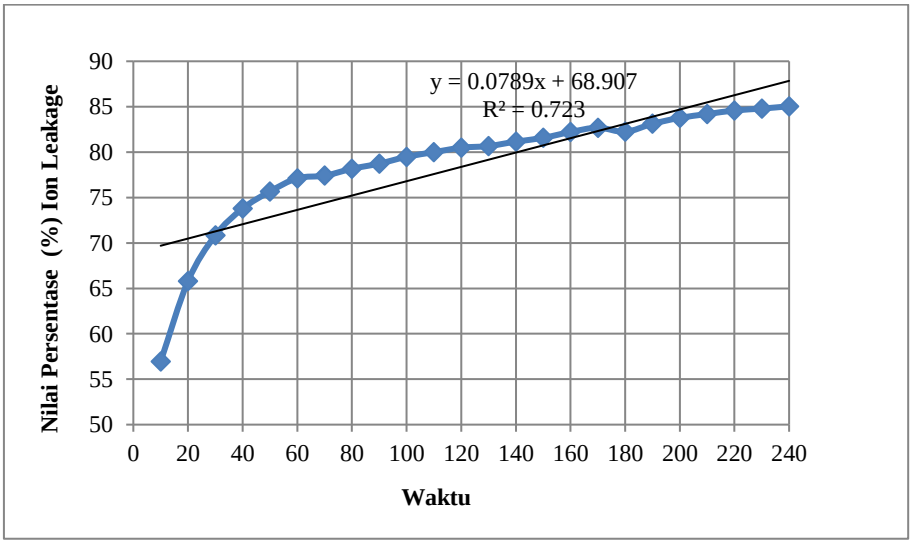
Gambar 6. Nilai Ion Leakage Cabai Pada Penyimpanan Hari ke 16



Gambar 7. Nilai Ion Leakage Cabai Pada Penyimpanan Hari ke 18



Gambar 8. Nilai Ion Leakage Cabai Pada Penyimpanan Hari ke 28



Gambar 9. Nilai Ion Leakage Cabai Pada Penyimpanan Hari ke 30

Gambar 6, 7, 8 dan 9 menunjukkan kenaikan dari persentase kebocoran ion pada cabai selama penyimpanan. Cabai yang disimpan hingga hari ke 16 mulai mengalami kerusakan akibat suhu dingin dan mulai mengalami gejala *chilling injury*. Hal ini dibuktikan dengan nilai persentase ion leakage pada penyimpanan hari ke 16 sampai pengukuran menit ke 240 mencapai nilai 80%. Cabai pada penyimpanan hari ke 16 mulai mengalami gejala *chilling injury* juga dibuktikan dengan nilai chroma dari warna cabai yang mengalami penurunan, sehingga menandakan bahwa terjadi pemekatan warna pada cabai. Nilai susut bobot yang besar pada hari ke 16 juga menjadi tanda bahwa cabai mulai mengalami gejala *chilling injury*. Gambar 6 menunjukkan nilai kebocoran ion pada cabai mencapai 85%. Cabai pada penyimpanan hari ke 18 merupakan hari awal cabai mengalami *chilling injury*. Hal ini ditandai dengan nilai slope dari cabai pada penyimpanan hari ke 18 merupakan nilai slope tertinggi. Nilai slope yang tertinggi menjadi penanda bahwa buah mengalami *chilling injury* (Oktaviasari. 2011). Laju perubahan ion leakage selama penyimpanan pada suhu 10°C dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Laju Perubahan Ion Leakage Selama Penyimpanan Suhu 10°C

Hari	Slope
0	0.0674
4	0.0797
8	0.085
12	0.0884
16	0.1079
18	0.1153
20	0.0968
22	0.0892
24	0.0813
26	0.0741
28	0.0875
30	0.0789

Chilling injury dimulai pada hari ke 18 pada penyimpanan suhu 10°C. Nilai kebocoran ion pada hari ke 20 hingga 30 memiliki nilai diatas 80% dan ini juga menjadi idnikator bahwa dari hari ke 18 hingga hari selanjutnya cabai yang disimpan pada suhu 10°C telah mengalami *chilling injury*.

KESIMPULAN

Nilai susut bobot terjadi pada penyimpanan dingin. Perubahan mulai terjadi pada hari penyimpanan ke-8, dan nilai susut bobot yang besar terjadi pada hari ke 12. Warna mengalami pemekatan dan hanya dapat mempertahankan kecerahan hingga hari penyimpanan ke-22 dan nilai slope dari pengujian ion yang memiliki nilai slope paling tinggi pada hari ke 18.

DAFTAR PUSTAKA

Broto, W. 2003. Mangga: Budi Daya. Pasca Panen dan Tata Niaganya. Agromedia pustaka. Jakarata.

Fahmy, Khandra dan Kohei Nakano. 2016. Effective Transport and Storage Condition for Preserving The Quality of Jirop Persimmon in Export Market. Agriculture and Agricultural Science Procedia (9). 279-290

Fahmy, Khandra. Kohei Nakano, Fidela Violalita. 2015. Investigation on Quantitive Index of Chilling Injury in Cucumber Fruit Based on The Electrolyte leakage and Malondialdehyde Content. Advanced Science Engineering Information Technology Vol 5. No 3.ISSN : 2088-5334.

Gross, Kenneth C., Chien Yi Wang., Mikal Salviet. 2016. The Commersial Storage of Fruits. Vegetables. and Florist and Nursery Stocks. Agricultural Handbook 66.USA: United States Department of Agriculture

Kader, Adel A. 2013. Postharvest Technology of Horticultural Crops. California: University of California

Kader, A. A. 1992. Postharvest Biology and technology: an Overview. In A. A. Kader (Ed). Postharvest of Horticultural Crops. Univ. Carolina. USA.

Kementrian Pertanian RI. 2017. Produksi Cabai Merah Besar Menurut Provinsi Tahun 2012-2016. http://www.pertanian.go.id/ap_pages/mod/datahorti (Diakses tanggal 22 Mei 2018 pukul 22:58)

Nurdjannah, Rahmawati. 2014. Perubahan Kualitas Cabai Merah dalam Berbagai Jenis Kemasan Selama Penyimpanan Dingin. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor

Oktaviasari B, Hendri. 2011. Kajian Gejala Chilling Injury Terhadap Perubahan Mutu Buah Mangga Varietas Gedong Ginju Selama Penyimpanan Dingin. [Skripsi]. Bogor: Institute Pertanian Bogor

Pusat Data dan Sistem Informasi Pertainan. 2015. Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Hortikultura: Cabai. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Kementrian Pertanian

Pantastico. Er. B. (Ed). 1986. Fisiologi Pasca Pane. Penanganan dan pemanfaatan Buah-Buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan sub Tropika. Diterjemahkan oleh Kamariyani dan G. Tjitrosoepomo. UGM. Yogyakarta.

Rahman MM, MD Miaruddin, MD Golam FC. MD HH Khan dan MA Matin. 2012. Effect of different Packaging Systems and Chlorination on The Quality and Shelf Life of Green Chili. Journal Agril. Res. 37(4): 729-736. Desember 2012.ISSN 0258-7122. Bangladesh.

Saltveit, M.E. 2002. The Rate or ion leakage from chilling sensitive tissue does not immedietly increase upon exposure to chilling temperatures. Post harvest Biology and Technology 26: 295-304.

Walker, Stephanie. 2015. Postharvest Handling of Fresh Chiles. Mexico: New Mexico State University