



**KAJIAN PERLAKUAN PRA PENDINGINAN, SUHU PENYIMPANAN  
DAN KEMASAN TERHADAP KUALITAS DAN UMUR SIMPAN  
PRODUK HORTIKULTURA: STUDI KASUS PADA BROKOLI (*Brassica  
oleracea L. var Italica*) DAN TOMAT *BEEF* (*Lycopersicum esculentum* Mill.)**

**Tim Widyaiswara:**

**Ir. Elvina Herdiani, MP**

**Dewi Padmisari S, S.P., MSc**

**Rosros Rosdiantini S.P., MSc**

**Sani Hanifah, S.P., MP**

**Riyadi Pratiwa S, S.Pt., MP**

**Estu Hariyani, S.TP., MP**

**BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN  
BALAI BESAR PELATIHAN PERTANIAN (BBPP) LEMBANG  
2023**

## KATA PENGANTAR

Sektor hortikultura, memainkan peran penting dalam memenuhi kebutuhan pangan dan mendukung pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik (2022), komoditas hortikultura yang sangat populer di Indonesia adalah brokoli dan juga tomat. Kedua komoditas tersebut merupakan komoditas utama yang dibudidayakan oleh petani di Kecamatan Lembang sebagai sentra sayuran.

Penanganan pascapanen sayuran di Indonesia belum mendapat perhatian yang cukup. Berbagai cara yang dilakukan guna memperkecil atau meniadakan terjadinya kerusakan tersebut antara lain adalah pembersihan, sortasi, grading, dan pengemasan. Selain itu penghambatan proses respirasi dan transpirasi pada buah juga merupakan cara yang efektif untuk mengurangi kerusakan buah dan sayur setelah pemanenan. Metode lain yang dapat digunakan pada pascapanen sayuran dan buah adalah dengan metode penurunan suhu dan pengemasan.

Guna mengembangkan profesionalisme widyaiswara sesuai dengan PERMENPAN RB Nomor 42 Tahun 2021 bahwa salah satu tugas pokok dan fungsi widyaiswara adalah melakukan pengembangan profesi widyaiswara melalui pembuatan karya tulis ilmiah baik buku maupun non buku. Hal tersebut dilakukan agar seorang widyaiswara lebih kompeten khususnya dalam penguasaan substansi materi sesuai dengan pengampuannya. Untuk itu tim widyaiswara dari BBPP Lembang melakukan kajiwidya dengan judul **Kajian Perlakuan Pra Pendinginan, Suhu Penyimpanan dan Kemasan terhadap Kualitas dan Umur Simpan Produk Hortikultura: Studi Kasus pada Brokoli (*Brassica oleracea L. var Italica*) dan Tomat *Beef* (*Lycopersicum esculentum Mill.*).**

Saran dan masukan untuk perbaikan sangat kami harapkan, guna penyempurnaan laporan kajiwidya ini. Terima kasih juga kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dan menyelesaikan kegiatan hingga laporan kajiwidya ini.

Tim Widyaiswara

## DAFTAR ISI

	<b>Hal.</b>
<b>Kata Pengantar .....</b>	<b>i</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>ii</b>
<b>Daftar Tabel .....</b>	<b>iii</b>
<b>Daftar Gambar .....</b>	<b>iv</b>
<b>1. Pendahuluan .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Pengkajian .....	2
1.4 Manfaat Pengkajian .....	3
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Pra Pendinginan, Suhu Penyimpanan dan Kemasan .....	4
2.2 Uji Mutu Brokoli .....	8
2.3 Uji Mutu buah Tomat <i>Beef</i> .....	8
<b>3. METODOLOGI .....</b>	<b>10</b>
3.1 Lokasi dan Waktu Pengkajian .....	10
3.2 Tahapan Pengkajian .....	10
3.3 Metode Pengumpulan Data .....	11
<b>4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>13</b>
4.1 Perubahan Susut Bobot Brokoli .....	13
4.2 Perubahan Tekstur Brokoli .....	19
4.3 Kenampakan Brokoli .....	20
4.4 Perubahan Susut Bobot Tomat <i>Beef</i> .....	22
4.5 Perubahan Tekstur Tomat <i>Beef</i> .....	25
4.6 Kemanisan Tomat <i>Beef</i> .....	26
4.7 Kenampakan Tomat <i>Beef</i> .....	28
<b>5 KESIMPULAN, SARAN DAN REKOMENDASI .....</b>	<b>32</b>
5.1 Kesimpulan .....	32
5.2 Saran .....	33
5.3 Rekomendasi .....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR TABEL

	<b>Hal.</b>
Tabel 1. Pengamatan Suhu Selama Penyimpanan.....	13
Tabel 2. Pengamatan Kelembapan Selama Penyimpanan .....	13
Tabel 3. Hasil Uji Duncan Rata – rata Susut Bobot Brokoli .....	17
Tabel 4. Perubahan Susut Bobot Tomat .....	22
Tabel 5. Perbandingan Hasil Pengukuran Kekerasan Buah Tomat <i>Beef</i> pada Hari ke – 1 dan ke – 10 .....	25
Tabel 6. Hasil Uji Duncan Kekerasan Tomat <i>Beef</i> .....	26
Tabel 7. Hasil uji Duncan Rata-rata Kadar Total Padatan Terlarut Tomat <i>Beef</i> .....	28

## DAFTAR GAMBAR

		<b>Hal.</b>
Gambar 1.	Grafik Rata – rata Perubahan Susut Bobot antara Perlakuan Tanpa Pra Pendinginan (P0) dan dengan Pra Pendinginan (P1) pada Brokoli .....	14
Gambar 2.	Grafik Rata – rata Perubahan Susut Bobot antara Perlakuan Suhu Ruang (C0) dan Suhu Rendah/CS (C1) pada Brokoli ...	15
Gambar 3.	Grafik Rata – rata Perubahan Susut Bobot antara Perlakuan Tanpa Kemasan (K0) dan dengan Kemasan Plastik <i>Wrapping</i> (K1) pada Brokoli .....	16
Gambar 4.	Grafik Rata – rata Perubahan Susut Bobot antara Perlakuan C0K0, C0K1, C1K0, dan C1K1 pada Brokoli .....	18
Gambar 5.	Batang brokoli yang melunak, Batang brokoli yang masih baik teksturnya .....	19
Gambar 6.	Perubahan Warna Brokoli.....	21
Gambar 7.	Grafik Rata – rata Perubahan Susut Bobot antara Perlakuan Suhu Ruang (C0) dan Suhu Rendah/CS (C1) pada Tomat <i>Beef</i> .....	23
Gambar 8.	Rata-rata Kadar Total Padatan Terlarut Tomat <i>Beef</i> antara Perlakuan Pra Pendinginan (P) dan Perlakuan Suhu Penyimpanan (C) .....	27
Gambar 9.	Tahap Pematangan Tomat berdasarkan <i>USDA Standards</i> .....	29
Gambar 10.	Perubahan Warna Tomat <i>Beef</i> .....	30

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertanian terutama sektor hortikultura, memainkan peran penting dalam memenuhi kebutuhan pangan dan mendukung pertumbuhan ekonomi di Indonesia (Hayati et al., 2017). Seiring dengan peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya pola makan sehat, permintaan akan sayuran segar yang berkualitas juga semakin meningkat. Menurut Badan Pusat Statistik (2022), komoditas hortikultura yang sangat populer di Indonesia adalah brokoli dan juga tomat. Kedua komoditas tersebut merupakan komoditas utama yang dibudidayakan oleh petani di Kecamatan Lembang sebagai sentra sayuran.

Tahapan budidaya sayuran yang memegang peranan penting tapi sering diabaikan oleh petani adalah penanganan pascapanen. Penanganan pascapanen sayuran di Indonesia belum mendapat perhatian yang cukup. Hal ini terlihat dari kerusakan pascapanen sebesar 25% – 28% (Rachmawati, 2010), sehingga butuh penanganan khusus untuk memberikan perlindungan produk dari kerusakan dan memperpanjang umur simpan. Cara yang paling efektif untuk menurunkan laju respirasi adalah dengan menurunkan suhu produk namun demikian beberapa cara tambahan dari cara pendinginan (suhu rendah) dapat meningkatkan efektifitas penurunan laju respirasi.

Beberapa penyebab kerusakan yang sering dihadapi oleh pedagang atau pengepul komoditas sayur dan buah adalah (1) musim panen, (2) waktu panen, (3) penanganan pascapanen (penumpukan, pembersihan dan pengemasan). Berbagai cara yang dilakukan guna memperkecil atau meniadakan terjadinya kerusakan tersebut antara lain adalah pembersihan, sortasi, grading, dan pengemasan. Selain itu penghambatan proses respirasi dan transpirasi pada buah juga merupakan cara yang efektif untuk mengurangi kerusakan buah dan sayur setelah pemanenan. Metode lain yang dapat digunakan pada pascapanen sayuran dan buah adalah dengan metode penurunan suhu dan pengemasan. Kemasan plastik untuk produk segar akan menyebabkan adanya perubahan konsentrasi CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> sekitar produk di dalam kemasan sebagai akibat dari proses respirasi produk serta interaksinya dengan permeabilitas plastik terhadap CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>. Pemilihan ketebalan kemasan

plastik adalah hal yang kritis karena berhubungan dengan permeabilitas plastik terhadap keadaan lingkungan.

Guna mengembangkan profesionalisme widyaiswara sesuai dengan PERMENPAN RB Nomor 42 Tahun 2021 bahwa salah satu tugas pokok dan fungsi widyaiswara adalah melakukan pengembangan profesi widyaiswara melalui pembuatan karya tulis ilmiah baik buku maupun non buku. Hal tersebut dilakukan agar seorang widyaiswara lebih kompeten khususnya dalam penguasaan substansi materi sesuai dengan pengampuannya. Guna mewujudkan tujuan tersebut, seorang widyaiswara harus mampu mengkaji sebuah pemikiran secara ilmiah melalui metodologi pengkajian yang tepat. Untuk itu tim widyaiswara dari BBPP Lembang melakukan kajiwidya dengan judul **Kajian Perlakuan Pra Pendinginan, Suhu Penyimpanan dan Kemasan terhadap Kualitas dan Umur Simpan Produk Hortikultura: Studi Kasus pada Brokoli (*Brassica oleracea L. var Italica*) dan Tomat *Beef* (*Lycopersicum esculentum Mill.*).**

## 1.2 Perumusan Masalah

Bagaimanakah perbandingan perubahan susut bobot, tekstur dan warna pada komoditas brokoli dan tomat *beef* selama proses pra pendinginan, penyimpanan pada suhu ruang dan suhu rendah, serta pengaruh kemasan untuk menentukan titik terbaik dari semua parameter yang disebutkan.

## 1.3 Tujuan Pengkajian

- a. Untuk mengidentifikasi pengaruh perlakuan pra pendinginan terhadap kualitas komoditas brokoli dan tomat *beef*;
- b. Untuk mengidentifikasi pengaruh perlakuan suhu penyimpanan terhadap tingkat degradasi kualitas komoditas brokoli dan tomat *beef*;
- c. Untuk mengidentifikasi peran kemasan dalam mempertahankan kualitas selama periode penyimpanan dari komoditas brokoli dan tomat *beef*;

- d. Untuk mengidentifikasi kombinasi optimal antara perlakuan pra pendinginan, suhu penyimpanan, dan kemasan untuk memaksimalkan kualitas komoditas brokoli dan tomat yang disimpan.

#### **1.4 Manfaat Pengkajian**

- a. Sebagai penguatan substansi dalam penyusunan bahan diklat (bahan ajar, bahan tayang, RBPMD/GBPP dan RP/SAP materi panen dan pascapanen pada Pelatihan Teknis Agribisnis Sayuran di BBPP Lembang;
- b. Sebagai bahan referensi bagi peserta pelatihan, sehingga mereka dapat memberikan rekomendasi praktis dan ilmiah kepada *stakeholder* (produsen atau pelaku industri).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pra Pendinginan, Suhu Penyimpanan dan Kemasan

Salah satu perlakuan pascapanen yang penting adalah pra pendinginan. Perlakuan ini dilakukan sebelum penyimpanan dan bertujuan untuk menghambat aktivitas respirasi dan memperlambat proses degradasi brokoli (Santosa, 2016). Pra pendinginan dilakukan dengan menurunkan suhu brokoli secara cepat setelah panen, sehingga aktivitas enzim dan respirasi dapat ditekan. Pra pendinginan juga berpotensi untuk mempertahankan warna alami dan tekstur brokoli yang menarik, sehingga meningkatkan daya tarik pasar. Selain itu, suhu penyimpanan juga memainkan peran penting dalam menjaga kualitas brokoli pascapanen, suhu penyimpanan yang tepat dapat mempengaruhi tingkat kelembaban, aktivitas enzim, dan pertumbuhan mikroorganisme pada brokoli (Paulsen, 2017).

Pengendalian suhu dapat mengendalikan kematangan buah, kelayuan, mencegah kerusakan oleh mikrobia serta perubahan tekstur komoditi yang disimpan. Penurunan suhu dapat menurunkan laju respirasi, laju transpirasi maupun proses oksidasi kimia sehingga pendinginan dianggap merupakan cara ekonomis untuk penyimpanan jangka panjang bagi buah – buahan dan sayuran (Ria, 2012).

Suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan kerusakan oleh dingin pada brokoli, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat mempercepat pembusukan (Yolandika, 2016). Oleh karena itu, penentuan suhu penyimpanan yang optimal menjadi kunci dalam menjaga kualitas dan kesegaran brokoli (Dirapan *et al.* 2021).

Walker (2010) menyatakan bahwa penggunaan ruang pendingin cocok untuk penyimpanan cabai karena dapat mempertahankan kesegaran produk untuk waktu yang lebih lama. Kondisi optimum penyimpanan, kualitas dan kematangan buah tomat segar berada di antara 5 sampai 10°C (Pinheiro *et al.* 2013).

Selain penyimpanan suhu rendah, pengemasan juga dapat mempengaruhi masa simpan. Pengemasan adalah salah satu cara yang banyak digunakan dikalangan masyarakat dalam menjaga mutu kesegaran dan umur simpan produk makanan. Menurut Syarif (1989), pengemasan memegang peranan yang penting yang dapat mencegah atau mengurangi dampak kerusakan yaitu dengan cara melindungi bahan pangan yang ada didalamnya, selain itu peranan pengemasan

juga sebagai pelindung bahan pangan dari bahaya pencemaran serta gangguan fisik. Pengemasan plastik dapat menyebabkan adanya modifikasi atmosfer dengan menekan proses respirasi. Aktifitas respirasi ini tidak bisa dihentikan tetapi bisa dikurangi dengan cara melalui penyimpanan pada suhu rendah yang dikombinasikan dengan pengemasan yang tepat (Lamona *et al.* 2015). Selain itu, penurunan suhu dilakukan dengan mengemas sayuran menggunakan pengemas plastik (Rachmawati, 2010).

Penggunaan kemasan plastik dapat dikombinasikan dengan penyimpanan suhu rendah sehingga umur simpan produk lebih lama. Penyimpanan suhu rendah mampu mempertahankan kualitas dan memperpanjang masa simpan hasil pertanian, karena dapat menurunkan proses respirasi, memperkecil transpirasi dan menghambat perkembangan mikroba (Dersana *et al.* 2003).

Menurut Walker (2010), penyimpanan cabai dengan kemasan karton akan menghilangkan bobot sekitar 3.5% pada suhu 24°C setiap harinya, namun hanya 0.5% jika menggunakan suhu penyimpanan 8°C, sedangkan jika menggunakan kemasan plastik *polietilen (PE)*, kehilangan bobotnya lebih rendah. Susut bobot setelah 1 minggu penyimpanan hanya mencapai 0.3% pada penyimpanan suhu 24°C dan 0.2% pada suhu 8°C. Zaulia *et al.* (2006) melaporkan bahwa penggunaan plastik jenis polipropilen (PP) dapat mempertahankan mutu dan kesegaran cabai potong sampai 4 minggu dengan suhu penyimpanan 2°C. Penggunaan plastik sebagai bahan pengemas mempunyai keunggulan dibanding bahan pengemas lain karena sifatnya yang ringan, transparan, kuat, termoplastik dan selektif dalam permeabilitasnya terhadap uap air, O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. Sifat permeabilitasnya plastik terhadap uap air dan udara menyebabkan plastik mampu berperan untuk mengatur kelembaban dari ruang penyimpanan (Renate, 2009).

#### **a. Brokoli**

Salah satu komoditas hortikultura yang sangat populer adalah brokoli (*Brassica oleracea L. var italica*). Brokoli memiliki morfologinya yang khas yaitu berupa kepala bunga yang terdiri dari kelopak – kelopak kecil dan batang yang tebal serta memiliki kandungan nutrisi yang sangat baik. Sayuran ini kaya akan serat, vitamin C, vitamin K, folat, dan senyawa

antioksidan seperti *sulforaphane* (Fatharanni & Anggraini, 2017). Brokoli merupakan komoditas khas yang menjadi tanaman sayuran utama yang ditanam oleh sebagian besar petani di Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung Barat.

Brokoli merupakan sayuran yang memiliki warna hijau cerah alami dengan tekstur yang menarik. Salah satu cara yang juga efektif dalam melakukan penanganan pascapanen brokoli ialah dengan menurunkan laju respirasi dan metabolisme dari produk panen. Penekanan laju respirasi dan metabolisme dapat dilakukan dengan menurunkan suhu ruang penyimpanan produk panen (Rachmawati, 2010).

Brokoli rentan mengalami kerusakan pascapanen karena brokoli memiliki sifat yang cukup sensitif terhadap perubahan suhu dan kelembaban (Caleb *et al.* 2016). Kandungan air yang tinggi dalam brokoli yaitu sekitar 90%, serta laju respirasinya yang cepat, menjadi faktor penyebab utama penurunan kualitas, perubahan warna, dan peningkatan aktivitas mikroba (Blongkod, 2016). Oleh karena itu, untuk memperpanjang umur simpan dan mempertahankan kualitas brokoli, diperlukan perlakuan pascapanen yang tepat. Salah satunya dengan penyimpanan suhu rendah.

Suhu rendah dapat memperpanjang umur simpan sayuran dan dapat mengurangi aktifitas enzim klorofilase yang merusak klorofil (Rohmat, 2014). Namun demikian, selama proses penyimpanan produk setelah panen mengalami penurunan kualitas yang ditunjukkan dengan perubahan kenampakan fisik serta kimiawi produk panen. Salah satu perubahan yang sangat mencolok saat penyimpanan adalah susut bobot dan perubahan kandungan pigmen (zat warna) dalam jaringan. Dengan turunnya kandungan klorofil, maka pigmen – pigmen lainnya dapat bertambah ataupun berkurang pada suhu simpan, kemasan, dan varietasnya.

**b. Tomat Beef**

Salah satu komoditas sayuran buah yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi adalah tomat. Tomat memiliki beberapa varietas yang berbeda – beda. Salah satu varietas yang memiliki nilai jual ekonomis yang tinggi pada buah tomat adalah tomat varietas Umagna atau yang biasa dikenal sebagai tomat *beef*. Tomat *beef* memiliki nilai ekonomis yang tinggi dikarenakan memiliki bentuk yang cukup besar, rasa yang manis, dan warna merah cerah. Tomat *beef* dikenal sebagai tomat burger. Tingginya nilai ekonomis buah tomat *beef* membuat proses panen dan pascapanen buah tomat *beef* harus diperhatikan agar tidak terjadi penurunan mutu buah tomat *beef*. Proses pascapanen yang baik ialah proses pascapanen yang sesuai dengan konsep *Good Handling Practices (GHP)*. Tomat memiliki kadar air yang mencapai 94% dari total bobotnya. Kadar air yang tinggi menyebabkan buah tomat mudah rusak (Anonim, 2015).

Buah tomat setelah pemanenan masih melakukan proses metabolisme sehingga berpotensi mengalami kerusakan. Buah tomat yang dipanen setelah timbul warna merah 10% sampai dengan 20% hanya tahan disimpan maksimal selama 7 hari pada suhu kamar (Rudito, 2005). Kerusakan ini akan terjadi apabila tidak ada perlakuan pada penyimpanannya. Buah tomat juga memiliki kadar air yang tinggi sehingga menyebabkan tomat cepat rusak.

Buah tomat memiliki kadar air yang mencapai 94% dari bobot totalnya (Johansyah *et al.* 2014). Buah tomat juga tergolong buah klimaterik yang artinya pemanenan buah tomat tidak perlu ditunggu hingga matang penuh karena dapat matang sempurna setelah panen. Menurut Tarigan *et al.* (2016), buah klimaterik, respirasinya meningkat pada awal penyimpanan dan menurun seiring lamanya penyimpanan. Pola respirasi ini berpengaruh pada mutu tomat selama penyimpanan.

## 2.2. Uji Mutu Brokoli

Pengamatan mutu brokoli dilakukan untuk mengetahui:

### 1. Susut Bobot (%)

Pengamatan susut bobot brokoli dilakukan dengan menimbang brokoli setiap hari hingga terdapat pembusukkan. Penimbangan diambil dari 3 sampel. Pengukuran susut bobot brokoli menggunakan timbangan digital SF – 400. Hasil penimbangan selanjutnya akan dihitung menggunakan rumus yang dinyatakan dalam persen bobot :

$$\text{Susut bobot} = \frac{\text{bobot awal brokoli} - \text{bobot akhir brokoli}}{\text{bobot awal brokoli}} \times 100\%$$

### 2. Kekerasan

Pengukuran kekerasan brokoli menggunakan alat *Fruit Penetrometer* dengan satuan kilogram *force* (kgf). Pengukuran dilakukan pada bagian bawah brokoli (batang). Pengukuran dilakukan setiap hari selama 10 hari.

### 3. Kenampakan

Kenampakan brokoli diamati secara visual. Pengamatan pada kenampakan brokoli dilakukan untuk mengetahui perubahan warna pada brokoli selama penyimpanan 10 hari.

## 2.3. Uji Mutu buah Tomat *Beef*

Pengamatan mutu buah tomat *beef* dilakukan untuk mengetahui:

### 1. Susut Bobot (%)

Pengamatan susut bobot buah dilakukan dengan menimbang buah setiap hari hingga terdapat pembusukkan pada buah. Penimbangan diambil dari 3 sampel. Pengukuran susut bobot tomat *beef* menggunakan timbangan digital SF – 400. Hasil penimbangan selanjutnya akan dihitung menggunakan rumus yang dinyatakan dalam persen bobot :

$$\text{Susut bobot} = \frac{\text{bobot awal tomat} - \text{bobot akhir tomat}}{\text{bobot awal tomat}} \times 100\%$$

2. Uji kadar gula

Pengukuran kadar gula pada tomat *beef* menggunakan alat refraktometer PAL – 1 (% brix). Pengukuran dilakukan setiap hari selama 10 hari masa penyimpanan. Pengukuran tomat *beef* dengan mengambil air yang dihasilkan oleh buah tomat *beef*.

3. Kekerasan

Pengukuran kekerasan buah tomat *beef* menggunakan alat *Fruit Penetrometer* dengan satuan kilogram *force* (kgf). Pengukuran dilakukan pada bagian bawah buah tomat. Pengukuran dilakukan setiap hari selama 10 hari.

4. Kenampakan

Kenampakan buah tomat diamati secara visual. Pengamatan pada kenampakan buah tomat *beef* dilakukan untuk mengetahui perubahan warna pada buah tomat *beef* selama penyimpanan 10 hari.

### 3. METODOLOGI

#### 3.1 Lokasi dan Waktu Pengkajian

Pengkajian dilaksanakan di *Packing House* BBPP Lembang, Kecamatan Lembang Kabupaten Barat. *Packing House (PH)* BBPP Lembang dilengkapi dengan fasilitas 1 buah mesin *pre cooling* (pra pendinginan) dengan tipe *room cooling* berkapasitas  $\pm 100$  Kg (tergantung jenis komoditas), 5000 watt dan 3 unit ruang penyimpanan dingin (*Cold Storage/CS*), berukuran 5m x 4,5m x 2,5m, 10.000 VA, 5000 Watt. Pengkajian dilakukan pada bulan Oktober sampai Desember 2023. Penentuan lokasi ini dilakukan dengan secara *purposive*, yaitu suatu metode penentuan daerah pengkajian secara sengaja dan terencana dengan dasar pertimbangan sebagai berikut : (1) Kecamatan Lembang merupakan salah satu daerah sentra produksi brokoli dan tomat *beef*. (2) Petani di Kecamatan Lembang melakukan usahatani brokoli dan tomat *beef* secara kontinyu. (3) Belum pernah dilakukan pengkajian serupa terkait umur simpan sayuran di lokasi tersebut.

#### 3.2. Tahapan Pengkajian

Pengambilan sampel brokoli diperoleh pada saat panen usia 70 HST di kebun milik Kelompok Tani Jayatani pada tanggal 7 November 2023 Desa Suntenjaya yang terletak pada satu hamparan, dengan Varietas Bejo. Tomat *beef* diambil dari dua *Green House (GH)* milik petani di Desa Cibodas Kecamatan Lembang yang tergabung dalam Asosiasi Tomat *Beef* Kecamatan Lembang (Agrotani), dengan varietas Umagna yang dipanen pada saat usia 85 HST.

Pelaksanaan pengkajian diawali dengan cara melakukan sortasi dan grading dari brokoli dan tomat *beef* yang baik untuk digunakan sebagai bahan pengkajian. Brokoli dan tomat *beef* selanjutnya dilakukan perlakuan tanpa pra pendinginan dan dengan pra pendinginan (suhu 7,5 – 9,5°C). Selanjutnya dilakukan perlakuan tanpa kemasan dan dengan kemasan plastik PP. Penyimpanan dilakukan dengan dengan penyimpanan suhu ruang dan suhu rendah yang disimpan di dalam *Cold Storage (CS)*. Pengujian kualitas brokoli dan tomat *beef* yang dilakukan dalam pengkajian

ini berfokus pada perubahan susut bobot, perubahan tekstur, dan perubahan warna brokoli dan tomat *beef* selama penyimpanan.

Bobot awal setiap sampel ditimbang pada pengamatan hari kesatu. Setelah itu, pengamatan dilakukan dengan menimbang brokoli dan tomat *beef* secara berkala saat sedang disimpan, sampai titik dimana brokoli dan tomat *beef* tidak lagi layak untuk dikonsumsi (selama 10 hari). Timbangan digital yang juga memiliki skala gram digunakan untuk pengukuran susut bobot pada brokoli dan tomat *beef*. Setelah penimbangan selesai, hasil pengukuran dicatat untuk kemudian dihitung.

Alat untuk mengukur kekerasan buah, yang dikenal sebagai *fruit hardness tester*, digunakan dalam industri pertanian dan pangan untuk mengevaluasi kekerasan buah. Prinsip kerjanya melibatkan penekanan pada permukaan buah menggunakan ujung runcing dan mengukur tekanan yang diperlukan untuk menembus kulit buah. Hasil pengukuran ditampilkan pada layar digital, yang menunjukkan angka yang mencerminkan tingkat kekerasan buah dalam satuan yang ditentukan sebelumnya (Kucukonder *et al.*, 2014).

Perubahan warna pada brokoli dan tomat *beef* ditinjau melalui indera penglihatan langsung dengan bantuan kamera HP agar dapat mengetahui adanya perubahan warna. Sampel diletakkan di atas meja datar beralaskan kertas karton berwarna putih. Warna pada kelopak bunga brokoli merupakan salah satu tanda dari kelayakan brokoli untuk dikonsumsi, berbeda dengan tomat *beef* yang tetap masih layak konsumsi pada jangka waktu yang cukup lama (lebih dari 10 hari).

### **3.3. Metode Pengumpulan Data**

Pengkajian menggunakan analisis deskriptif dan rancangan acak lengkap dengan tiga faktor yang terdiri dari delapan perlakuan dengan empat ulangan untuk brokoli, sedangkan tomat menggunakan analisis rancangan acak kelompok. Faktor yang diamati yaitu Faktor P (penggunaan mesin pra pendinginan) dengan taraf P0 = tanpa pra pendinginan, P1 = dengan pra pendinginan. Faktor C (suhu penyimpanan) dengan taraf C0 = suhu ruang dan C1 = suhu rendah (*CS*). Faktor K (kemasan) dengan taraf K0 = tanpa kemasan dan K1 = kemasan plastik *wrapping*. Ketiga faktor dikombinasikan sehingga didapatkan perlakuan:

P0C0K0 = tanpa pra pendinginan, suhu ruang, tanpa kemasan

P0C0K1 = tanpa pra pendinginan, suhu ruang, kemasan plastik *wrapping*

P0C1K0 = tanpa pra pendinginan, suhu rendah (CS), tanpa kemasan

P0C1K1 = tanpa pra pendinginan, suhu rendah (CS), kemasan plastik *wrapping*

P1C0K0 = dengan pra pendinginan, suhu ruang, tanpa kemasan

P1C0K1 = dengan pra pendinginan, suhu ruang, kemasan plastik *wrapping*

P1C1K0 = dengan pra pendinginan, suhu rendah (CS), tanpa kemasan

P1C1K1 = dengan pra pendinginan, suhu rendah (CS), kemasan plastik *wrapping*

Data yang dikumpulkan dalam pengkajian ini dilakukan dengan menggunakan metode observasi dan dokumentasi. Kenampakan buah diamati secara visual. Pengamatan pada kenampakan buah dilakukan untuk mengetahui perubahan warna sedangkan susut bobot, kekerasan, dan kadar gula dihitung selama penyimpanan 10 hari.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perubahan Susut Bobot Brokoli

Perubahan susut bobot merupakan salah satu indikator yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas fisik brokoli. Susut bobot yang terjadi pada brokoli selama penyimpanan cenderung signifikan ( $<0,05$ ). Proses respirasi yang dialami oleh brokoli mengeluarkan sebagian air yang terdapat didalamnya, yang berujung pada perubahan susut bobot. Tingkat suhu dan kelembapan udara di ruang penyimpanan memiliki dampak signifikan terhadap laju penurunan berat brokoli. Menurut Finger *et al.* (1999) dalam Asgar (2017), berat brokoli akan menurun akibat peningkatan laju respirasinya, dimana suhu yang lebih tinggi dan kelembapan udara yang lebih rendah akan menyebabkan penurunan berat brokoli. Tabel 1 dan 2 masing – masing menjelaskan suhu dan kelembapan yang tercatat selama pengamatan.

Tabel 1. Pengamatan Suhu Selama Penyimpanan

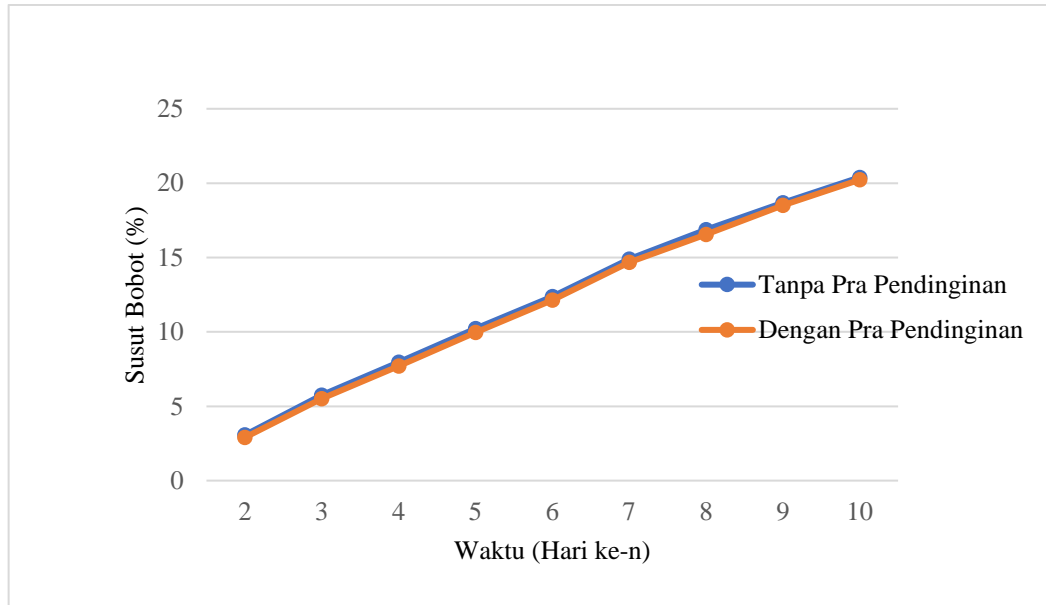
Suhu (°C)	Hari ke-n										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Suhu Ruang	-	-	27,8	26	25,3	24,1	26,5	25,6	25,3	23,4	25,4
Suhu CS	-	6,7	4,4	7,5	6,5	6	7,6	6,6	7,7	6,1	7,4

Tabel 2. Pengamatan Kelembapan Selama Penyimpanan

Kelembapan (%)	Hari ke-n										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kelembapan Ruang	-	-	48	60	64	65	58	62	60	69	66
Kelembapan CS	-	80	99	99	95	93	97	98	95	90	98

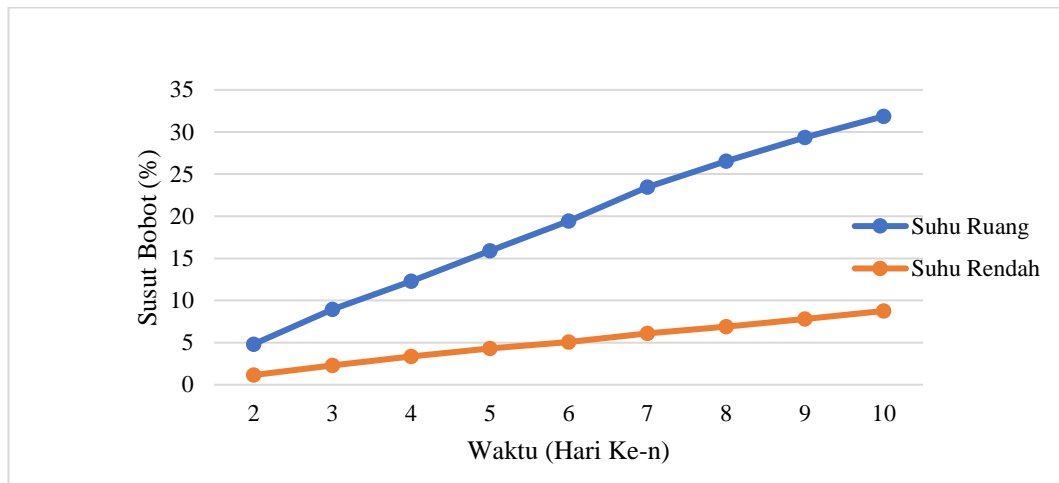
Suhu dan kelembapan yang terjadi selama pengamatan mengalami perbedaan setiap harinya. Suhu rata – rata pada ruangan selama pengamatan yaitu 26°C, sedangkan suhu rata – rata pada *cold storage* selama pengamatan yaitu 6°C. Kelembapan rata – rata pada suhu ruang sebesar 61,33 mmHg, sedangkan kelembapan pada suhu rendah sebesar 96 mmHg. Suhu rata – rata ruangan lebih tinggi dibandingkan dengan *cold storage*, tapi kelembapan suhu ruang lebih rendah daripada suhu *cold storage*. Hal ini menunjukkan hubungan antara suhu dan kelembapan untuk susut bobot.

Gambar 1 menunjukkan rata – rata perubahan susut bobot dari perlakuan suhu penyimpanan antara perlakuan tanpa dan dengan pendinginan.



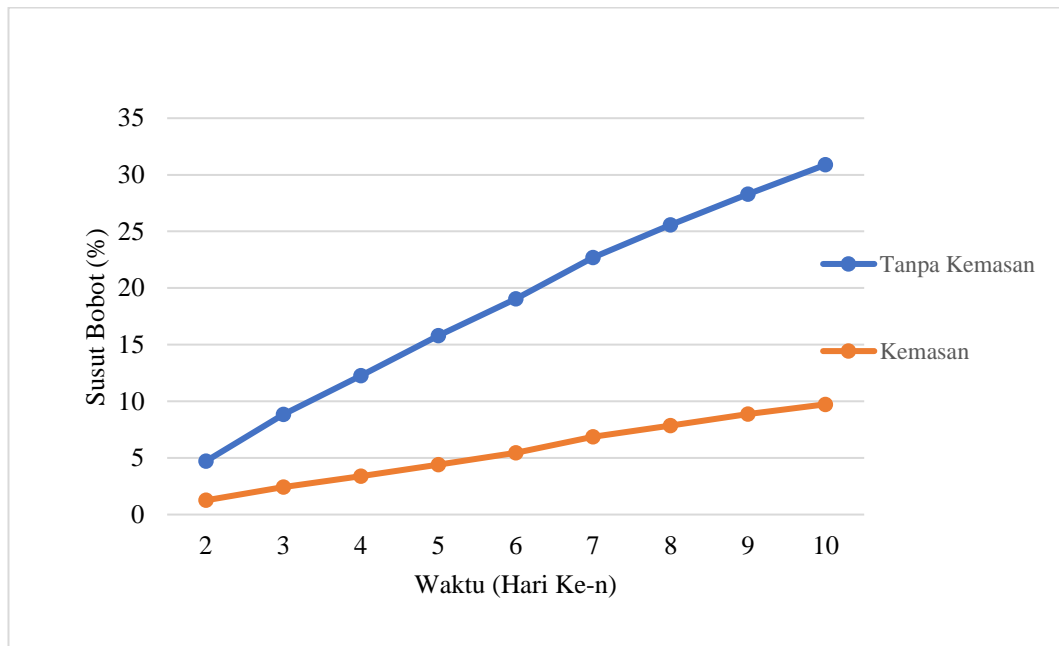
Gambar 1. Grafik Rata – rata Perubahan Susut Bobot antara Perlakuan Tanpa Pra Pendinginan (P0) dan dengan Pra Pendinginan (P1) pada Brokoli

Brokoli yang disimpan pada perlakuan dengan dan tanpa pra pendinginan, memiliki total rata – rata perubahan susut bobot yang hampir sama. Brokoli tanpa pra pendinginan pada hari ke – 9 mengalami penurunan bobot dengan total rata – rata susut bobot sebesar 20,39%, sedangkan brokoli dengan pra pendinginan pada hari yang sama mengalami penurunan bobot dengan total rata – rata adalah 20,23%. Hal ini menunjukkan bahwa pra pendinginan hanya merupakan penanganan tambahan bukan utama pada tahap penanganan pascapanen sayuran (Elnovriza, 2017).



Gambar 2. Grafik Rata – rata Perubahan Susut Bobot antara Perlakuan Suhu Ruang (C0) dan Suhu Rendah/CS (C1) pada Brokoli

Brokoli yang dilakukan perlakuan penyimpanan pada suhu ruang mengalami total rata – rata perubahan susut bobot sebesar 31,86%, sedangkan brokoli yang disimpan pada suhu rendah (C1), hanya sebesar 8,76% sampai hari ke – 10. Brokoli yang disimpan pada suhu rendah (C1), cenderung memiliki berat yang tidak terlalu jauh berbeda dari hari ke – 2 sampai hari ke – 10. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa seluruh perlakuan penyimpanan pada suhu ruang mengalami kenaikan persentase susut bobot selama penyimpanan. Brokoli dengan perlakuan penyimpanan pada suhu rendah di *Cold Storage* (C1) merupakan perlakuan yang baik karena perubahan susut bobotnya sangat kecil. Dibandingkan dengan suhu tinggi, suhu rendah memiliki efek mengurangi laju transpirasi. Kandungan air pada brokoli dapat secara signifikan menyebabkan penurunan berat yang tinggi. Selain itu, suhu yang lebih tinggi menyebabkan peningkatan jumlah oksigen yang dihirup. Berat brokoli menurun sebagai hasil langsung dari proses respirasi, yang mengubah senyawa organik yang dihasilkan dari fotosintesis menjadi karbon dioksida dan air (Fransisca *et al.* 2019).



Gambar 3. Grafik Rata – rata Perubahan Susut Bobot antara Perlakuan Tanpa Kemasan (K0) dan dengan Kemasan Plastik *Wrapping* (K1) pada Brokoli

Pengaruh penggunaan kemasan pada brokoli, terlihat pada perubahan susut bobot antara perlakuan tanpa kemasan dan dengan kemasan. Brokoli yang disimpan tanpa kemasan, memiliki total rata – rata susut bobot lebih tinggi daripada brokoli menggunakan kemasan. Total rata – rata susut bobot brokoli tanpa kemasan pada hari ke – 10 mengalami penurunan bobot sebesar 30,88%, sedangkan brokoli yang disimpan dengan kemasan pada hari ke – 10 mengalami penurunan bobot sebesar 9,37%.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa brokoli yang disimpan, lebih baik menggunakan kemasan agar susut bobot yang terjadi tidak terlalu besar. Brokoli yang menggunakan kemasan, cenderung memiliki berat yang tidak terlalu jauh berbeda dari hari ke hari. Susut bobot ini disebabkan proses transpirasi dan respirasi sehingga brokoli mengalami susut bobot (Sari *et al.* 2015). Hal ini disebabkan setelah dipanen, brokoli masih terus mengalami proses metabolisme, proses tersebut yaitu katabolisme, merupakan disimilasi, energi yang disimpan akan dilepaskan atau diuraikan untuk melakukan proses yang diperlukan bagi kehidupan (Asgar, 2017).

Hasil pengamatan dari Grafik 2 dan 3, menunjukkan bahwa semakin lama brokoli disimpan, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mengalami penurunan berat, dan tren ini akan terus berlanjut. Kehilangan air selama penyimpanan tidak hanya menyebabkan penurunan bobot, tetapi juga pada menurunnya kualitas, selain itu juga dapat mengakibatkan kerusakan pada brokoli. Kehilangan sedikit air tidak akan terlalu berpengaruh, tetapi kehilangan sejumlah besar air dapat menyebabkan kelayuan dan kondisi kering. Jika terjadi penurunan kadar air sebesar 10%, akan berdampak tidak hanya pada kualitas tetapi juga pada daya tarik visual dan beberapa komponen yang menyusun suatu komoditas (Asgar, 2017). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa untuk semua perlakuan, air yang berkurang diatas 15% kecuali pada perlakuan P0C1K1 dan P1C1K1 susut bobot rata – rata atau persentase kehilangan air kurang dari 2%.

Tabel 3. Hasil Uji Duncan Rata – rata Susut Bobot Brokoli

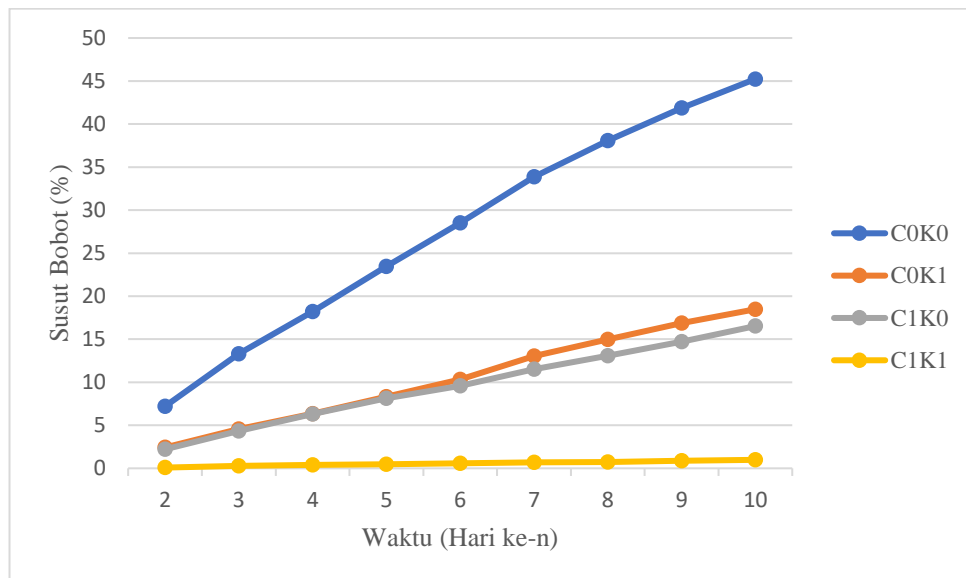
Perlakuan	Rerata		
	Hari ke – 1	Hari ke – 6	Hari ke – 10
Suhu ruang, tanpa kemasan	7.20a	28.51a	45.24a
Suhu ruang, kemasan plastik <i>wrapping</i>	2.43b	10.34b	18.48b
Suhu rendah (CS), tanpa kemasan	2.21b	9.60b	16.53b
Suhu rendah (CS), kemasan plastik <i>wrapping</i>	0.09c	0.57c	0.99c

Berdasarkan tabel diatas, terlihat adanya pengaruh perlakuan terhadap susut bobot brokoli selama penyimpanan. Pada hari ke – 1, susut bobot brokoli terendah terjadi pada perlakuan suhu rendah dengan kemasan plastik *wrapping* (0.09%), diikuti suhu rendah tanpa kemasan (2.21%), suhu ruang dengan kemasan (2.43%), dan tertinggi pada suhu ruang tanpa kemasan (7.20%). Pola serupa terjadi pada hari ke – 6 dan hari ke – 10.

Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rerata susut bobot yang sangat signifikan (ditandai dengan huruf yang berbeda) antar semua perlakuan pada setiap waktu pengamatan. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan suhu rendah efektif menekan susut bobot brokoli, karena dapat memperlambat proses respirasi dan transpirasi dimana terjadi aktivitas enzim yang

menyebabkan perombakan energi (Nasution *et al.* 2012), sehingga mengakibatkan penurunan susut bobot dan kekisutan pada brokoli.

Pengemasan brokoli dengan plastik *wrapping* juga sangat efektif untuk mengurangi susut bobot, diduga dengan menciptakan kondisi atmosfer termodifikasi di dalam kemasan yang dapat menghambat respirasi. Kombinasi suhu rendah dan kemasan plastik *wrapping* memberikan efek yang sangat nyata dalam menekan susut bobot selama penyimpanan hingga 10 hari. Penyimpanan brokoli di suhu rendah mampu memperlambat proses metabolisme yang melibatkan enzim (Pantastico, 1989), sehingga dengan perlakuan suhu rendah dan penggunaan kemasan plastik *wrapping* mampu meminimalisir susut bobot brokoli.



Gambar 4. Grafik Rata – rata Perubahan Susut Bobot antara Perlakuan C0K0, C0K1, C1K0, dan C1K1 pada Brokoli

Grafik tersebut menunjukkan interaksi antara perlakuan suhu ruang (C0), suhu rendah/CS (C1) dengan perlakuan tanpa kemasan (K0) dan dengan kemasan plastik *wrapping* (K1). Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa perlakuan suhu rendah/CS berinteraksi dengan perlakuan dengan kemasan memberikan susut bobot yang terendah sampai hari ke – 10. Hal ini menunjukkan kombinasi kedua perlakuan ini dapat meminimalisir aktivitas respirasi dan transpirasi pada brokoli, sesuai dengan hasil penelitian Aktsoğlu *et al.* (2019) yang menunjukkan bahwa

brokoli yang disimpan pada suhu 5° C dan dikemas, susut bobotnya lebih rendah daripada brokoli yang disimpan pada suhu 15° C dengan atau tanpa kemasan.

#### 4.2 Perubahan Tekstur Brokoli

Tekstur atau kekerasan merupakan bagian yang penting dalam penentuan mutu suatu bahan, melebihi bau, rasa atau warna. Tekstur berhubungan dengan tingkat kesegaran atau juga kerenyahan, tekstur menjadi faktor yang harus dipertimbangkan pada mutu suatu produk pertanian. Tingkat tekstur pada suatu komoditas pertanian merupakan salah satu karakter fisik yang dapat digunakan untuk menentukan apakah sayuran atau buah telah mencapai matang penuh. Selama penyimpanan, salah satu proses atau tahapan yang terjadi adalah penurunan tekstur, dimana proses ini disebabkan oleh adanya perubahan komponen dan komposisi dari unsur yang membentuk dinding sel tanaman. Penentuan perubahan tekstur dapat diketahui menggunakan alat penetrometer.

Pengamatan perlakuan tekstur brokoli terbatas hanya pada hari ke 3, 7 dan 10 saja, disebabkan terbatasnya sampel pada pengkajian ini. Karenanya rata – rata perubahan tekstur dalam setiap perlakuan memiliki nilai yang tidak terlalu berbeda jauh. Meskipun demikian brokoli dengan perlakuan P0C0K1, P0C1K1, P0C1K1 dan P1C1K1 memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain. Hal ini menunjukkan perlakuan dengan suhu rendah dan kemasan memiliki kekerasan atau kesegaran yang lebih baik.



Gambar 5.a. Batang brokoli yang melunak, b. Batang brokoli yang masih baik teksturnya

Brokoli merupakan komoditas hortikultura dengan laju respirasi tinggi sehingga memiliki umur simpan lebih pendek dibanding dengan yang memiliki laju respirasi rendah yang akan berpengaruh terhadap kekerasan dan ketegarannya. Dapat dilihat dari Gambar 5.a. bahwa tekstur brokoli semakin menurun seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. Hasil serupa juga sesuai dengan penelitian Susilo *et al.* (2017) yang menyebutkan bahwa tekstur cenderung menurun seiring berjalannya waktu penyimpanan yang panjang. Hasil pengamatan yang dilakukan menjelaskan bahwa tekstur brokoli pada suhu ruang lebih lunak dibandingkan dengan suhu rendah. Hal tersebut disebabkan perubahan tekstur yang terjadi pada brokoli yaitu dari keras menjadi lunak, akibat terjadinya proses kelayuan.





























Rata – rata perubahan tekstur dalam perlakuan suhu ruang dan suhu rendah memiliki nilai yang berbeda. Brokoli yang memiliki nilai tekstur paling rendah pada penyimpanan di suhu ruang yaitu perlakuan pra pendinginan dan menggunakan kemasan (P1C0K1) dimana pada saat dalam kondisi sangat tidak layak tidak dapat dihitung nilai teksturnya. sebesar 2,79kgf. Perlakuan P1C0K1 memiliki nilai tekstur paling rendah karena batang brokoli yang ada di dalam kemasan mengeluarkan air yang terlalu banyak sehingga batang brokoli menjadi sangat lunak. Brokoli yang disimpan pada suhu rendah yang memiliki nilai tekstur paling tinggi yaitu pada perlakuan P0C1K0 dan P1C1K1 dengan nilai 2,96 kgf dan 3.00 kgf sampai hari ke 10 masa penyimpanan (Gambar 5.b).

### **4.3 Kenampakan Brokoli**

Klorofil merupakan indikator yang digunakan sebagai indeks kesegaran untuk sayuran daun maupun bunga. Klorofil pada brokoli dapat mengalami degradasi seiring waktu, yang dapat menyebabkan perubahan warna, dari hijau menjadi kuning atau kecoklatan (Blongkod, 2016). Pengamatan perubahan warna yang dilakukan pada penelitian ini tidak menghitung besarnya kandungan klorofil, akan tetapi berdasarkan indikator umum warna hijau yang identik dengan kandungan klorofil, yang secara visual terlihat perubahannya. Kenampakan brokoli diamati secara visual selama 10 hari, untuk mengetahui perubahan warna selama penyimpanan.

Perubahan warna hijau menjadi kecoklatan disebabkan oleh pembentukan

pheofitin yang dibantu oleh enzim klorofilase (Östbring, 2020). Klorofil secara alami tidak stabil, dan ion Magnesium (Mg) yang terkandung di dalamnya dapat dengan mudah digantikan oleh ion Hidrogen (H) (Li, 2022). Pembentukan pheofitin bertanggung jawab atas perubahan warna dari hijau menjadi coklat pada sayuran tersebut. Setelah beberapa hari, proses metabolik (respirasi) terus berlangsung, menyebabkan brokoli mengalami pembusukan dan kehilangan nilai gizi serta faktor mutu brokoli (termasuk perubahan warna pada kelopak atau bunga brokoli) (Makino & Amino, 2020). Gambar 6. menunjukkan hasil pengamatan kecerahan kepala bunga brokoli yang disimpan dalam beberapa tingkat suhu penyimpanan, setelah beberapa hari menunjukkan tingkat kecerahan bunga yang bervariasi dan tergantung pada suhu penyimpanan.

Perlakuan	Kondisi			
	Awal	Layak	Tidak Layak	Sangat Tidak Layak
P0C0K0				
			Hari ke-3	Hari ke-6
P0C0K1				
			Hari ke-3	Hari ke-6
P0C1K0				
		Hari ke-3	Hari ke-4	
P0C1K1				
		Hari ke-8		
P1C0K0				
			Hari ke-3	Hari ke-9
P1C0K1				
			Hari ke-4	Hari ke-6
P1C1K0				
		Hari ke-8	Hari ke-10	
P1C1K1				
		Hari ke-8	Hari ke-10	

Gambar 6. Perubahan Warna Brokoli

Kecerahan kepala bunga brokoli menjadi salah satu nilai kelayakan konsumsi brokoli. Brokoli dapat dikatakan layak apabila kepala bunga brokoli masih berwarna hijau tua. Apabila pada kepala bunga brokoli terdapat bintik kuning dan mekar, brokoli tersebut sudah dapat dikatakan tidak layak konsumsi. Brokoli yang memiliki kepala bunga berwarna kuning, dikatakan sangat tidak layak konsumsi.

Berdasarkan pengamatan, perlakuan pada suhu ruang terhadap kepala bunga brokoli relatif lebih cepat berubah warna menjadi kuning. Hal tersebut dikarenakan brokoli lebih cepat mengalami transpirasi dan respirasi karena suhu tinggi. Brokoli yang disimpan di suhu ruang dapat dikatakan layak dijual hanya sampai hari ke – 2 (P0C0K0, P0C0K1, P1C0K0 dan P1C0K1). Untuk perlakuan P0C1K0 masih layak untuk dipasarkan ke supermarket sampai penyimpanan hari ke – 6. Berbeda dengan brokoli yang disimpan pada perlakuan suhu rendah, dimana brokoli dapat bertahan selama tujuh hari dengan kelopak bunga brokoli masih berwarna hijau tua. Brokoli pada perlakuan menggunakan kemasan memiliki warna kelopak bunga yang relatif hijau dalam waktu yang cukup lama. Hal tersebut disebabkan proses respirasi dari brokoli lambat karena adanya keterbatasan hidrogen yang masuk ke dalam plastik. Perlakuan suhu rendah P0C1K1 menunjukkan kelayakan sampai hari ke – 8, sedangkan P1C1K1 sampai hari ke – 10 dimana warna kepala bunga masih tampak hijau walaupun agak menghitam.

#### 4.4 Perubahan Susut Bobot Tomat *Beef*

Tabel 4. Perubahan Susut Bobot Tomat

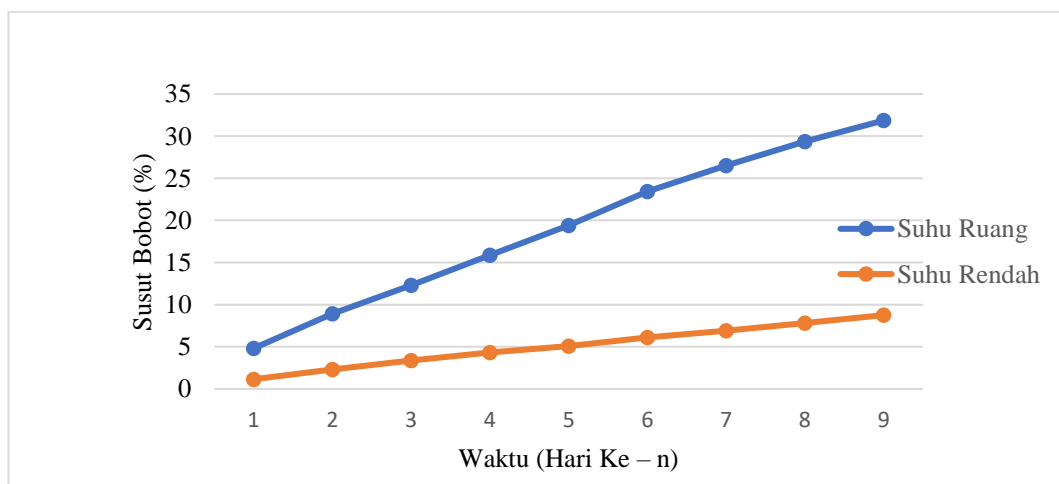
Perlakuan	Rerata		
	Hari ke – 1	Hari ke – 6	Hari ke – 10
Suhu ruang	1.01a	4.11a	5.41a
Suhu rendah (CS)	0.03b	0.43b	0.68b

Berdasarkan data susut bobot tomat pada tabel diatas, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan nilai rerata susut bobot tomat yang nyata antara perlakuan suhu ruang dan suhu rendah/CS. Suhu merupakan salah satu faktor yang paling

berpengaruh terhadap laju kemunduran dari komoditi buah tomat. Komoditi yang dihadapkan pada suhu yang tidak sesuai dengan suhu penyimpanan optimal menyebabkan terjadinya berbagai kerusakan fisiologis. Suhu juga berpengaruh terhadap peningkatan produksi etilen, penurunan oksigen (O<sub>2</sub>) dan peningkatan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) yang berakibat tidak baik terhadap komoditi.

Pada penyimpanan suhu ruang, tomat mengalami susut bobot sebesar 1,01% pada hari ke – 1, meningkat menjadi 4,11% pada hari ke – 6, dan 5,41% pada hari ke – 10 masa simpan. Sedangkan pada suhu rendah/CS, susut bobot jauh lebih rendah, yaitu hanya 0,03% (hari ke – 1), 0,43% (hari ke – 6), dan 0,68% (hari ke – 10). Kelembaban ruang adalah salah satu penyebab kehilangan air setelah panen. Kehilangan air berarti kehilangan berat yang mengakibatkan kulit buah menjadi berkeriput dan warna menjadi memudar (Wills *et al.* 1998).

Berdasarkan uji statistik Duncan yang ditunjukkan dengan notasi huruf yang berbeda pada nilai rerata setiap perlakuan dan waktu pengamatan, membuktikan bahwa terdapat perbedaan sangat nyata ( $P < 0,01$ ) susut bobot tomat antara penyimpanan suhu ruang dan suhu rendah. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penyimpanan pada suhu rendah/CS sangat efektif menekan laju respirasi sehingga susut bobot tomat dapat ditekan secara signifikan dibanding pada suhu ruang. Oleh karena itu disarankan untuk menyimpan tomat pada *Cold Storage* agar susut bobot dapat diminimalisasi.



Gambar 7. Grafik Rata – rata Perubahan Susut Bobot antara Perlakuan Suhu Ruang (C0) dan Suhu Rendah/CS (C1) pada Tomat *Beef*

Hasil menunjukkan bahwa susut bobot lebih rendah pada tomat yang disimpan pada suhu rendah dibandingkan suhu ruang. Hal ini sesuai dengan Wills (2007) yang menyatakan bahwa penyimpanan pada suhu rendah dapat memperlambat laju respirasi dan transpirasi sehingga dapat menekan susut bobot buah tomat. Respirasi dan transpirasi merupakan proses fisiologis yang menyebabkan hilangnya air dan bahan organik dari buah yang pada akhirnya menyebabkan penurunan bobot (Wills, 2007). Dengan demikian, penyimpanan pada suhu rendah efektif dalam menjaga kualitas tomat beef selama penyimpanan.

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat susut bobot tomat pada dua perlakuan suhu penyimpanan yang berbeda, yaitu suhu ruang dan suhu rendah/CS. Pada penyimpanan suhu ruang, susut bobot tomat cenderung meningkat secara linear dari hari ke – 1 hingga hari ke – 10. Peningkatan susut bobot tertinggi terjadi antara hari ke – 4 sampai ke – 7 penyimpanan. Di hari ke – 10, susut bobot mencapai sekitar 5,5%. Sedangkan pada *Cold Storage*, laju peningkatan susut bobot jauh lebih rendah. Hanya terjadi peningkatan sangat kecil sampai hari ke – 4, dan cenderung konstan di kisaran 0,5% selama sisa masa simpan.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penyimpanan tomat pada suhu rendah/CS sangat efektif menekan respirasi dan transpirasi sehingga dapat meminimalkan susut bobot. Grafik menunjukkan perbedaan yang sangat kontras antara kedua perlakuan suhu. Oleh karena itu disarankan untuk menyimpan tomat dalam suhu rendah/CS agar susut bobot dapat ditekan seminimal mungkin untuk mempertahankan kuantitas, kualitas dan kesegaran tomat. Suhu rendah mampu memperlambat aktivitas fisiologis dan *biochemical* yang menyebabkan kehilangan air dan bahan kering. Seperti penelitian yang dilakukan Gharezi *et al.* (2012) menunjukkan bahwa penyimpanan dingin akan mempertahankan penurunan berat minimum yang ada.

#### 4.5 Perubahan Tekstur Tomat *Beef*

Tabel 5. Perbandingan Hasil Pengukuran Kekerasan Buah Tomat *Beef* pada Hari ke – 1 dan ke – 10

Perlakuan	Kekerasan (kgf)		
	Hari ke – 1	Hari ke – 10	Selisih
P0C0K0	2.90	2.58	0.32
P0C0K1	2.62	2.21	0.41
P0C1K0	2.95	2.67	0.28
P0C1K1	2.86	2.80	0.06
P1C0K0	2.76	2.12	0.64
P1C0K1	2.82	2.47	0.35
P1C1K0	2.98	2.70	0.28
P1C1K1	2.88	2.79	0.09

Pengamatan kekerasan pada buah tomat dilakukan untuk mengetahui pengaruh penyimpanan tomat dengan beberapa perlakuan terhadap kekerasan buah tomat *beef*. Salah satu aspek yang dinilai dalam pemasaran tomat ialah dengan mengetahui tekstur atau kekerasan pada buah tomat. Tabel 5 menunjukkan bahwa semakin lama masa penyimpanan buah tomat, maka nilai kekerasan buah tomat akan semakin rendah. Penurunan kekerasan buah tomat terjadi karena semakin lama masa penyimpanan maka buah tomat semakin matang sehingga tekstur buah tomat semakin lunak.

Berdasarkan Tabel 5. dapat diketahui bahwa perlakuan terbaik untuk mempertahankan mutu kekerasan buah tomat ialah perlakuan P0C1K1 dan P1C1K1 yaitu menyimpan tomat pada suhu rendah dan menggunakan kemasan, dengan nilai penurunan kekerasan sebesar 0,06 dan 0,09 kgf. Sesuai dengan hasil penelitian Myint (2018) yang menyatakan bahwa buah tomat yang disimpan di *cold storage* (13<sup>0</sup>C) menunjukkan buah lebih keras dan laju pemasakan lebih lambat dibandingkan dengan yang disimpan pada suhu ruang.

Berdasarkan hasil pengujian terhadap kekerasan pada sampel buah tomat dengan pengaruh pra pendinginan atau *pre – cooling*, suhu penyimpanan dan kemasan terdapat perbedaan nyata diantara sampel yang ada. Hal ini diketahui dari perhitungan *Analysis of Varian (ANOVA)* yang menunjukkan bahwa nilai signifikansi kurang dari 0,05 untuk perlakuan suhu penyimpanan (C) secara mandiri

berpengaruh nyata terhadap kekerasan buah tomat *beef* pada hari ke 5, 6, 7, 9, dan 10 yang dilanjutkan dengan uji Duncan pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Hasil Uji Duncan Kekerasan Tomat *Beef*

Perlakuan	Kekerasan tomat <i>Beef</i> (kgf) hari ke :				
	5	6	7	9	10
Penyimpanan suhu ruang (C0)	2.65 a	2.61 a	2.63 a	2.53 a	2.34 a
Penyimpanan suhu rendah /CS (C1)	2.95 b	2.87 b	2.89 b	2.89 b	2.75 b

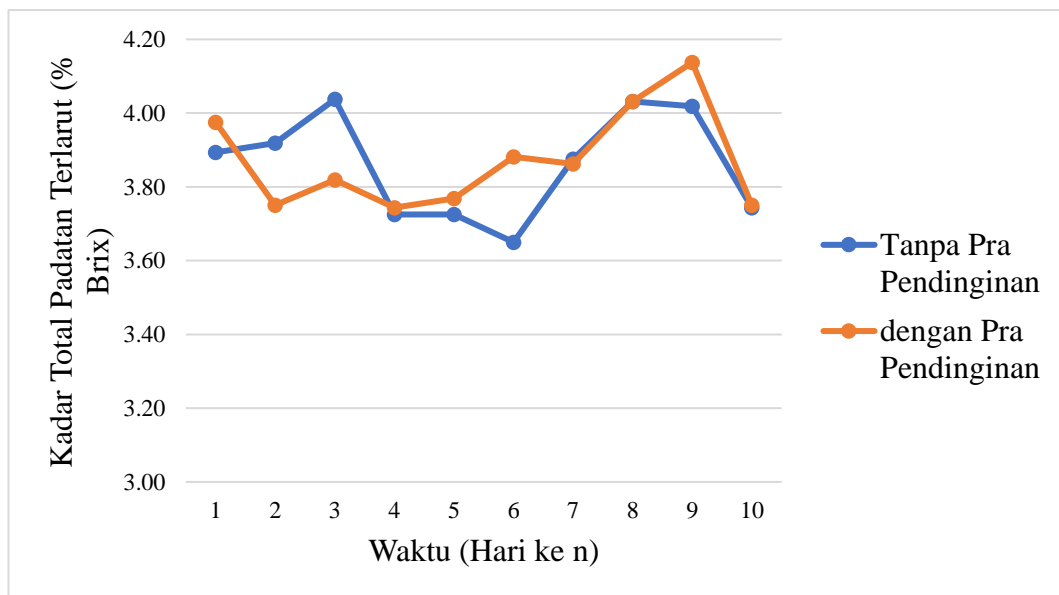
Berdasarkan tabel hasil uji Duncan untuk kekerasan tomat *beef*, dapat dilihat bahwa pada hari ke – 5, tomat yang disimpan pada suhu ruang memiliki kekerasan 2.65 kgf, sedangkan tomat yang disimpan pada suhu rendah memiliki kekerasan 2.95 kgf. Terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua perlakuan penyimpanan. Tomat yang disimpan pada suhu rendah memiliki kekerasan yang lebih tinggi. Pola yang sama terlihat pada pengamatan hari ke – 6, 7, 9 dan 10. Tomat yang disimpan pada suhu rendah secara konsisten memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi daripada tomat yang disimpan pada suhu ruang.

Secara umum, kekerasan tomat pada kedua perlakuan penyimpanan cenderung mengalami penurunan seiring lamanya penyimpanan. Penurunan kekerasan lebih cepat terjadi pada tomat yang disimpan pada suhu ruang (Susilo, *et al.* 2017). Hasil ini menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu rendah dapat mempertahankan kekerasan tomat lebih baik dibandingkan penyimpanan pada suhu ruang. Suhu rendah diduga dapat memperlambat proses pelunakan jaringan tomat selama penyimpanan (Raffo, *et al.* 2002).

#### 4.6 Kemanisan Tomat *Beef*

Kadar gula total atau juga sering disebut sebagai total padatan terlarut dapat diukur menggunakan *refractometer* (Hidayanto *et al.* 2010). Pada kajiwidya ini, kadar gula total tomat *beef* diukur menggunakan refractometer PAL-1 (%Brix). Analisis sidik ragam memperlihatkan perlakuan pra pendinginan (P) dan suhu penyimpanan (C) tidak memberikan pengaruh yang nyata ( $\alpha=0.05$ ) terhadap rata-

rata kadar gula total tomat *beef* selama 10 hari penyimpanan. Sedangkan interaksi antara keduanya memberikan pengaruh yang nyata ( $\alpha=0.05$ ) terhadap rata-rata kadar gula total tomat *beef* pada penyimpanan hari ke 8. Rata-rata kadar gula total tomat *beef* akibat pengaruh perlakuan pra pendinginan dan perlakuan suhu penyimpanan selama 10 hari penyimpanan berkisar antara 3,36-4,65 %Brix. Pengaruh perlakuan pra pendinginan dan perlakuan suhu penyimpanan terhadap rata-rata kadar total padatan terlarut tomat *beef* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Rata-rata Kadar Total Padatan Terlarut Tomat *Beef* antara Perlakuan Pra Pendinginan (P) dan Perlakuan Suhu Penyimpanan (C)

Berdasar gambar 8, kadar total padatan terlarut tomat *beef* selama penyimpanan cenderung meningkat. Hal ini sesuai dengan pendapat Abiso *et al.* 2015 yang menyatakan bahwa kadar total padatan terlarut akan meningkat seiring dengan bertambahnya tingkat kematangan dan masa penyimpanan.

Tabel 7. Hasil uji Duncan Rata-rata Kadar Total Padatan Terlarut Tomat *Beef*

Perlakuan	Rerata
	Hari ke 8
Pra pendinginan, penyimpanan suhu ruang	4,65a
Tanpa pra pendinginan, suhu ruang	4,13b
Tanpa pra pendinginan, penyimpanan suhu rendah	3,94bc
Pra pendinginan, penyimpanan suhu rendah	3,41c

Keterangan : Notasi dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada  $\alpha = 5\%$

Berdasarkan Tabel 7, rata-rata kadar total padatan terlarut tomat *beef* yang mendapatkan perlakuan pra pendinginan dan penyimpanan suhu rendah yaitu sebesar 3,41 %Brix merupakan kadar total padatan terlarut yang paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Restian *et al.* 2022 yang menyatakan bahwa peningkatan kadar gula total pada penyimpanan suhu rendah berjalan dengan lambat dan peningkatan kadar gula total yang terjadi pada buah selama proses masak (*ripening*) disebabkan buah tersebut terus mengalami reaksi metabolisme. Proses pematangan buah akan meningkatkan kandungan gula dalam buah dan mengurangi asam organik dan senyawa fenolik. Hal ini karena selama proses pematangan buah, kandungan gula dalam tomat terus meningkat akibat degradasi pati (karbohidrat) menjadi monosakarida (glukosa dan fruktosa), sehingga meningkatkan kadar gula.

#### 4.7 Kenampakan Tomat *Beef*

Menurut *USDA standards* kematangan tomat berdasarkan warnanya dibagi menjadi enam tahap, tahap pertama yaitu *green* atau hijau dimana warna buah tomat 100% berwarna hijau. Tahap ke dua yaitu *breakers* dimana buah tomat memiliki warna kemerahan kurang dari 10%. Tahap ke tiga ialah *turning* dimana buah tomat memiliki warna kemerahan sebesar 10 – 30%. Tahap ke empat ialah *pink* dimana warna kemerahan pada buah tomat telah mencapai 30 – 60%. Tahap ke lima adalah *light red* dimana warna kemerahan pada buah tomat mencapai 60 – 90%. Tahap terakhir adalah *red* dimana warna kemerahan pada buah tomat telah mencapai 90%.



Gambar 9. Tahap Pematangan Tomat berdasarkan *USDA Standards* (Sumber: *FreshPoint Vendor and Industry Partners listed at www.freshpoint.com*)

Warna merupakan salah satu komponen penting untuk menentukan nilai jual buah tomat *beef*. Hasil pengamatan warna pada kenampakan buah tomat menggunakan perlakuan penyimpanan yang berbeda menunjukkan perubahan warna yang berbeda pula. Pengamatan dimulai dari hari ke – 0 dimana belum dilakukan perlakuan kepada buah tomat *beef*. Tingkat kematangan tomat *beef* pada hari ke – 0 cukup beragam, sebagian besar ialah *turning* dan *pink*. Semakin lama waktu penyimpanan maka semakin merah warna pada tomat *beef* yang menandakan kematangan sempurna pada buah tomat *beef*. Setiap perlakuan menghasilkan rentang waktu perubahan warna yang berbeda – beda.

Penyimpanan Hari ke-n								
Perlakuan	Hari ke-1	Tahap	Hari ke-3	Tahap	Hari ke-5	Tahap	Hari ke-10	Tahap
P <sub>0</sub> C <sub>0</sub> K <sub>0</sub>		<i>Breakers</i> (merah 10%)		<i>Pink</i> (merah 30-50%)		<i>Light Red</i> (merah 60-90%)		<i>Red</i> (merah 90%)
P <sub>0</sub> C <sub>0</sub> K <sub>1</sub>		<i>Turning</i> (merah 10-30%)		<i>Red</i> (merah 90%)		<i>Red</i> (merah 90%)		<i>Red</i> (merah 90%)
P <sub>0</sub> C <sub>1</sub> K <sub>0</sub>		<i>Breakers</i> (merah 10%)		<i>Turning</i> (merah 10-30%)		<i>Turning</i> (merah 10-30%)		<i>Pink</i> (merah 30-50%)
P <sub>0</sub> C <sub>1</sub> K <sub>1</sub>		<i>Breakers</i> (merah 10%)		<i>Turning</i> (merah 10-30%)		<i>Turning</i> (merah 10-30%)		<i>Pink</i> (merah 30-50%)
P <sub>1</sub> C <sub>0</sub> K <sub>0</sub>		<i>Breakers</i> (merah 10%)		<i>Light Red</i> (merah 60-90%)		<i>Red</i> (merah 90%)		<i>Red</i> (merah 90%)
P <sub>1</sub> C <sub>0</sub> K <sub>1</sub>		<i>Breakers</i> (merah 10%)		<i>Red</i> (merah 90%)		<i>Red</i> (merah 90%)		<i>Red</i> (merah 90%)
P <sub>1</sub> C <sub>1</sub> K <sub>0</sub>		<i>Breakers</i> (merah 10%)		<i>Turning</i> (merah 10-30%)		<i>Turning</i> (merah 10-30%)		<i>Pink</i> (merah 30-50%)
P <sub>1</sub> C <sub>1</sub> K <sub>1</sub>		<i>Breakers</i> (merah 10%)		<i>Turning</i> (merah 10-30%)		<i>Turning</i> (merah 10-30%)		<i>Pink</i> (merah 30-50%)

Gambar 10. Perubahan Warna Tomat *Beef*

Pada penyimpanan di suhu ruang, pengemasan menggunakan plastik *wrapping* dan *tray styrofoam* menunjukkan perubahan warna yang lebih cepat dibandingkan perlakuan lainnya. Dapat dilihat pada Gambar 10, dibandingkan dengan penyimpanan suhu ruang yang lainnya, pada hari ke – 3 setelah perlakuan warna buah tomat *beef* telah berubah memasuki tahap *red* dimana warna pada buah tomat telah mencapai 90% berwarna merah sedangkan untuk perlakuan tanpa kemasan, perubahan menjadi *light red* atau *red* terjadi pada hari ke – 5 setelah perlakuan. Hal ini terjadi karena pengemasan plastik *wrapping* menutup seluruh bagian tomat sehingga proses metabolisme yang menghasilkan gas etilen sehingga gas etilen yang terkumpul pada ruangan yang tertutup mempercepat kematangan pada buah tomat *beef*. Penyimpanan pada suhu ruangan semakin lama waktu

penyimpanan maka semakin banyak likopen yang diproduksi oleh buah tomat sehingga buah tomat semakin berwarna merah. Hal ini selaras dengan penyusutan bobot buah tomat *beef*.

Berbeda dengan penyimpanan di suhu ruang, penyimpanan tomat di suhu rendah tidak memberikan perubahan warna pada tomat yang signifikan. Perubahan warna pada buah tomat *beef* baik yang dikemas maupun yang tidak dikemas memiliki perubahan warna secara perlahan. Hal ini dapat terjadi karena pigmen likopen pada suhu rendah tidak terproduksi secara maksimal jika dibandingkan dengan penyimpanan menggunakan suhu ruang. Pigmen likopen akan terproduksi secara maksimal dengan bantuan cahaya karena cahaya memacu pembentukan pigmen pada buah – buahan.

Perubahan warna pada buah tomat terjadi karena pada buah tomat terdapat pigmen karotenoid, terutama likopen dan  $\beta$  – karoten yang merupakan komponen utama penentu warna pada buah tomat masak. Karotenoid merupakan kelompok pigmen yang berwarna kuning, oranye dan merah oranye yang berasal dari hewan maupun tanaman. Beberapa karotenoid yang banyak terdapat pada tanaman tertentu adalah  $\beta$  – karoten pada buah – buahan yang kuning dan merah, likopen pada tomat dan capsaicin pada cabai merah. Likopen merupakan kelompok pigmen karotenoid yang berwarna kuning tua sampai merah tua yang bertanggung jawab terhadap warna merah pada tomat (Novita *et al.*, 2015).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Maul (2000) menunjukkan bahwa suhu yang digunakan untuk menjaga kualitas buah tomat tanpa terjadi kerusakan akibat suhu rendah pada buah tomat ialah dengan menyimpan buah tomat pada suhu 10-15°C selama 21 hari. Perubahan bentuk fisik membran pada suhu rendah diduga merupakan penyebab terjadinya ion *leakage* dari jaringan tanaman yang sensitif terhadap suhu rendah (Herdiana, 2015).

## 5. KESIMPULAN, SARAN DAN REKOMENDASI

### 5.1 Kesimpulan

- a. Perlakuan pra pendinginan/*precooling* (P1) tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kualitas dan kesegaran dari komoditas brokoli dan tomat *beef*.
- b. Penyimpanan suhu rendah/CS (C1) pada suhu 4 – 8°C memperlambat degradasi kualitas tekstur dan susut bobot brokoli dan tomat. Tampilan visual dari komoditas brokoli pada perlakuan suhu rendah P0C1K1, P0C1K0 dan P1C1K1 menunjukkan kelayakan sampai hari ke – 8 sampai 10 dimana warna kepala bunga masih tampak hijau walaupun agak menghitam. Sedangkan untuk tomat *beef* perlakuan suhu rendah memiliki perubahan warna secara perlahan. Susut bobot terendah pada komoditas brokoli (8,76%) maupun tomat (0,68%) setelah penyimpanan selama 10 hari diperoleh pada perlakuan dengan penyimpanan pada suhu rendah.
- c. Perlakuan kemasan memberikan pengaruh nyata terhadap susut bobot brokoli, brokoli yang dikemas memiliki susut bobot yang lebih rendah (9,73%) daripada yang tidak dikemas (30,88%).
- d. Pada perlakuan menggunakan kemasan dengan suhu rendah memiliki warna kelopak bunga yang relatif hijau selama kurun waktu 8–10 hari. Hal tersebut disebabkan kemasan dan suhu rendah memperlambat proses respirasi brokoli. Susut bobot terendah setelah penyimpanan selama 10 hari diperoleh pada kombinasi perlakuan suhu rendah dengan kemasan yaitu 0,99%. Perlakuan terbaik untuk mempertahankan mutu kekerasan buah tomat ialah perlakuan P0C1K1 dan P1C1K1 yaitu menyimpan tomat pada suhu rendah dan menggunakan kemasan, dengan nilai penurunan kekerasan sebesar 0,06 dan 0,09 kgf. Perlakuan suhu rendah/CS dan kemasan mempertahankan warna tomat *beef pink* (merah 30 – 50%) sampai hari ke – 10.

## 5.2 Saran

- a. Diperlukan sampel pengkajian dengan jumlah lebih besar dan kualitas yang seragam untuk mengurani kesalahan.
- b. Diperlukan manajemen suhu guna mengurangi susut bobot, mempertahankan kekerasan dan kenampakan komoditas brokoli dan tomat *beef*.
- c. Kajian lebih lanjut diperlukan untuk menentukan suhu ideal penyimpanan pada waktu yang lebih lama.

## 5.3 Rekomendasi

- a. Brokoli dan tomat *beef* disarankan untuk disimpan pada suhu rendah ( $7 - 10^{\circ}\text{C}$ ) untuk memperpanjang umur simpan (8 – 10 hari).
- b. Brokoli dan tomat *beef* untuk dijual ke pasar modern lebih baik disimpan dalam *CS* dalam kondisi sudah dikemas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abiso E, Neela Sathees, dan Addisalemhailu. 2015. Effect of Storage Method and Ripening Stages on Postharvest Quality of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mills.) CV. Chali. Annals. Food Science and Technology Volume 16 No. 1:127-137)
- Anonim, 2015. <http://www.jurnalasia.com/2013/07/15/tomat-cherry-hidroponik-si-manja-berprospek-cerah/#sthash.7fR8BIRU.dpuf>. Diakses : 20 Oktober 2023. Bandung.
- Restian, A., Tamrin, Sri Waluyo, dan Sapto Kuncoro. 2022. Pengaruh Tingkat Kedalaman Penyimpanan dengan Menggunakan Media Simpan Pasir terhadap Umur Simpan Buah Tomat (*Solanum Lycopersicum*). Jurnal Agricultura; Biosystem Engineering Volume 1 No. 4. Desember 12, 2022 Halaman: 534-544.
- Asgar, A. 2017. Pengaruh suhu penyimpanan dan jumlah perforasi kemasan terhadap karakteristik fisik dan kimia brokoli (*Brassica oleracea var. royal g*) fresh cut. Jurnal Hortikultura. Vol 27 (1): 127-136.
- Blongkod, Nur Anggraeni. 2016. Kajian Pengaruh Pra Pendinginan Dan Suhu Penyimpanan Terhadap Umur Simpan Brokoli. Ejournal UNSTRAT, Vol. 7 (5): 1 - 10.
- Caleb, Oluwafemi J., et al. 2016. Integrated Modified Atmosphere and Humidity Package Design For Minimally Processed Broccoli (*Brassica oleracea L. var. italica*). Postharvest Biology and Technology, 121: 87-100 Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.07.016>.
- Dersana et al., 2003. Pengaruh Saat Panen dan Suhu Penyimpanan Terhadap Umur Simpan dan Kualitas Mentimun Jepang (*Cucumis sativa L.*), Agrosains 5(1):12.
- Dinarwi. 2011. Pengaruh Lama Penyimpanan dan Jenis Pengemas Terhadap Kadar Gula dan Keasaman Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Berita Litbang Industri. Vol XLVI No. 1 Mei 2011: 21-29.
- Dirapan, Pimonphat., et al. (2021). Improving Shelf Life, Maintaining Quality, and Delaying Microbial Growth of Broccoli in Supply Chain Using Commercial Vacuum Cooling and Package Icing. Horticulturae, 7(506): 1-18 Retrieved from <https://doi.org/10.3390/horticulturae7110506>.
- Hidayanto, E., Abdul Rofiq dan Heri Sugito. 2010. Aplikasi *Portable Brix Meter* untuk Pengukuran Index Bias. Jurnal Berkala Fisika Volume 13 N0. 4: 113-118.

- Elnovriza, Deni. 2017. Penanganan Pasca-Panen, Pengemasan Dan Pemasaran Komoditi Pertanian. [www.Faperta.UGM.ac.id](http://www.Faperta.UGM.ac.id)
- Fatharani, Mentari Olivia & Anggraini, Dian Isti. 2017. Efektivitas Brokoli (*Brassica Oleracea* var. *Italica*) dalam Menurunkan Kadar Kolesterol Total pada Penderita Obesitas. *Majority*, 6(1): 64-70.
- Fransisca, Astrid., Istianto, Mizu., & Siregar, Gokma Ampetua, 2019. Pengaruh Suhu dan Jumlah Perforasi pada Kemasan Terhadap Susut Bobot Kangkung. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 3(1): 31-41. Retrieved from <https://doi.org/10.26877/jiphp.v3i1.3452>.
- FreshPoint Vendor and Industry Partners listed at [www.freshpoint.com](http://www.freshpoint.com)*
- Gharezi M., N. Joshi. and E. Sadeghian. 2012. Effect of Postharvest Treatment on Stored Cherry Tomatoes. *Journal of Nutrition Food Science*. 2: 157
- Hayati, Mimi., *et al.* 2017. Faktor Pertanian dalam Pembangunan Wilayah Kabupaten Bireuen Provinsi Aceh. *Jurnal S. Pertanian*, Vol. 1 (3): 213-222.
- Herdiana, N. 2015. Pengurangan *Chilling Injury* Pada Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum*) Melalui *Aloe Vera Coating* Selama Penyimpanan Dingin. *Jurnal Penyuluhan Pertanian* Vol. 6 No. 1, Mei 2011
- Johansyah, A., E. Prihastanti dan E. Kusdiyantini. 2014. Pengaruh plastik pengemas Low Density Polyethylene (LDPE), High Density Polyethylene (HDPE) dan Polipropilen (PP) terhadap penundaan kematangan buah
- Kucukonder, Hande., *et al.* 2014. Determining The Factors Affecting Fruit Hardness of Different Peach Types with Meta Analysis. *Turkish Science and Technology*, 3(2): 98-102.
- Lamona, A., Aris, Y./ S urtisno. 2015. Pengaruh Jenis Kemasan dan Suhu Rendah Terhadap Kualitas Cabai Merah Keriting Segar. *Jurnal Keteknikam Pertanian*. (2),145<http://jurnal.ipb.ac.id/index.php/jtep/article/view/10843/8366>
- Li, Xiaotong., *et al.* 2022. Maintaining the Quality of Postharvest Broccoli by Inhibiting Ethylene Accumulation Using Diacetyl. *Frontiers*: 01-12. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1055651>.
- Makino, Yoshio., & Amino, Genki. 2020. Digitization of Broccoli Freshness Integrating External Color and Mass Loss. *Foods*, 9, 1305: 1-14. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/foods9091305>.
- Maul.F.,Sargent.SA., dan Balaban,M,O. 2000.*Tomato Flavor and Aroma Quality as Affected by Storage Temperature*. *Journal Food Science* vol 65. No 7, 2000:1229.

- Novita, M., Satriana, dan Hasmarita, E. 2015. Kandungan Likopen dan Karotenoid Buah Tomat (*Lycopersicum pyriforme*) Pada Berbagai Tingkat Kematangan: Pengaruh Pelapisan Dengan Kitosan dan Penyimpanan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. Vol 7. No. 1, 2015. DOI: 10.17969/jtipi.v7i1.2832
- Nasution. 2012. Pengaruh Penggunaan Lapisan Edibel (*Edible Coating*), Kalsium Klorida, dan Kemasan Plastik terhadap Mutu Nanas (*Ananas Comossus Merr.*) Terolah Minimal. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia* Volume 4 No.2.
- Ostbring, Karolina., et al. 2020. Effects of Storage Conditions on Degradation of Chlorophyll and Emulsifying Capacity of Thylakoid Powders Produced by Different Drying Methods. *Foods*, 9(669): 1-15. Reteived from <http://dx.doi.org/10.3390/foods9050669>.
- PERMENPAN RB Nomor 42 Tahun 2021 Tentang Jabatan Fungsional widyaiswara.
- Pantastico. 1989. *Fisiologi Pascapanen*. UGM Press. Yogyakarta
- Paulsen, Erika., et al. (2017). Effect of Temperature on Glucosinolate Content and Self Life of Ready-To-Eat Broccoli Florets Packaged in Passive Modified Atmosphere. *Postharvest Biology and Technology* 138: 125-133. Reteived from <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.01.006>.
- Pinheiro, J., Alegria, C., Abreu, M., Gonçalves, E. M., & Silva, C. L. (2013). Kinetics of changes in the physical quality parameters of fresh tomato fruits (*Solanum lycopersicum*, cv. 'Zinac') during storage. *Journal of Food Engineering*, 114(3), 338 – 345.
- Raffo, A., Leonardi, C., Fogliano, V., Ambrosino, P., Salucci, M., Gennaro, L., & Maiani, G. (2002). Nutritional value of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Cv. Naomi F1) harvested at different ripening stages. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(22), 6550 – 6556.
- Rachmawati, M. 2010. Pelapisan chitosan pada buah salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) sebagai upaya memperpanjang umur simpan dan kajian sifat fisiknya selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 6(2), 45-49.
- Ria Tiani, 2012. *Kemasan*. <http://riatriani.blogspot.com>/Diakses : 20 Oktober 2023. Bandung.
- Renate, D. 2009. Pengemasan Pure Cabe Merah dengan Berbagai Jenis Plastik yang di Kemas Vakum. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 14(1):80-89. DOI:<http://dx.doi.org/10.23960/jtihp.v14i4i.80%20-%2089>.
- Rohmat, N., Ibrahim, R., & Riyadi, P. H. 2014. Pengaruh perbedaan suhu dan lama penyimpanan rumput laut *Sargassum polycistum* terhadap stabilitas ekstrak

- kasar pigmen klorofil. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(1), 118-126.
- Rudito. 2005. Perlakuan komposisi gelatin dan asam sitrat dalam edible coating yang mengandung gliserol pada penyimpanan tomat. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 6(1) : 1-6.
- Santosa, Eko Purwo et al. 2016. Daya Saing Komoditas Hortikultura Negara Berkembang dan Negara Maju di Pasar Internasional. *Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Pembangunan*, Vol 5(2): 68-86.
- Saptana, Saktyanu, KD, Wahyuni S, Ariningsih, and E & Darwis. 2004. "Integrasi kelembagaan Forum KASS dan Program Agropolitan dalam Rangka Pengembangan Agribisnis Sayuran Sumatra." *Analisis Kebijakan Pertanian*, 257 – 76.
- Sari, Rita Nopita., Novita, Dwi Dian., & Sugianti, Cicih. 2015. Pengaruh Konsentrasi Tepung Karagenan dan Gliserol Sebagai Edible Coating Terhadap Perubahan Mutu Buah Stroberi (*Fragaria x ananassa*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(4): 305-314.
- Sobari, E. Enceng. 2018. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Susilo, Bambang., et al. 2015. Pengaruh Penyimpanan Atmosfer Termodifikasi (Modified Atmosphere Storage/ MAS) terhadap Karakteristik Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). *Agritech*, 36(4): 369-378. Reteived from <http://dx.doi.org/10.22146/agritech.16758>.
- Susilo, B., Prabawati, S., Sulaswatty, A., & Rosyidi, D. (2017). Effects of Storage Temperature on the Physical and Chemical Characteristics of Beef Tomato (*Lycopersicon esculentum* Var. Pyriforme). *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 9, 373 – 380.
- Syarif, R., S. Santausa dan Isyana, St. 1989. *Teknologi Pengemasan Pangan*, Bogor: PAUIPB:37-40.
- Tarigan, N. Y. S., I. M. S. Utama dan P. K. D. Kencana. 2016. Mempertahankan mutu buah tomat segar dengan pelapisan minyak nabati. *Jurnal BETA*. 4(1) : 1-9.
- Walker, S. 2010. *Postharvest Handling of Fresh Chiles*. New Mexico State University. Mexico.
- Wills, R. B. McGlasson, D. Graham, and, D. Joyce. 1998. *Postharvest. An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals*, CAB International. Wallingford Oxon.
- Wills, R. B., McGlasson, W. B., Graham, D., & Joyce, D. C. (2007). *Postharvest:*

an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. UNSW Press.

Yadanar Moe Myint, 2018, *Postharvest Quality Of Fresh Tomatoes As Affected By Two Storage Temperatures And Different Sanitizers*, Myanmar.

Yolandika, Clara., et al. 2016. Rantai Pasok Brokoli di Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung Barat dengan Pendekatan Food Suply Chain Networks. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, Vol. 16 (3): 155 – 162.

Zaulia, O., M. Razali, H. Aminuddin, D. Che Omar, K.H. Ng, M. Habsah. 2006. Effect of different packagings and storage temperatures on the quality of fresh-cut red chilli. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc.* 34(1)(2006): 67-76.