

**PENGARUH LAMA PENYIMPANAN DAN JENIS KEMASAN
TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK PASCAPANEN CABAI
RAWIT (*Capsicum Frutescen L*) DI DESA BARU DUSUN III
BATANG KUIS**

SKRIPSI

Oleh :

AHMAD YUSUF

NPM: 1904310015

Program Studi: TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2026**

PENGARUH LAMA PENYIMPANAN DAN JENIS KEMASAN
TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK PASCAPANEN CABAI
RAWIT (*Capsicum Frutescens* L) DI DESA BARU DUSUN III
BATANG KULS

SKRIPSI

Oleh :

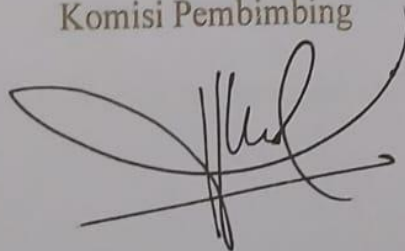
AHMAD YUSUF

1904310015

TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Studi Strata 1 (S1) Pada
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Komisi Pembimbing

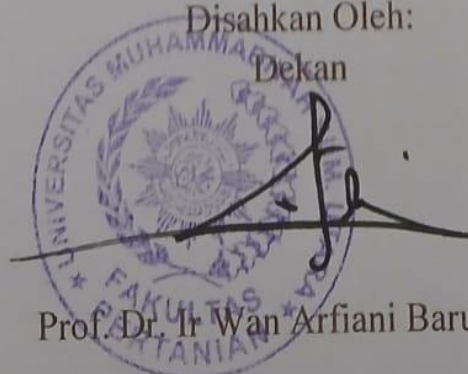


Misril Fuadi, S.P., M.Sc

Ketua

Disahkan Oleh:

Dekan



Prof. Dr. Ir. Wan Arfiani Barus, M.P.

PERNYATAAN

Dengan ini saya:

Nama : AHMAD YUSUF

NPM : 1904310015

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Lama Penyimpanan Dan Jenis Kemasan Terhadap Karakteristik Fisik Pascapanen Cabai Rawit (*Capsicum Frutescen L*) Di Desa Baru Dusun III Batang Kuis”, adalah hasil penelitian, pemikiran, dan penjelasan yang datang dari saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain, saya akan menyertakan sumbernya dengan jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan jika dikemudian terbukti ada tindakan penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang sudah saya peroleh. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, September 2026

Yang menyatakan



Ahmad Yusuf

RINGKASAN

Pengemasan atmosfer termodifikasi dan pengaturan durasi penyimpanan merupakan salah satu teknologi pascapanen yang berpotensi mempertahankan mutu fisik cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) dengan menekan laju respirasi serta transpirasi. Penelitian ini bertujuan (1) untuk menganalisis pengaruh jenis kemasan terhadap karakteristik fisik pascapanen cabai rawit, (2) untuk menganalisis pengaruh lama penyimpanan terhadap karakteristik fisik pascapanen cabai rawit, dan (3) untuk menganalisis interaksi antara jenis kemasan dan lama penyimpanan terhadap karakteristik fisik pascapanen cabai rawit di Desa Baru Dusun III Batang Kuis. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor dan tiga kali ulangan. Faktor I adalah lama penyimpanan yang terdiri atas tiga taraf, yaitu P1 = 0 hari, P2 = 3 hari, dan P3 = 6 hari. Faktor II adalah jenis kemasan yang terdiri atas tiga taraf, yaitu K1 = Tanpa Kemasan (Kontrol), K2 = Plastik Polietilen (PE), dan K3 = Plastik Polipropilen (PP). Parameter yang diamati meliputi susut bobot, kadar air, kekerasan tekstur, serta warna kulit buah yang dinyatakan dalam nilai L* (kecerahan), a* (kemerahan), dan b* (kekuningan) berdasarkan sistem CIELAB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air, susut bobot, kekerasan tekstur, nilai a*, dan nilai b*, serta berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai L*, di mana penurunan mutu fisik serta pergeseran warna menjadi nyata setelah penyimpanan mencapai 6 hari. Jenis kemasan secara tunggal hanya berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap nilai a*, dengan kemasan plastik PP menghasilkan rata-rata nilai a* tertinggi, namun tidak berpengaruh nyata terhadap susut bobot, kadar air, kekerasan tekstur, nilai L*, maupun nilai b*. Interaksi antara jenis kemasan dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap susut bobot ($p < 0,05$) dan nilai a* ($p < 0,05$), serta berpengaruh sangat nyata terhadap nilai b* ($p < 0,01$), namun tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air, kekerasan tekstur, dan nilai L*. Secara keseluruhan, lama penyimpanan merupakan faktor yang paling dominan dalam menentukan kemunduran mutu fisik cabai rawit, sedangkan jenis kemasan — khususnya plastik PP — berperan lebih terbatas, yaitu terutama dalam mempertahankan intensitas warna merah (nilai a*) kulit buah selama masa penyimpanan di lingkungan dataran rendah.

SUMMARY

Modified atmosphere packaging and storage duration management are post-harvest technologies with the potential to maintain the physical quality of cayenne pepper (*Capsicum frutescens* L.) by suppressing respiration and transpiration rates. This study aimed (1) to analyze the effect of packaging type on the post-harvest physical characteristics of cayenne pepper, (2) to analyze the effect of storage duration on the post-harvest physical characteristics of cayenne pepper, and (3) to analyze the interaction between packaging type and storage duration on the post-harvest physical characteristics of cayenne pepper in Desa Baru Dusun III Batang Kuis. The research was conducted at the Agricultural Product Technology Laboratory, Faculty of Agriculture, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, using a factorial Completely Randomized Design (CRD) with two factors and three replications. The first factor was storage duration, consisting of three levels: P1 = 0 days, P2 = 3 days, and P3 = 6 days. The second factor was packaging type, consisting of three levels: K1 = No Packaging (Control), K2 = Polyethylene (PE) plastic, and K3 = Polypropylene (PP) plastic. The observed parameters included weight loss, moisture content, texture firmness, and skin color expressed as CIELAB L* (lightness), a* (redness), and b* (yellowness) values. The results showed that storage duration had a highly significant effect ($p < 0.01$) on moisture content, weight loss, texture firmness, a* value, and b* value, and a significant effect ($p < 0.05$) on L* value, with physical quality decline and color shifts becoming pronounced after 6 days of storage. Packaging type alone had a highly significant effect ($p < 0.01$) only on a* value, with PP plastic producing the highest mean a* value, but showed no significant effect on weight loss, moisture content, texture firmness, L* value, or b* value. The interaction between packaging type and storage duration significantly affected weight loss ($p < 0.05$) and a* value ($p < 0.05$), and had a highly significant effect on b* value ($p < 0.01$), while showing no significant effect on moisture content, texture firmness, or L* value. Overall, storage duration was the most dominant factor driving the physical quality decline of cayenne pepper, while packaging type — particularly PP plastic — played a more limited role, mainly in preserving the red color intensity (a* value) of the fruit skin during storage in lowland tropical conditions.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Ahmad Yusuf dilahirkan di Aek Jangkang, pada 19 juli 2001, anak pertama dari empat bersaudara dari Bapak Parhimpunan Ritonga dan Ibu Syamsinar Harahap. Bertempat tinggal di Desa Aek Jangjkang Kecamatan Padang Bolak Kabupaten Padang Lawas Utara Provinsi Sumatera Utara.

Adapun pendidikan formal yang pernah ditempuh Penulis adalah:

1. Sekolah dasar SDN 100670 Hutaimbaru (2007-2013)
2. Sekolah Menengah Pertama Di MTS PP MAWARIDUSSALAMA (2013-2016)
3. Sekolah Menengah Atas DI MA PP MAWARIDUSSALAM (206-2019)
4. Mahasiswa Fakultas Pertanian Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (2019-2026).

Adapun kegiatan dan pengalaman penulis yang pernah diikuti selama menjadi mahasiwa antara lain:

1. Mengikuti Pengenalan Kehidupan Kampus Mahasiwa Baru (PKKMB) Tahun 2019.
2. Mengikuti Masa Ta'aruf (MASTA) se-Pimpinan Komisariat Ikatan Tahun 2019.
3. Megikuti peraktek kerja lapangan (PKL) Tahun 2023.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala, yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah - Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat beriring dengan salam penulis hadiahkan kepada Nabi Muhammad Shallahu Alaihi Wassalam karena beliau lah yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang menderang ini. Penulis telah menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengaruh Lama Penyimpanan Dan Jenis Kemasan Terhadap Karakteristik Fisik Pascapanen Cabai Rawit (*Capsicum Frutescen L*) di Desa Baru Dusun Iii Batang Kuis”. Skripsi ini disusun dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Strata 1 (S1) pada program studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesarbesarnya kepada:

1. Ibu Prof Dr. Ir Wan Arfiani Barus, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Mirsil Fuadi, S.P.,M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhamamdiyah Sumatera Utara dan Dosen Pembimbing yang selalu mendukung dan memberikan arahan kepada penulis.
3. Ibu Dr. Andini Hanif, S.Si., M.Si., selaku Sekretaris Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4. Seluruh Dosen Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan dan serta nasihat kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Skripsi ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua, adik laki-laki dan adik perempuan yang telah memberikan segala kasih sayang, doa yang tidak pernah putus, dukungan, motivasi, dan pengorbanan.

Sebagai penutup, harapan penulis pada skripsi penelitian ini memberikan nilai tambah bagi pembaca dan dengan hangat menerima masukan dan saran yang membangun untuk penyempurnaannya.

Medan, September 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN.....	iii
RINGKASAN	iv
SUMMARY	v
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang.....	1
Tujuan Penelitian.....	5
Hipotesis Penelitian.....	5
Kegunaan Penelitian.....	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
Tanaman Cabai Rawit (<i>Capsicum frutescens</i> L.).....	7
Struktur Fisik Buah Cabai Rawit Siap Panen.....	11
Fisiologi Kemunduran Mutu Cabai Rawit Pascapanen.....	13
Teknologi Pengemasan Atmosfer Terdimodifikasi (Modified Atmosphere Packaging).....	14
Mekanisme Keseimbangan Gas dalam Kemasan Plastik.....	15
Karakteristik Jenis Plastik Pengemas (Polietilen dan Polipropilen).....	16
Lama Penyimpanan terhadap Degradasi Produk Hortikultura	17
Parameter Karakteristik Fisik Pascapanen Cabai Rawit	20
Hubungan Antara Variabel Pascapanen dan Dampak Fisik Komoditas	24
Kerangka Berpikir Penelitian.....	25
BAHAN DAN METODE.....	30
Tempat dan Waktu	30
Bahan Penelitian.....	30
Alat Penelitian.....	30
Metode Penelitian.....	31
Pelaksanaan Penelitian.....	32
Parameter Penelitian.....	34

Penentuan Lama Penyimpanan	34
Penentuan Jenis Kemasan.....	35
Penentuan Susut Bobot (%).....	36
Penentuan Kadar Air (%)	37
Tingkat Kekerasan Tekstur	38
Uji Visual Warna.....	39
Analisis Data.....	39
HASIL PENELITIAN	43
Susut Bobot	46
Pengaruh lama penyimpanan Terhadap susut bobot	46
Interaksi Antara Lama Penyimpanan Dengan Jenis Kemasan Terhadap Parameter Susut Bobot.....	49
Kadar air.....	51
Pengaruh lama penyimpanan Terhadap Kadar Air.....	51
Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Kadar Air.....	53
Interaksi Antara Lama Penyimpanan Dengan Jenis Kemasan Terhadap Parameter Kadar Air	53
Kekerasan Tekstur.....	54
Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kekerasan Tekstur	54
Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Kekerasan Tekstur.....	56
Interaksi Antara Lama Penyimpanan Dengan Jenis Kemasan Terhadap Parameter kekerasan.....	57
Visual Warna	58
Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap warna L*	58
Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Warna L*.....	59
Interaksi Antara Lama Penyimpanan Dengan Jenis Kemasan Terhadap Parameter warna L*	60
Interaksi Antara Lama Penyimpanan Dengan Jenis Kemasan Terhadap Parameter warna a	64
Interaksi Antara Lama Penyimpanan Dengan Jenis Kemasan Terhadap Parameter warna b.....	68
KESIMPULAN DAN SARAN	71
Kesimpulan	71
Saran	71
DAFTAR PUSTAKA.....	74
LAMPIRAN.....	77

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Karakteristik Fisik dan Dimensi Awal Buah Cabai Rawit (<i>Capsicum frutescens</i> L.) Siap Panen di Dataran Rendah.....	13
2.	Tabel Fisiologi Pascapanen dan Perubahan Fisik Cabai Rawit Selama Penyimpanan.....	19
3.	Mekanistik Kerusakan Fisik Buah Cabai Rawit Selama Penyimpanan	25
4.	Kombinasi Perlakuan	31
5.	Penentuan Lama Penyimpanan	34
6.	Penentuan Jenis Kemasan	35
7.	Penentuan Susut Bobot	36
8.	Penentuan Kadar Air (%).....	37
9.	Tingkat Kekerasan Tekstur	39
10.	Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter Karakteristik cabai rawit.....	43
11.	Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Parameter Karakteristik Cabai Rawit.....	44
12.	Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh lama penyimpanan Terhadap Parameter susut bobot %.....	46
13.	Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh jenis kemasan Terhadap Parameter Susut bobot	48
14.	Interaksi Antara Jenis Kemasan Dan Lama Penyimpanan Terhadap Parameter Susut Bobot.....	49
15.	Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh lama penyimpanan Terhadap Parameter Kadar Air	51
16.	Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh jenis kemasan Terhadap Parameter Kadar Air	53
17.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter Kekerasan Tekstur	54
18.	Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh jenis kemasan Terhadap Parameter kekerasan	56
19.	Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh lama penyimpanan Terhadap Parameter warna L*	58
20.	Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh jenis kemasan Terhadap parameter Warna L*	59
21.	Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh lama penyimpanan Terhadap Parameter warna a*.....	61
22.	Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh jenis kemasan Terhadap parameter	62
23.	Interaksi Antara lama penyimpanan dan jenis kemasan Terhadap Parameter warna a*.....	64

24.	Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh lama penyimpanan Terhadap Parameter warna b*	65
25.	Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh jenis kemasan Terhadap parameter Warna b*	67
26.	Interaksi Antara lama penyimpanan dan jenis kemasan Terhadap Parameter warna b*	68

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Tanaman Cabai Rawit (<i>Capsicum frutescens</i> L.).....	8
2.	Struktur Anatomi Penampang Buah Genus <i>Capsicum</i>	12
3.	Kerangka Berpikir Penelitian.....	27
4.	Diagram Alir Penelitian	41
5.	Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter susut bobot	47
6.	Hubungan Pengaruh Interaksi Antara Lama Penyimpanan dan jenis kemasan Terhadap Parameter susut bobot50	
7.	Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter Kadar Air	52
8.	Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter kekerasan	55
9.	Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter warna L	59
10.	Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter warna a.....	62
11.	Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Parameter warna a.....	63
12.	Hubungan Pengaruh Interaksi Antara Lama Penyimpanan dan jenis kemasan Terhadap Parameter warna a*65	
13.	Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter warna b.....	66
14.	Hubungan Pengaruh Interaksi Antara Lama Penyimpanan dan jenis kemasan Terhadap Parameter warna b69	

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Secara global, pemenuhan kebutuhan pangan dan nutrisi menghadapi tantangan besar akibat tingginya angka penyusutan hasil pertanian setelah dipanen. Food and Agriculture Organization (FAO) melaporkan bahwasanya sekitar sepertiga dari total pangan yang diproduksi untuk konsumsi manusia hilang atau terbuang begitu saja di sepanjang rantai pasok. Khusus untuk kelompok komoditas hortikultura yang bersifat sangat mudah rusak (*perishable*) seperti buah dan sayuran, angka kehilangan hasil pascapanen (*post-harvest losses*) di negara-negara berkembang bahkan dapat mencapai 35% hingga 50%. Fenomena global ini tidak hanya memicu kerugian ekonomi bernilai miliaran dolar bagi para petani kecil, tetapi juga mengancam ketahanan pangan akibat penurunan kualitas nutrisi, seperti degradasi kadar vitamin dan senyawa antioksidan, sebelum produk segar tersebut berhasil menjangkau konsumen akhir.

Di tingkat nasional, Indonesia menempati posisi yang cukup rentan terkait masalah ini. Sebagai negara agraris dengan iklim tropis, fluktuasi pasokan dan harga sayuran berumur simpan pendek sering kali menjadi pemicu utama inflasi ekonomi. Salah satu komoditas hortikultura strategis yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan dikonsumsi secara masif oleh masyarakat Indonesia adalah cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). Tingginya ketergantungan masyarakat terhadap cabai rawit didorong oleh kegunaannya yang masif sebagai bumbu penyedap utama maupun bahan baku industri pangan olahan. Namun, tingginya volume produksi nasional sering kali tidak diimbangi dengan teknologi penanganan pascapanen yang memadai di tingkat hulu, sehingga angka kerusakan

fisik pascapanen cabai rawit di Indonesia secara umum masih bertahan di kisaran angka 20% hingga 35%.

Provinsi Sumatera Utara ialah salah satu sentra produksi hortikultura yang dituntut untuk terus menyuplai kebutuhan sayuran segar bagi area perkotaan padat penduduk. Wilayah dataran rendah di provinsi ini memiliki tantangan tersendiri berupa suhu lingkungan yang relatif tinggi dan kelembaban udara yang fluktuatif. Kecamatan Batang Kuis, tepatnya di Desa Baru Dusun III. Petani di desa ini secara rutin mendistribusikan hasil panen mereka ke pusat-pusat pasar besar di Kabupaten Deli Serdang dan Kota Medan. Masalahnya, rantai distribusi yang melibatkan beberapa lembaga pemasaran konvensional ini sering kali mempercepat penurunan mutu fisik cabai. Karakteristik biologis cabai rawit yang memiliki laju respirasi dan transpirasi tinggi menyebabkan komoditas ini cepat kehilangan kadar air (mengalami penyusutan bobot drastis), pelunakan tekstur dinding buah, serta perubahan warna dari merah mengkilap menjadi kusam dan membusuk hanya dalam waktu 3 sampai 4 hari jika dibiarkan pada suhu ruang tanpa perlakuan pengemasan.

Meskipun kaya akan nilai gizi (Azlan dkk., 2022) dan memiliki permintaan pasar yang konstan, cabai rawit segar memiliki kelemahan utama yaitu karakteristik strukturnya yang mudah rusak (*perishable*) akibat kadar air jaringan yang tinggi serta laju respirasi dan transpirasi yang berlangsung sangat cepat setelah dipetik. Menurut data yang dilaporkan oleh Yusuf dan Zulkarnaen (2021), angka kehilangan hasil pascapanen (*post-harvest losses*) pada rantai pasok cabai di tingkat petani lokal masih sangat tinggi, yaitu berkisar antara 20% hingga 35%. Kondisi biologis ini menyebabkan masa simpan cabai rawit menjadi sangat

singkat pada suhu ruang. Berdasarkan penelitian Sari dkk. (2022), penyimpanan cabai rawit secara terbuka tanpa perlakuan kemasan terbukti memicu penyusutan bobot secara drastis hingga mencapai 18,5% hanya dalam kurun waktu 5 hari akibat penguapan air dari dalam jaringan yang tidak terkendali. Dampaknya, terjadi pelunakan tekstur dinding buah serta degradasi warna visual dalam waktu yang singkat, yang secara langsung menurunkan nilai jual komoditas secara ekstrem. Oleh sebab itu, dibutuhkan teknologi penanganan pascapanen yang tepat dalam menekan laju respirasi serta memperpanjang masa kesegaran cabai rawit.

Tantangan utama dalam mempertahankan mutu fisik cabai rawit pascapanen adalah mengendalikan interaksi komoditas dengan oksigen, kelembaban, dan suhu lingkungan mikro di sekitarnya. Penanganan tradisional tanpa pengemasan terbukti mempercepat kelayuan, sedangkan penggunaan kemasan yang tidak tepat justru mendatangkan masalah baru. Hasil penelitian Pratama dan Wijaya (2023) mengungkapkan bahwa pengemasan dengan plastik polietilen (PE) mampu menekan laju respirasi, namun jika durasi penyimpanannya terlalu lama, kelembaban tinggi di dalam kantong plastik akan memicu kondensasi uap air yang merangsang kebusukan akibat aktivitas mikroba. Di sisi lain, Wulandari dkk. (2024) menegaskan bahwa variasi jenis kemasan seperti polipropilen (PP) dan plastik klip memiliki karakteristik permeabilitas gas yang berbeda-beda, sehingga memberikan efektivitas perlindungan yang bervariasi pula terhadap tingkat kekerasan tekstur dan retensi warna visual buah cabai. Penerapan teknologi pengemasan yang tepat memberikan keuntungan melalui pembentukan sistem atmosfer termodifikasi pasif (*passive modified*

atmosphere packaging) yang mampu membatasi pasokan oksigen, sehingga laju metabolisme pembusukan fisik buah dapat dihambat secara nyata.

Keberhasilan dari teknik perlindungan ini sangat dipengaruhi pada kecocokan antara karakteristik variasi kemasan yang digunakan hingga lama penyimpanan yang diterapkan di lingkungan tempat komoditas tersebut berada. Berdasarkan kajian Sitorus dan Harahap (2025), karakteristik lingkungan mikro dataran rendah di Sumatera Utara yang cenderung tropis-lembab memiliki fluktuasi suhu tersendiri yang memengaruhi metabolisme pascapanen sayuran buah secara berbeda dibandingkan wilayah dataran tinggi. Pemilihan jenis kemasan yang aplikatif dan ekonomis bagi petani merupakan parameter utama yang efektif untuk menahan kelembaban tanpa menimbulkan efek kondensasi berlebih pada struktur fisik cabai.

Di sisi lain, durasi atau lama penyimpanan merupakan faktor pembatas kritis untuk memastikan komoditas tetap berada dalam batas mutu komersial yang layak. Jika lama penyimpanan melewati ambang batas kemampuan proteksi kemasan, penurunan kualitas fisik seperti kelunakan ekstrem dan perubahan warna kusam tetap tidak dapat dihindari. Maka dari itu, penting untuk melakukan penelitian tentang pengaruh variasi jenis kemasan dan lama penyimpanan untuk menyusun standar atau rekomendasi praktis penanganan pascapanen cabai rawit yang sesuai dengan kondisi fisik lingkungan lokal di wilayah Batang Kuis.

Berdasarkan paparan di atas, penulis bermaksud untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan judul “Pengaruh Lama Penyimpanan Dan Jenis Kemasan Terhadap Karakteristik Fisik Pascapanen Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens* L.) Di Desa Baru Dusun Iii Batang Kuis”.

Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh jenis kemasan terhadap karakteristik fisik pascapanen cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) yang meliputi susut bobot, kadar air, kekerasan tekstur, dan warna visual di Desa Baru Dusun III Batang Kuis.
2. Menganalisis pengaruh lama penyimpanan terhadap karakteristik fisik pascapanen cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) yang meliputi susut bobot, kadar air, kekerasan tekstur, dan warna visual di Desa Baru Dusun III Batang Kuis.
3. Menganalisis interaksi antara jenis kemasan dan lama penyimpanan terhadap karakteristik fisik pascapanen cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.), khususnya terhadap susut bobot dan warna visual di Desa Baru Dusun III Batang Kuis.

Hipotesis Penelitian

1. Terdapat pengaruh jenis kemasan terhadap karakteristik fisik pascapanen cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) di Desa Baru Dusun III Batang Kuis.
2. Terdapat pengaruh lama penyimpanan terhadap karakteristik fisik pascapanen cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) di Desa Baru Dusun III Batang Kuis.
3. Terdapat pengaruh interaksi antara jenis kemasan dan lama penyimpanan terhadap karakteristik fisik pascapanen cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) di Desa Baru Dusun III Batang Kuis.

Kegunaan Penelitian

1. Bagian dari persyaratan akademik dalam menyelesaikan program Strata 1 di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Mengetahui hasil dari dampak lama penyimpanan dan jenis kemasan pada kualitas karakteristik fisik pascapanen cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) di Desa Baru Dusun III Batang Kuis.
3. Mengetahui fungsi dan manfaat yang dihasilkan dari sistem pengemasan yang tepat untuk memperpanjang masa simpan serta menjaga mutu fisik cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) sebagai komoditas hortikultura yang bernilai ekonomis tinggi.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)

Capsicum sp. yang dikenal luas dengan nama *chili pepper* atau cabai rawit yakni salah satu komoditas hortikultura sayuran buah yang memegang peranan strategis pada kestabilan ekonomi nasional dan sangat mudah tumbuh di wilayah tropis (Kurniawan dkk., 2024). Meskipun memerlukan perawatan intensif terhadap hama, buah cabai rawit dijadikan sebagai bumbu penyedap utama untuk dikonsumsi langsung secara mentah, dicampur ke dalam masakan harian, atau diolah menjadi saus pedas komersial. Di Indonesia, terdapat dua jenis genus *Capsicum* yang paling sering ditemui di pasaran, yaitu *Capsicum annuum* L. (cabai besar/keriting) dan *Capsicum frutescens* L. yang dikenal sebagai cabai rawit atau cabai kecil (Tjitrosoepomo, 2023).

Tanaman cabai rawit merupakan tumbuhan perdu menahun yang umumnya berada di daerah tropis ataupun subtropis. Tanaman yang berasal dari wilayah benua Amerika tropis ini dapat tumbuh optimal di area sekitar lahan tegalan, perkebunan rakyat, serta pekarangan terbuka yang terpapar sinar matahari secara penuh. Salah satu varietas yang umum dibudidayakan oleh petani lokal di dataran rendah seperti kawasan Batang Kuis adalah *Capsicum frutescens* L. Selain bermanfaat sebagai bahan pangan, cabai rawit juga banyak dimanfaatkan dalam bahan baku industri ekstraksi zat aktif dan tanaman pekarangan rumah (Kurniawan dkk., 2024). Tingginya kandungan senyawa capsaicin di dalamnya tidak hanya memberikan rasa pedas yang khas, namun juga memberikan manfaat farmakologis yang nyata (Bal dkk., 2022).

Menurut buku taksonomi tumbuhan oleh Tjitrosoepomo (2023), klasifikasi dari tanaman cabai rawit ialah:

Kingdom: Plantae

- a. Subkingdom: Tracheobionta
- b. Divisi: Magnoliophyta
- c. Kelas: Magnoliopsida
- d. Subkelas: Asteridae
- e. Ordo: Solanales
- f. Famili: Solanaceae
- g. Genus: *Capsicum*



Gambar 1. Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)

Secara morfologis, tanaman cabai rawit memiliki karakteristik batang yang bercabang dikotomis membentuk tajuk yang tergolong rimbun (Mulyani, 2022). Batang cabai rawit berwarna hijau tua keunguan, agak bersudut (*angularis*), berruas-ruas, dan terasa halus ketika dipegang, serta akan mengayu pada bagian pangkalnya apabila umur tanaman sudah tua. Tanaman ini memiliki batang basah yang tumbuh tegak mencapai ketinggian 50 cm sampai 120 cm, dengan diameter batang utama 1–2 cm dan panjang ruas berkisar antara 2,5–5 cm

(Tjitrosoepomo, 2023). Daun *Capsicum frutescens* L. termasuk daun tunggal berbentuk bulat telur hingga lanset dengan ujung serta pangkal yang meruncing tajam. Daun tersebut berwarna hijau pekat, berpermukaan halus mengkilap, memiliki tepi rata, serta memiliki ukuran panjang 3–10 cm dan lebar 2–5 cm (Tjitrosoepomo, 2023).

Cabai rawit merupakan tanaman semusim hingga tahunan yang dapat menyelesaikan siklus hidupnya dan terus berproduksi dalam rentang waktu yang panjang. Karakteristik bunga cabai rawit adalah berkelompok 2 sampai 4 buah yang muncul berkelompok dari bagian nodus atau ketiak percabangan. Bunganya bersifat biseksual (*hermafrodit*), *actinomorphic* (simetri bintang), mempunyai sepal penyokong berbentuk lonceng, serta memiliki warna mahkota putih kehijauan atau putih kekuningan (Roni dkk., 2023). Bunga majemuk terbatas ini terletak di ketiak cabang dengan tumpuan kelopak bunga berwarna hijau pucat. Strukturnya mirip dengan cabai merah besar namun berukuran jauh lebih kecil dan kompak, dengan kepala sari berwarna biru keunguan dan mahkota berbentuk jantung terbalik pada tiap helaianya (Mulyani, 2022; Tjitrosoepomo, 2023).

Buah cabai rawit termasuk jenis buah buni berbentuk bulat panjang memanjang yang di dalamnya terdapat biji bulat pipih, keras, dan mengkilat ketika kering. Biji tersebut berwarna kuning jerami atau krem dengan ukuran kurang lebih 2–3 mm (Tjitrosoepomo, 2023). Meskipun mudah dibudidayakan secara generatif melalui biji keringnya yang disemai pada media tanah gembur, tanaman ini memiliki respon fisiologis yang sangat peka terhadap lingkungan pascapetik. Para pedagang dan petani masih menganggap penanganan pascapanen

cabai rawit cukup rumit karena buahnya cepat layu dan membusuk apabila diletakkan begitu saja pada kondisi udara terbuka (Saputra, 2025).

Kelemahan fisik tersebut terjadi karena cabai rawit mengandung kadar air jaringan yang sangat tinggi, yaitu mencapai lebih dari 78% hingga 85% dari total berat basahnya (Ramli dan Siregar, 2024). Tingginya kadar air internal ini menjadikannya salah satu bahan nabati segar yang paling rentan (*perishable*) mengalami pengerutan kulit akibat kehilangan tekanan turgor sel. Sebagai organ buah yang aktif melakukan metabolisme respirasi dan transpirasi secara mandiri pascadipetik, cabai rawit akan terus menguapkan air bebas di jaringan mesokarpnya untuk menjaga keseimbangan suhu internal buah saat terpapar kelembapan lingkungan luar yang kering atau bersuhu ruang tinggi (Purnama dkk., 2023).

Kadar air yang melimpah (sekitar 80 gram per 100 gram berat basah) memang membuat jaringan sel buah menjadi sangat segar dan renyah, namun di sisi lain menjadi faktor utama pemicu tingginya persentase nilai susut bobot selama masa penyimpanan jika dilepaskan dalam rantai pasok tanpa perlindungan kemasan (Ramli dan Siregar, 2024). Berdasarkan studi fisiologi pascapanen terbaru, buah cabai sebenarnya memiliki fitur anatomi dan morfologi khusus yang berfungsi mengendalikan retensi perpindahan uap air dan gas selama penyimpanan, yang meliputi:

1. Jaringan Perikarp Berdaging (*Fleshy Pericarp Tissue*): Buah cabai memiliki lapisan dinding buah berupa sel parenkim yang tebal dan kaya akan vakuola air bebas. Lapisan mesokarp ini menyimpan air dalam jumlah besar untuk menyokong ketegaran dinding sel.

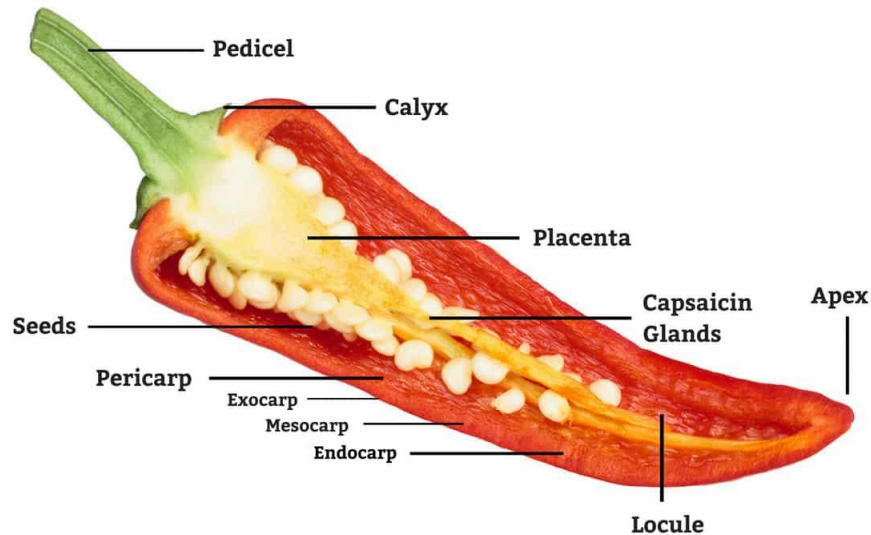
2. Kulit Luar (*Eksokarp*) yang Licin: Kulit luar cabai bersifat padat, rata, dan halus, yang bertindak sebagai lapisan proteksi terluar dari benturan mekanis dan penetrasi mikroba pembusuk.
3. Rongga Dalam Buah (*Locule Cavity*): Bagian dalam buah memiliki ruang kosong yang mengelilingi plasenta tempat melekatnya biji. Rongga internal ini menjadi ruang akumulasi uap air bebas dan gas hasil respirasi CO₂ sebelum bertukar dengan udara luar.
4. Epidermis dengan Kutikula Tebal: Permukaan luar dilapisi oleh lapisan lilin kutikula yang mengkilap. Ketebalan kutikula ini berfungsi untuk menahan laju kehilangan air berlebih melalui proses transpirasi mikro selama buah disimpan di dalam kemasan (Purnama *dkk.*, 2023; Sari *dkk.*, 2024).

Kondisi agroklimat dataran rendah seperti di Desa Baru Dusun III Batang Kuis yang cenderung bersuhu hangat ikut memacu laju metabolisme pascapetik ini, sehingga interaksi antara ketebalan kutikula buah dan jenis kemasan pelindung akan menjadi faktor kunci dalam mempertahankan karakteristik fisik cabai rawit selama durasi penyimpanan tertentu (Saputra, 2025).

Struktur Fisik Buah Cabai Rawit Siap Panen

Komponen fisik buah cabai rawit yang dipanen pada tingkat kematangan fisiologis optimal (ditandai dengan perubahan warna kulit buah menjadi merah penuh atau minimal 85% kemerahan) memiliki struktur jaringan yang krusial bagi ketahanan simpannya. Jaringan dinding buah (*perikarp*) terdiri dari lapisan luar (*eksokarp*) yang dilapisi oleh kutikula lilin tipis, lapisan tengah (*mesokarp*) yang berdaging tebal sebagai tempat penyimpanan air utama, serta lapisan dalam

(*endokarp*) yang membatasi rongga buah (*locule*) (Purnama dkk., 2023). Pembagian zona anatomi makro pada komoditas buah dari famili Solanaceae ini secara detail dapat diamati pada Gambar 2.2.



Gambar 2. Struktur Anatomi Penampang Buah Genus Capsicum

Ketebalan lapisan *perikarp* dan kerapatan sel epidermis terluar (*eksokarp*) inilah yang nantinya akan berinteraksi langsung dengan lingkungan mikro di dalam kemasan plastik selama masa penyimpanan. Buah cabai rawit dataran rendah umumnya memiliki karakteristik dimensi fisik yang cenderung lebih kecil namun kompak, dengan kadar air jaringan awal yang sangat tinggi yaitu berkisar antara 78% hingga 85% (Ramli dan Siregar, 2024).

Struktur sel parenkim yang kaya akan air bebas ini menjadikannya sangat peka terhadap tekanan defisit tekanan uap air (*vapor pressure deficit*) yang memicu stres penguapan pascapanen. Ringkasan mengenai parameter dimensi awal, sifat fisik, beserta proyeksi dampak fisiologisnya terhadap mutu pascapetik buah cabai rawit disajikan secara terstruktur pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Fisik dan Dimensi Awal Buah Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Siap Panen di Dataran Rendah

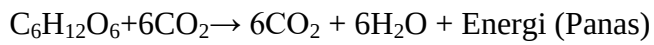
Parameter Fisik	Nilai /Ukuran	Dampak Fisiologis Pascapanen
Tingkat Kematangan	85% Kemerahan	Fase kematangan fisiologis optimal, akumulasi senyawa volatil dan kapasitas antioksidan maksimum.
Panjang Buah	3,0 – 4,5 cm	Menentukan rasio luas permukaan spesifik buah yang berinteraksi dengan udara luar.
Diameter Buah	0,5 – 1,2 cm	Mempengaruhi kerapatan tumpukan komoditas dan distribusi gas di dalam wadah simpan.
Kadar Air Jaringan	78% – 85%	Sangat tinggi; memicu kerentanan utama terhadap fenomena susut bobot dan kelayuan turgor.

Fisiologi Kemunduran Mutu Cabai Rawit Pascapanen

Sebagai organ tanaman yang telah dipisahkan dari induknya, buah cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) tetap melakukan aktivitas metabolisme seluler secara mandiri. Tanpa adanya pasokan air dan nutrisi dari tanaman induk, proses respirasi dan transpirasi sepenuhnya bergantung pada cadangan substrat internal buah, yang berujung pada penurunan kualitas fisik dan organoleptik (Sari dkk., 2024; Yahia dan Carrillo-Lopez, 2019).

Cabai rawit diklasifikasikan ke dalam kelompok komoditas non-klimakterik, di mana laju respirasinya tidak menunjukkan lonjakan drastis (*spurt*) setelah dipanen, melainkan mengalami penurunan secara perlahan seiring dengan waktu penyimpanan (Ramli dan Siregar, 2024). Meskipun demikian, karena dibudidayakan di dataran rendah seperti Batang Kuis dengan suhu harian yang tinggi, laju respirasi awal cabai rawit saat dipetik tergolong sangat progresif. Proses respirasi ini memecah senyawa makro seperti karbohidrat, asam organik,

dan lemak menjadi energi, karbon dioksida (CO₂), serta uap air (H₂O) melalui persamaan reaksi kimia berikut:



Peningkatan akumulasi panas sensibel di sekitar buah yang tidak tersirkulasi dengan baik akan memacu perombakan klorofil serta mempercepat pelunakan dinding sel akibat degradasi zat pektin oleh enzim poligalakturonase (Saputra, 2025). Kemunduran fisik yang paling cepat terlihat secara visual pada cabai rawit pascapetik adalah pengerutan kulit (*wrinkling*) yang disebabkan oleh transpirasi. Transpirasi ialah proses hilangnya air dari jaringan buah dalam bentuk uap air melalui stomata, lentisel, atau celah mikro pada lapisan kutikula eksokarp (Purnama *dkk.*, 2023).

Kehilangan air seberat 5% hingga 8% dari bobot awal segar sudah cukup untuk menghilangkan tekanan turgor sel parenkim pada mesokarp, sehingga buah kehilangan kerenyahannya dan tampak layu. Defisit tekanan uap air (*vapor pressure deficit*) yang tinggi antara ruang internal buah cabai dan udara luar ruangan yang kering bertindak sebagai daya dorong (*driving force*) utama yang mempercepat laju susut bobot tersebut (Sari *dkk.*, 2024).

Teknologi Pengemasan Atmosfer Terdimodifikasi (Modified Atmosphere Packaging)

Untuk menghambat laju respirasi serta transpirasi yang tinggi pada buah cabai rawit pascapanen, diperlukan rekayasa lingkungan mikro di sekitar komoditas menggunakan metode pengemasan atmosfer terdimodifikasi atau *Modified Atmosphere Packaging* (MAP). Prinsip dasar dari penerapan MAP adalah memanfaatkan sifat permeabilitas selektif dari film plastik pengemas

terhadap laju difusi gas Oksigen (O_2), Karbon Dioksida (CO_2), hingga uap air lingkungan (Nugraha dan Pratama, 2024).

Melalui teknik ini, interaksi dinamis antara aktivitas respirasi buah dan kemampuan transmisi gas oleh dinding polimer akan menciptakan kondisi udara internal yang berbeda secara nyata dari komposisi atmosfer normal udara luar (78% N_2 ; 21% O_2 ; 0,03% CO_2). Dalam konteks penelitian di Desa Baru Dusun III Batang Kuis yang bercirikan dataran rendah bersuhu hangat, regulasi atmosfer mikro melalui MAP menjadi instrumen krusial untuk menekan percepatan senesensi (penuaan jaringan) buah akibat paparan suhu makro lingkungan (Zulkarnaen *dkk.*, 2023).

Mekanisme Keseimbangan Gas dalam Kemasan Plastik

Ketika cabai rawit dimasukkan dan ditutup rapat secara hermetis di dalam kemasan plastik polimer, konsentrasi O_2 di dalam ruang kemasan akan berkurang secara progresif akibat dikonsumsi secara terus-menerus untuk proses respirasi jaringan buah. Sebaliknya, konsentrasi CO_2 akan terakumulasi dan meningkat sebagai konsekuensi dari produk sampingan respirasi seluler tersebut. Seiring berjalannya waktu penyimpanan, laju konsumsi gas oleh buah dan laju perpindahan atau difusi gas dari atmosfer luar melewati pori-pori matriks polimer akan mencapai titik kesetimbangan statis yang disebut *equilibrium modified atmosphere* (EMA) (Fitriani dan Rahmawati, 2025). Penurunan kadar O_2 hingga menyentuh level optimal (berkisar antara 3%–5%) disertai peningkatan CO_2 (berkisar antara 3%–8%) di dalam kemasan secara efektif mampu menekan aktivitas kompleks enzim respirasi (seperti *sitokrom c oksidase*) (Fitriani dan Rahmawati, 2025).

Kondisi atmosfer mikro yang seimbang ini mampu memperpanjang umur simpan cabai rawit dengan cara memperlambat degradasi zat pektin dinding sel dan konversi gula terlarut. Namun, pengondisian ini harus dijaga agar tidak melewati ambang batas kritis bawah O_2 (kurang dari 1%) atau ambang batas atas CO_2 (lebih dari 15%), karena dapat memicu terjadinya respirasi anaerobik atau jalur fermentasi yang berisiko menumpuk senyawa asetaldehida dan etanol pemicu bau busuk (*off-flavor*) serta lisis (kerusakan) jaringan fisik buah (Nugraha dan Pratama, 2024).

Karakteristik Jenis Plastik Pengemas (Polietilen dan Polipropilen)

Jenis bahan polimer yang diaplikasikan bertindak sebagai faktor eksternal utama yang menentukan keberhasilan retensi mutu dan kesegaran fisik buah cabai rawit selama rantai pasok. Dua jenis film plastik komersial yang paling sering digunakan dalam manajemen pascapanen komoditas hortikultura sayuran buah (Fellows, 2017) adalah:

1. Polietilen (*Polyethylene* / PE): Jenis plastik ini dicirikan oleh sifat fisiknya yang memiliki elastisitas tinggi, tahan terhadap benturan mekanis ringan, serta susunan rantai polimer semi-permeabel yang relatif luwes. Karakteristik paling menonjol dari plastik PE adalah nilai transmisi uap air atau *Water Vapor Transmission Rate* (WVTR) yang sangat rendah. Hal ini menjadikan plastik PE sangat superior dalam mengurung kelembaban relatif (*Relative Humidity* / RH) internal kemasan agar tetap berada pada kisaran tinggi (90%–95%), sehingga mampu meredam laju penguapan air jaringan eksokarp dan menekan persentase susut bobot buah

secara nyata selama durasi penyimpanan tertentu (Wardana dan Kusuma, 2023).

2. Polipropilen (*Polypropylene* / PP): Berbeda dengan PE, plastik PP memiliki karakteristik fisik yang lebih kaku, permukaan yang sangat jernih (*clear transparency*) tinggi sehingga memudahkan evaluasi visual perubahan warna komoditas, serta densitas molekul yang lebih rapat. Kerapatan molekul ini menyebabkan plastik PP memiliki permeabilitas gas terhadap O₂ dan CO₂ yang jauh lebih rendah dibandingkan plastik PE (Hidayat dan Utami, 2022). Penggunaan plastik PP pada cabai rawit mampu memicu akumulasi gas CO₂ menekan respirasi secara lebih cepat di ruang simpan yang hangat seperti Batang Kuis. Meski demikian, karena sifatnya yang kurang permeabel terhadap uap air, polimer PP memiliki risiko tinggi memicu kejenuhan uap air yang berujung pada pengembunan di dinding dalam plastik (*kondensasi mikro*). Fenomena tetesan air bebas ini sangat berbahaya bagi karakteristik fisik cabai rawit karena dapat memicu pembusukan lisis epidermis dan mempermudah infeksi sekunder mikroba patogen jika bergesekan langsung dengan kulit buah selama masa penyimpanan (Hidayat dan Utami, 2022; Zulkarnaen *dkk.*, 2023).

Lama Penyimpanan terhadap Degradasi Produk Hortikultura

Lama penyimpanan merupakan variabel temporal utama yang berbanding lurus dengan tingkat akumulasi kerusakan fisiologis dan fisik buah cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) pascapetik. Ketika buah telah dipanen, rantai pasokan energi, air, dan nutrisi dari tanaman induk terputus total. Akibatnya, kelangsungan hidup jaringan sel sepenuhnya bergantung pada substrat internal berupa

karbohidrat, asam-asam organik, dan air bebas yang tersimpan di dalam mesokarp (Handoko dan Wijaya, 2024). Semakin bertambahnya durasi hari penyimpanan, maka jumlah cadangan makanan tersebut akan semakin menipis karena dirombak secara kontinu melalui jalur respirasi seluler untuk menghasilkan energi metabolisme dan energi panas (heat of respiration) (Kurniawan dkk., 2024).

Di kawasan dataran rendah yang hangat dengan kelembaban fluktuatif seperti Desa Baru Dusun III Batang Kuis, paparan suhu kamar atau suhu ruang yang relatif tinggi (berkisar 29°C – 33°C) bertindak sebagai katalisator kinetik. Kondisi termal ini memicu peningkatan nilai Q_{10} (koefisien temperatur), di mana laju reaksi biologis dan enzimatis di dalam jaringan buah dapat melonjak dua hingga tiga kali lipat dalam setiap kenaikan suhu sejumlah 10°C (Kurniawan dkk., 2024).

Tanpa adanya proteksi mekanis atau rekayasa atmosfer mikro melalui pengemasan yang tepat, cabai rawit yang diletakkan di dataran rendah umumnya akan mengalami puncak senesensi (penuaan jaringan) yang sangat cepat, yakni hanya dalam waktu 3 hingga 5 hari saja (Anwar dan Siregar, 2025). Akumulasi waktu penyimpanan dalam hitungan hari memicu pemecahan hidrolitik komponen struktural dinding sel, sehingga kekuatan mekanis buah untuk mempertahankan turgornya runtuh secara linear seiring dengan bertambahnya lama hari pengamatan (Setyawan dkk., 2023).

Perpanjangan durasi penyimpanan tidak hanya menguras air bebas via transpirasi, tetapi juga memicu konversi fungsional komponen makromolekul. Polimer karbohidrat struktural dan asam organik dirombak menjadi karbon dioksida dan air, yang secara visual bermanifestasi pada pelunakan tekstur,

pengerutan epidermis, serta penurunan intensitas kecerahan warna (Wulandari dan Saputra, 2025). Oleh karena itu, penentuan titik kritis lama penyimpanan menjadi indikator vital untuk mengukur sejauh mana perlakuan jenis kemasan mampu mempertahankan homeostasis (keseimbangan internal) fisik cabai rawit di lingkungan makro yang ekstrem.

Untuk memberikan gambaran linier mengenai dampak temporal tersebut, berikut adalah visualisasi fase degradasi karakteristik fisik buah cabai rawit berdasarkan bertambahnya lama hari penyimpanan pada kondisi suhu ruang dataran rendah:

Tabel 2. Tabel Fisiologi Pascapanen dan Perubahan Fisik Cabai Rawit Selama Penyimpanan

Estimasi Penyimpanan	Waktu	Fase Fisiologis	Dampak pada Karakteristik Fisik Cabai Rawit
Hari 0 – 2		<i>Freshly Harvested to Adaptation</i>	Bobot segar optimal, tekstur kaku atau tegar (<i>turgid</i>), warna hijau atau merah cerah merata, laju transpirasi mulai aktif.
Hari 3 – 5		<i>Early Senescence</i>	Susut bobot mulai terdeteksi (kulit agak kenyal), degradasi klorofil memicu pematangan pasif (perubahan warna), kandungan air bebas menurun.
Hari 6 – 9		<i>Advanced Senescence</i>	Terjadi kelayuan visual yang jelas, kulit berkerut akibat transpirasi tinggi, turgor dinding sel melunak secara nyata (<i>softening</i>).
Hari > 10		<i>Cellular Collapse</i>	/ Struktur fisik kolaps,

<i>Necrosis</i>	risiko kondensasi air tinggi memicu pembusukan mikroba, pembentukan bau busuk (<i>off-flavor</i>) akibat respirasi anaerobik pasif.
-----------------	---

Parameter Karakteristik Fisik Pascapanen Cabai Rawit

1. Laju Susut Bobot (*Weight Loss*)

Susut bobot merupakan parameter fisik kuantitatif paling krusial yang mencerminkan tingkat kehilangan air dari dalam jaringan buah akibat aktivitas transpirasi serta respirasi selama penyimpanan (Prasetyo dan Utami, 2024). Penguapan air bebas ini digerakkan oleh adanya defisit tekanan uap air (*vapor pressure deficit*) antara ruang antarsel di dalam rongga buah (*locule*) yang jenuh dengan kondisi udara luar kemasan yang belum jenuh. Persentase nilai susut bobot secara matematis dihitung berdasarkan selisih berat basah komoditas pada hari pengamatan ke-t terhadap berat awal segar saat pertama kali dipanen menggunakan rumus: $\text{Susut Bobot (\%)} = \frac{W_0 - W_t}{W_0} \times 100 (\%)$

$$W_0$$

Di mana W_0 adalah bobot segar awal buah (gram) dan W_T adalah bobot buah pada waktu pengamatan hari tertentu (gram).

Pada lingkungan makro Desa Baru Dusun III Batang Kuis yang cenderung memiliki suhu udara harian yang hangat, molekul air bebas di dalam lapisan mesokarp cabai rawit memiliki energi kinetik yang lebih tinggi untuk berdifusi menembus eksokarp melintasi stomata, lentisel, maupun lapisan lilin kutikula (Anwar dan Siregar, 2025). Transpirasi yang masif ini diperparah oleh pelepasan uap air sebagai produk sampingan dari oksidasi glukosa dalam proses respirasi. Akibatnya, jika buah disimpan terlalu lama tanpa adanya penghalang

uap air yang efektif (seperti film plastik polimer dengan sifat permeabilitas selektif), maka nilai susut bobot akan melonjak drastis melebihi ambang batas kesegaran komersial. Hal ini menyebabkan sel-sel parenkim kehilangan tekanan internalnya hingga mengempis, yang bermanifestasi pada gejala pengerutan (*shriveling*) dan keriput secara visual pada permukaan kulit luar buah (Prasetyo dan Utami, 2024).

2. Kekerasan Buah (*Firmness*)

Kekerasan atau turgor dinding sel merupakan indikator mutu fisik yang menentukan kerenyahan, kekuatan mekanis, ketahanan benturan selama distribusi, serta daya terima konsumen terhadap produk cabai rawit segar. Secara bio-fisiologis, pelunakan tekstur atau penurunan kekerasan buah selama masa penyimpanan berjalan seiring dengan pelepasan air jaringan (dehidrasi) dan degradasi kimiawi komponen makromolekul penyusun lamela tengah dinding sel (Setyawan *dkk.*, 2023). Struktur dinding sel penyokong turgor ini tersusun atas matriks selulosa, hemiselulosa, dan zat pektin yang saling mengikat.

Selama proses penuaan jaringan berjalan, dua kompleks enzim hidrolitik utama yang disintesis internal oleh buah, yaitu *pektin metilesterase* (PME) dan *poligalakturonase* (PG), menjadi sangat aktif akibat stimulasi suhu ruang yang hangat. Enzim PME bertugas mendemetilasi rantai poligalakturonat pada pektin, yang kemudian dilanjutkan oleh enzim PG yang memutuskan ikatan α - (1,4)-glikosidik. Proses ini secara progresif merombak senyawa protopektin yang bersifat tidak larut air menjadi zat asam pektat atau pektin rantai pendek yang larut air.

Pemecahan polimer hidrofilik ini menyebabkan struktur lamela tengah

melonggar, kohesi antar-sel runtuh, dan sel kehilangan kemampuan strukturalnya untuk menahan tekanan air internal sel (turgor). Pengaruh jenis kemasan yang mampu menciptakan kondisi termodifikasi kaya CO₂ dan O₂ diketahui dapat menghambat transkripsi serta aktivitas biokimia dari enzim-enzim hidrolitik tersebut, sehingga laju penurunan nilai kekerasan mekanis buah dapat ditekan secara nyata meskipun durasi hari penyimpanan bertambah lama (Handoko dan Wijaya, 2024).

3. Kadar Air

Kadar air ialah parameter fisik yang sangat responsif terhadap faktor lama penyimpanan, karena semakin panjang durasi buah disimpan, semakin besar pula akumulasi kehilangan air dari dalam jaringan buah menuju lingkungan sekitarnya. Hubungan antara kadar air dan lama penyimpanan bersifat progresif dan cenderung tidak linear—penurunan kadar air berlangsung relatif cepat pada hari-hari awal penyimpanan, kemudian melambat seiring waktu akibat terbentuknya lapisan kutikula yang semakin mengering dan menghambat difusi air lebih lanjut.

Pada hari-hari awal penyimpanan (misalnya hari ke-2), kadar air buah masih relatif tinggi karena cadangan air bebas di dalam vakuola sel parenkim belum banyak terkuras, sehingga tekstur buah masih tampak segar dan turgid. Memasuki pertengahan masa penyimpanan (hari ke-4), laju kehilangan air mulai terakumulasi secara nyata seiring berlanjutnya proses transpirasi dan respirasi, yang ditandai dengan penurunan kadar air yang cukup tajam dibandingkan hari sebelumnya. Pada akhir masa penyimpanan (hari ke-6), penurunan kadar air dapat mendekati atau bahkan melampaui ambang batas mutu yang

dipersyaratkan, tergantung pada efektivitas jenis kemasan yang digunakan sebagai penghambat laju penguapan.

Semakin lama durasi penyimpanan tanpa perlindungan kemasan yang memadai, semakin besar defisit tekanan uap air (*vapor pressure deficit*) yang terbentuk antara jaringan buah dan lingkungan penyimpanan, sehingga laju kehilangan kadar air akan terus meningkat secara kumulatif dari waktu ke waktu (*sumber referensi Anda*). Kondisi ini menjelaskan mengapa perlakuan lama penyimpanan (P) yang diuji dalam penelitian ini yaitu 2, 4, dan 6 hari diperkirakan akan menunjukkan pola penurunan kadar air yang konsisten, dengan nilai kadar air tertinggi pada perlakuan penyimpanan tersingkat sedangkan nilai terendah pada perlakuan penyimpanan terlama.

Interaksi antara lama penyimpanan dengan jenis kemasan juga diprediksi berperan penting dalam menentukan laju penurunan kadar air. Kemasan dengan permeabilitas uap air yang lebih rendah (seperti plastik Polietilen atau Polipropilen) diharapkan mampu memperlambat laju kehilangan kadar air dibandingkan perlakuan tanpa kemasan, terutama pada durasi penyimpanan yang lebih panjang, di mana efek kumulatif transpirasi menjadi lebih dominan. Dengan demikian, pengukuran kadar air pada setiap interval waktu pengamatan (hari ke-2, ke-4, serta ke-6) menjadi krusial untuk mengevaluasi sejauh mana masing-masing jenis kemasan efektif dalam mempertahankan mutu fisik cabai rawit sepanjang periode penyimpanan.

4. Perubahan Warna Kulit Buah

Perubahan warna kulit buah ialah indikator visual paling objektif yang menandai tingkat kematangan, fase perkembangan fisiologis, dan proses

penuaan (*senescence*) pada cabai rawit selama penyimpanan. Secara biokimia, pergeseran warna ini dikendalikan oleh dua mekanisme metabolisme yang berjalan secara simultan, yaitu degradasi pigmen hijau (klorofil) oleh aktivitas kompleks enzim *klorofilase* dan *oksidase*, serta jalur biosintesis pigmen merah-oranye dari golongan karotenoid, khususnya *kapsantin* dan *kapsorubin* yang disintesis di dalam organel kromoplas (Ramadhan *dkk.*, 2023).

Meskipun cabai rawit termasuk kelompok buah non-klimakterik yang tidak menunjukkan lonjakan drastis pada produksi etilen dan laju respirasi setelah dipetik, proses sintesis pigmen karotenoid ini tetap berjalan pascapanen dengan memanfaatkan sisa energi metabolisme seluler yang ada. Kecepatan perubahan warna ini sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan makro tempat penyimpanan.

Apabila buah cabai rawit disimpan terlalu lama pada kondisi suhu ruang terbuka yang hangat tanpa modifikasi atmosfer, sintesis karotenoid akan terakselerasi terlalu cepat hingga melewati fase visual terbaiknya. Setelah mencapai titik jenuh warna merah cerah, pigmen-pigmen tersebut bersama dengan senyawa fenolik di permukaan kulit akan mengalami reaksi browning pasif atau oksidasi lanjutan akibat paparan oksigen atmosfer bebas yang tinggi. Fenomena degradasi ini mengubah tampilan fisik buah yang semula merah cerah mengkilap menjadi merah kusam, layu, atau kecokelatan, yang secara komersial menandakan penurunan mutu estetika dan penolakan oleh pasar (Ramadhan *dkk.*, 2023; Prasetyo dan Utami, 2024).

Hubungan Antara Variabel Pascapanen dan Dampak Fisik Komoditas

Untuk mempermudah pemahaman mengenai keterkaitan antarparameter fisik

yang diamati, berikut disajikan tabel ikhtisar mekanistik kerusakan fisik buah cabai rawit selama penyimpanan:

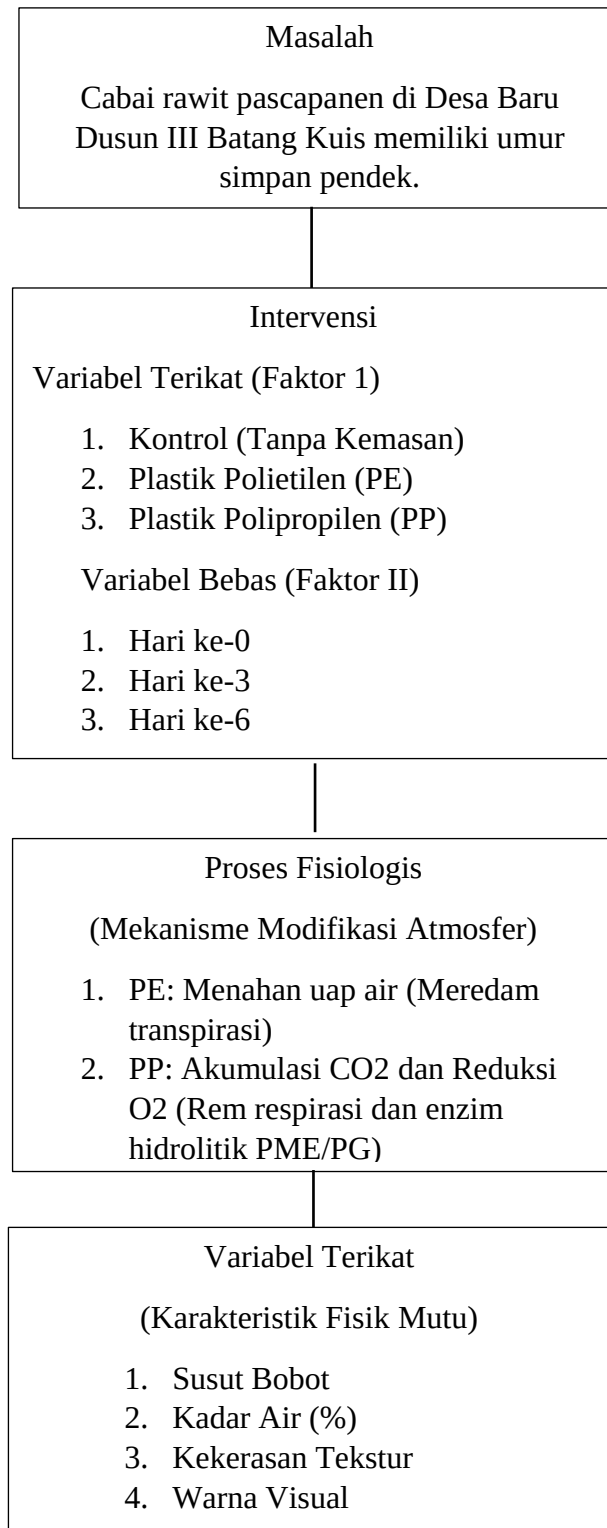
Tabel 3. Mekanistik Kerusakan Fisik Buah Cabai Rawit Selama Penyimpanan

Parameter Fisik	Indikator Utama Kerusakan	Dampak Struktural pada Jaringan Buah	Efek Visual / Sensoris yang Timbul
Laju Bobot Susut	Kehilangan air bebas (<i>moisture loss</i>) akibat transpirasi tinggi.	Sel-sel parenkim mengempis akibat hilangnya volume air di dalam vakuola dan rongga antar-sel.	Kulit buah menjadi layu, berkerut (<i>shriveling</i>), bobot timbangan menyusut, dan kehilangan kilap alami.
	Penguapan air intraseluler dan interselular akibat gradien tekanan uap antara jaringan buah dan lingkungan penyimpanan.	Penurunan tekanan turgor sel akibat berkurangnya volume cairan sel, disertai penyusutan ukuran vakuola dan pengerutan dinding sel.	Tekstur buah menjadi lebih kering dan alot, permukaan kulit tampak kusam serta mudah keriput, dan buah menjadi lebih ringan serta rapuh saat ditekan.
Kekerasan Buah (Turgor)	Hidrolisis senyawa pektin matriks dinding sel oleh enzim PME dan PG.	Lamela tengah melarut, ikatan selulosa melonggar, dan sel kehilangan kekuatan mekanis turgornya.	Daging buah melunak (<i>softening</i>), kehilangan sifat renyah (<i>crispness</i>), serta menjadi rentan robek akibat tekanan fisik.
Perubahan Warna	Degradasi klorofil dan akselerasi biosintesis pigmen karotenoid.	Transformasi kloroplas menjadi kromoplas, diikuti oksidasi lanjut pada senyawa fenolik permukaan.	Pergeseran warna dari hijau/merah muda menuju merah cerah, yang berlanjut menjadi merah kusam atau kecokelatan (<i>browning</i>).

Kerangka Berpikir Penelitian

Secara teoritis, cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) yang dibudidayakan dan dipanen di dataran rendah seperti Desa Baru Dusun III Batang Kuis dihadapkan pada tantangan suhu makro lingkungan harian yang hangat (berkisar antara 29°C–33°C). Kondisi termal ini memicu peningkatan nilai koefisien temperatur (Q_{10}), yang berakibat pada tingginya laju respirasi seluler dan transpirasi air jaringan pascapetik. Tanpa adanya intervensi pascapanen, metabolisme mandiri ini dengan cepat menguras kadar air dan merombak karbohidrat struktural dinding sel, memicu kerusakan fisik berupa pengerutan kulit (susut bobot tinggi), pelunakan tekstur (kehilangan turgor), serta perubahan warna menjadi merah kusam.

Sebagai solusi teoritis, penerapan teknologi *Modified Atmosphere Packaging* (MAP) melalui penggunaan jenis kemasan plastik Polietilen (PE) serta Polipropilen (PP) diharapkan mampu merekayasa atmosfer mikro di sekitar buah. Plastik PE dengan tingkat transmisi uap air (*Water Vapor Transmission Rate/WVTR*) yang sangat rendah bertugas menahan kelembaban internal untuk meredam susut bobot. Sementara plastik PP dengan densitas molekul rapat bertugas mempercepat akumulasi CO_2 untuk mengerem laju respirasi dan degradasi warna. Kombinasi jenis kemasan ini, ketika diuji melintasi deret waktu penyimpanan (lama penyimpanan), akan menunjukkan titik kritis interaksi terbaik dalam mempertahankan parameter karakteristik fisik cabai rawit segar di dataran rendah Batang Kuis.



Gambar 3. Kerangka Berpikir Penelitian

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara untuk proses penyimpanan dan analisis karakteristik fisik serta kimiawi pascapanen. Adapun sampel buah cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) diperoleh dan diambil langsung dari lahan pertanian yang terletak di Desa Baru Dusun III Batang Kuis, Kabupaten Deli Serdang. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Juni 2026 sampai dengan selesai.

Bahan Penelitian

Bahan utama pada penelitian ini ialah cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) segar pascapanen yang diambil langsung dari Desa Baru Dusun III Batang Kuis, kantong kemasan plastik Polietilen (PE), kantong kemasan plastik Polipropilen (PP), kertas label, serta reagen kimia (larutan Iodium 0,01 N, indikator amilum/pati 1%, dan akuades) untuk analisis laboratorium.

Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu timbangan digital (analitik) dalam mengukur susut bobot, *fruit penetrometer* untuk mengukur tingkat kekerasan mekanis tekstur, *colorimeter* (atau *standard color chart* untuk parameter visual), pisau, gunting, nampan/loyang sortir, wadah penyimpanan, oven laboratorium, cawan porselen, desikator, mortar atau blender laboratorium, buret, erlenmeyer, pipet volume, termohigrometer (untuk memantau suhu dan kelembaban lingkungan penyimpanan), serta perlengkapan lembar penilaian dan alat tulis.

Metode Penelitian

Rancangan pada penelitian ini ialah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor yang diteliti:

Faktor I: Lama Penyimpanan (P)

P1: Penyimpanan 0 Hari

P2: Penyimpanan 3 Hari

P3: Penyimpanan 6 Hari

Faktor II: Jenis Kemasan (K)

K1: Tanpa Kemasan (Kontrol)

K2: Kemasan Plastik Polietilen (PE)

K3: Kemasan Plastik Polipropilen (PP)

Dari kedua faktor tersebut ($3 \text{ Lama Penyimpanan} \times 3 \text{ Jenis Kemasan}$), diperoleh 9 kombinasi perlakuan yang dijabarkan pada tabel berikut:

Tabel 4. Kombinasi Perlakuan

Kode Perlakuan	Jenis Kemasan	Lama Penyimpanan (Hari)
P1K1	Tanpa Kemasan (Kontrol)	0
P2K1	Tanpa Kemasan (Kontrol)	3
P3K1	Tanpa Kemasan (Kontrol)	6
P1K2	Kemasan Plastik Polietilen (PE)	0
P2K2	Kemasan Plastik Polietilen (PE)	3
P3K2	Kemasan Plastik Polietilen (PE)	6
P1K3	Kemasan Plastik Polipropilen (PP)	0
P2K3	Kemasan Plastik Polipropilen (PP)	3
P3K3	Kemasan Plastik Polipropilen (PP)	6

Berdasarkan kedua faktor tersebut diperoleh 9 kombinasi perlakuan. Penentuan jumlah ulangan didasarkan pada rumus Federer, yakni $(t-1)(n-1) \geq 15$.

$$(t - 1)(n - 1) \geq 15$$

$$(9 - 1)(n - 1) \geq 15$$

$$8(n - 1) \geq 15$$

$$8n - 8 \geq 15$$

$$8n \geq 23$$

$$n \geq 2,875$$

Dibulatkan ke atas, maka $n = 3$ kali ulangan.

Total unit percobaan: 9 (kombinasi) X 3 (ulangan) = 27 (unit percobaan).

Berdasarkan perhitungan, diperoleh jumlah ulangan sejumlah 3 kali, sehingga total unit percobaan dalam penelitian ini ialah 27 unit percobaan.

Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan Sampel: Menyediakan buah cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) segar pascapanen yang diambil langsung dari lahan pertanian di Desa Baru Dusun III Batang Kuis, Kabupaten Deli Serdang.
2. Sortasi dan Pembersihan: Melakukan sortasi untuk memisahkan buah cabai rawit yang seragam tingkat kematangannya (merah), utuh, tidak cacat, serta bebas akan serangan hama penyakit, selanjutnya membersihkannya dari kotoran fisik yang menempel.
3. Penimbangan Awal: Menimbang bobot awal masing-masing sampel cabai rawit segar menggunakan timbangan digital sebagai data basis (berat awal) sebelum diberikan perlakuan pengemasan.

4. Penyimpanan (Faktor I): Menyimpan seluruh unit sampel yang telah dikemas maupun kontrol pada kondisi suhu ruang laboratorium, serta memantau kondisi suhu dan kelembaban lingkungan menggunakan termohigrometer.
5. Pengemasan (Faktor II): Membagi sampel cabai rawit ke dalam 3 kelompok perlakuan jenis kemasan sesuai rancangan, yaitu tanpa kemasan (kontrol), dikemas dengan plastik polietilen (PE), dan dikemas dengan plastik polipropilen (PP).
6. Pengondisian Waktu Simpan (Faktor II): Membiarkan sampel tersimpan dan melakukan pengamatan secara periodik sesuai dengan variasi lama penyimpanan perlakuan, yakni pada hari ke-0 (P1) dan hari ke-3 (P2) serta hari ke-6 (P3).
7. Pengambilan Sampel Akhir: Mengambil sampel cabai rawit dari ruang penyimpanan tepat setelah mencapai batas waktu simpan masing-masing perlakuan untuk segera dianalisis kualitas fisik pascapanennya.
8. Melakukan pengujian, pengukuran, dan pencatatan laboratorium terhadap parameter karakteristik kualitas pascapanen cabai rawit yang meliputi persentase susut bobot (non-destruktif), kadar air (destruktif), tingkat kekerasan tekstur mekanis menggunakan *fruit penetrometer* (destruktif), uji visual degradasi warna menggunakan skor indeks/*color chart* (non-destruktif).

Parameter Penelitian

Parameter yang diamati pada penelitian ini yaitu lama penyimpanan, jenis kemasan hingga penentuan persentase susut bobot, kadar air, tingkat kekerasan tekstur, serta uji warna visual (retensi warna).

Penentuan Lama Penyimpanan

Lama penyimpanan adalah durasi waktu (dalam hari) buah cabai rawit disimpan pascapanen pada suhu ruang, dihitung sejak sampel diberi perlakuan pengemasan hingga saat pengamatan, yang menentukan tingkat akumulasi kerusakan fisiologis akibat respirasi dan transpirasi.

Tabel 5. Penentuan Lama Penyimpanan

Lama Penyimpanan	Fase Fisiologis / Kategori Mutu
0 hari (P1)	<i>Freshly harvested</i> , bobot dan kadar air optimal, tekstur tegar, warna merata
3 hari (P2)	<i>Early senescence</i> , susut bobot mulai terdeteksi, penurunan mutu belum nyata secara statistic
6 hari (P3)	<i>Advanced senescence</i> , penurunan kadar air dan susut bobot nyata, tekstur melunak, warna bergeser nyata

Tata Cara:

1. Ditimbang dan catat kondisi awal seluruh sampel pada hari ke-0 (P1) sebelum penyimpanan dimulai, sebagai data dasar untuk seluruh parameter.
2. Disimpan sampel pada suhu ruang laboratorium yang sama untuk semua perlakuan, serta pantau suhu dan kelembapan ruang penyimpanan secara berkala menggunakan termohigrometer.
3. Ambil dan analisis sampel tepat pada hari ke-3 (P2) sesuai jadwal pengamatan, catat perubahan pada setiap parameter.

4. Ambil dan analisis sampel tepat pada hari ke-6 (P3) sebagai titik pengamatan akhir, catat perubahan pada setiap parameter.
5. Bandingkan hasil pengamatan antar titik waktu (P1, P2, P3) untuk menentukan laju kemunduran mutu fisik cabai rawit seiring bertambahnya lama penyimpanan.

Penentuan Jenis Kemasan

Jenis kemasan adalah jenis bahan pembungkus yang diaplikasikan pada buah cabai rawit selama penyimpanan untuk memodifikasi atmosfer mikro di sekitar buah, dibedakan berdasarkan karakteristik permeabilitasnya dengan uap air (*Water Vapor Transmission Rate/WVTR*) serta gas O_2/CO_2 .

Tabel 6. Penentuan Jenis Kemasan

Jenis Kemasan	Karakteristik Permeabilitas
Tanpa Kemasan (Kontrol)	Tidak ada penghalang uap air/gas; laju transpirasi dan respirasi berlangsung bebas mengikuti kondisi udara terbuka
Plastik Polietilen (PE)	WVTR rendah, elastis; unggul menahan kelembapan relatif internal (90–95%) sehingga menekan susut bobot
Plastik Polipropilen (PP)	Permeabilitas gas O_2/CO_2 rendah, kaku, transparan; memicu akumulasi CO_2 menekan respirasi namun berisiko kondensasi mikro

Tata Cara:

1. Siapkan tiga kelompok perlakuan kemasan sesuai taraf yang ditentukan, yaitu K1 = tanpa kemasan (kontrol), K2 = kemasan plastik Polietilen (PE), dan K3 = kemasan plastik Polipropilen (PP).
2. Samakan ukuran hingga ketebalan kantong plastik pada K2 dan K3 agar hanya jenis bahan kemasan yang menjadi variabel pembeda antarperlakuan.

3. Masukkan sampel cabai rawit segar ke dalam masing-masing jenis kemasan sesuai kelompok perlakuan, lalu tutup rapat tanpa proses vakum.
4. Simpan seluruh unit sampel (termasuk kontrol) pada kondisi suhu ruang laboratorium yang sama, dan amati parameter karakteristik fisik (susut bobot, kadar air, kekerasan tekstur, warna $L^*a^*b^*$) pada tiap titik waktu pengamatan sesuai Faktor I.

Penentuan Susut Bobot (%)

Susut bobot adalah persentase kehilangan berat buah cabai rawit selama penyimpanan akibat proses transpirasi (penguapan air) dan respirasi (pembakaran cadangan energi berupa karbohidrat menjadi CO_2 , H_2O , dan energi panas).

Tabel 7. Penentuan Susut Bobot %

Batas Susut Bobot	Kategori Mutu
< 5%	Mutu sangat baik, buah masih segar dan layak jual
5–10%	Mutu masih dapat diterima pasar, mulai tampak sedikit layu
> 10%	Mutu menurun nyata, buah mulai keriput dan kehilangan daya tarik visual
> 15–20%	Buah dianggap tidak layak jual/rusak secara komersial

Tata Cara:

1. Timbang berat wadah dan buah cabai rawit segar pada hari ke-0 sebelum proses pengemasan dan penyimpanan dilakukan menggunakan timbangan digital (berat awal = W_0).
2. Setelah melewati masa penyimpanan sesuai perlakuan (hari ke-3 dan hari ke-6), timbang kembali berat buah cabai rawit tersebut (berat akhir = W_t).
3. Hitung susut bobot dengan rumus berikut:

$$\text{Susut Bobot (\%)} = \frac{W_0 - W_t}{W_0} \times 100 (\%)$$

Penentuan Kadar Air (%)

Kadar air ialah parameter fisik utama yang menentukan mutu hingga daya simpan cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) pascapanen. Cabai rawit segar mempunyai kadar air awal yang cukup tinggi, yakni sejumlah 80–85%, sehingga bersifat mudah rusak (*perishable*) dan rentan terhadap pertumbuhan mikroorganisme serta pelayuan selama penyimpanan.

Tabel 8. Penentuan Kadar Air (%)

Persentase Kadar Air (%)	Status Kondisi Cabai Rawit
80% – 85%	Kondisi Segar / Awal: Kadar air optimal cabai saat baru dipanen (turgor sel maksimal).
70% – 79%	Slightly Wilted (Agak Layu): Cabai mulai kehilangan air akibat respirasi dan transpirasi, kulit mulai sedikit keriput tetapi daging masih relatif kokoh
60% – 69%	Severely Wilted (Layu Parah/Kering): Cabai kehilangan banyak air, permukaan sangat keriput, bobot menyusut drastis, dan rentan busuk jika kelembapan kemasan terlalu tinggi.

Skala pengukuran kadar air yang digunakan adalah skala rasio dengan satuan persentase (%). Data yang diperoleh berupa data kuantitatif kontinu yang menunjukkan fluktuasi penurunan jumlah kandungan air pada buah cabai rawit selama masa simpan.

Tata Cara Pelaksanaan Penelitian Kadar Air (%):

1. Siapkan cawan, keringkan dalam oven laboratorium suhu 105°C selama $\pm$ 5 jam, lalu dinginkan dalam desikator dan timbang (berat cawan kosong = W_0).
2. Dinginkan cawan di dalam desikator selama 15–30 menit, lalu timbang beratnya menggunakan timbangan analitik (catat sebagai W_0

3. Timbang sebanyak $\pm$ gram sampel hancuran buah cabai rawit ke dalam cawan tersebut (berat cawan + sampel awal = W_1).
4. Keringkan sampel di dalam oven laboratorium pada suhu 105°C selama 3–5 jam atau hingga mencapai berat konstan.
5. Dinginkan kembali cawan berisi sampel di dalam desikator, lalu timbang ulang setelah dingin (berat cawan + sampel kering = W_2).
6. Hitung persentase kadar air dengan rumus berikut:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100$$

Keterangan:

W_0 : berat cawan kosong

W_1 : berat cawan+sampel buah awal

W_2 : berat cawan+sampel buah setelah dikeringkan (konstan)

Tingkat Kekerasan Tekstur

Kekerasan tekstur adalah tingkat kekakuan/kerenyahan daging buah cabai rawit yang mencerminkan kekuatan mekanis dinding sel dan tekanan turgor internal. Parameter yang digunakan untuk melakukan uji Tingkat kekerasan tekstur yaitu dengan metode penekanan manual menggunakan skala skor tertentu.

Tata Cara:

1. Ambil sampel buah cabai rawit secara acak dari tiap unit perlakuan.
2. Menekan permukaan buah untuk merasakan tingkat kekakuan/kelembekan
3. Formulir pencatatan skor 1–5 berdasarkan hasil perabaan

Tabel 9. Tingkat Kekerasan Tekstur

No	Skor	Deskripsi Tekstur	Kategori Mutu
1	Skor 1	Sangat keras dan renyah (sangat segar)	Sangat segar
2	Skor 2	Keras, sedikit lentur, kembali ke bentuk semula (segar)	Segar
3	Skor 3	Agak lunak, meninggalkan bekas ringan (mulai menurun)	Mulai Menurun
4	Skor 4	Lunak, mudah penyok (mutu menurun)	Sangat menurun
5	Skor 5	Sangat lunak/layu, mudah robek (rusak/tidak layak jual)	Rusak/tidak layak

Uji Visual Warna

Uji visual warna adalah pengamatan perubahan warna kulit buah cabai rawit selama penyimpanan, yang mencerminkan proses degradasi klorofil dan biosintesis pigmen karotenoid (perubahan dari hijau menuju merah), serta indikasi kerusakan lanjut berupa pencoklatan (*browning*) akibat oksidasi senyawa fenolik.

Metode Instrumental (Color Reader/Chromameter)

Menggunakan alat seperti *Chromameter* atau *Color Reader* untuk mengukur nilai warna secara objektif dalam sistem CIELAB (L^* , a^* , b^*):

1. L^* = tingkat kecerahan (0 = hitam, 100 = putih)
2. a^* = spektrum hijau (–) ke merah (+)
3. b^* = spektrum biru (–) ke kuning (+)

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan parameter karakteristik fisik dan kimiawi (susut bobot, kadar air, kekerasan tekstur, dan visual warna) akan diuji secara statistik menggunakan analisis ragam atau ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5%. Apabila hasil pengujian menunjukkan pengaruh yang nyata atau sangat nyata terhadap parameter buah (artinya menerima hipotesis

penelitian H₁, H₂, atau H₃), maka analisis akan dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) atau uji BNT (*Beda Nyata Terkecil*) pada taraf 5% untuk menentukan perbedaan di antara rata-rata perlakuan



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan hasil penelitian dan uji statistik pengaruh lama penyimpanan, secara umum menunjukkan bahwa lama penyimpanan memberikan pengaruh terhadap parameter. Data rata-rata hasil pengamatan pengaruh lama penyimpanan terhadap masing-masing parameter dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter Karakteristik Cabai Rawit

Lama Penyimpanan (P)	Susut Bobot (%)	Kadar air (%)	Kekerasan Tekstur	Warna		
				L*	a*	b*
P1= 0 hari	0,00	60,61	2,00	17,03	9,30	1,06
P2= 3 hari	4,67	60,61	1,78	17,03	9,30	1,30
P3= 6 hari	16,67	18,89	3,11	26,75	29,69	25,03

Berdasarkan Tabel 10 hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap susut bobot cabai rawit. Hal ini menunjukkan bahwa lama penyimpanan memiliki pengaruh yang dapat menurunkan kadar air pada cabai rawit serta menurunkan bobot dari buah cabai tersebut seiring dengan lamanya penyimpanan. Hal ini juga menunjukkan bahwa lama penyimpanan ialah suatu faktor yang cukup krusial untuk di uji karena memiliki pengaruh yang nyata terhadap karakteristik dari buah cabai rawit.

Cabai rawit ialah komoditas hortikultura yang masih mengalami proses metabolisme aktif setelah dipanen (*post-harvest*). Penurunan kadar air dan peningkatan susut bobot secara nyata dipicu oleh proses respirasi serta transpirasi, di mana air dari dalam jaringan sel buah terus menguap ke udara tanpa adanya asupan nutrisi kembali dari pohon induknya. Sementara itu, perubahan nilai warna L*, a*, dan b* yang semakin meningkat hingga hari ke-6 disebabkan oleh proses

pematangan dan penuaan (*senesens*) buah, yang ditandai dengan degradasi pigmen klorofil serta pembentukan pigmen karotenoid dan kapsantin secara progresif.

Tabel 11. Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Parameter Karakteristik Cabai Rawit

Jenis Kemasan (K)	Susut Bobot (%)	Kadar air (%)	Kekerasan Tekstur	Warna		
				L*	a*	b*
K1= TanpaKemasan	8.00	48.78	2.22	19.48	15.29	9.14
K2= Plastik PE	6.67	46.56	2.56	21.26	16.10	9.25
K3= Plastik PP	6.67	44.78	2.11	20.07	16.90	9.00

Berdasarkan Tabel 11 hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa jenis kemasan tidak berpengaruh nyata terhadap keseluruhan parameter cabai rawit. Secara umum jenis kemasan bukan merupakan faktor utama yang memengaruhi susut bobot, kadar air, kekerasan tekstur, kecerahan (L*), maupun kekuningan (b*) cabai rawit pada rentang penyimpanan yang diuji; pengaruh jenis kemasan yang konsisten secara statistik hanya teramati pada parameter kemerahan (nilai a*), sebagaimana dibahas lebih lanjut pada sub-bab warna a*. Adapun jenis kemasan yang tidak memberikan pengaruh nyata kemungkinan disebabkan oleh tingkat permeabilitas gas dan uap air dari bahan-bahan kemasan yang digunakan masih relatif mirip, sehingga tidak mampu memberikan perbedaan tekanan atau mikroiklim yang cukup besar untuk menahan laju respirasi pada kondisi suhu penyimpanan tersebut. Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa adanya penurunan kadar air antara perlakuan tanpa kemasan dengan plastik PP.

Penurunan kadar air yang begitu rendah ini menyebabkan secara statistik masih belum termasuk ke dalam perlakuan yang menghasilkan perbedaan yang begitu nyata. Begitu juga dengan susut bobot dimana kemasan plastik PP dan plastik PE mampu menjaga buah cabai rawit dari kehilangan bobot buahnya,

hanya saja perbedaan yang begitu kecil sehingga di data statistik tetap tidak menunjukkan data perubahan yang nyata. Hal ini juga menunjukkan bahwa jenis kemasan bukan merupakan faktor utama yang berpengaruh nyata terhadap sebagian besar karakteristik fisik cabai rawit pada penelitian ini, meskipun pengaruh yang berbeda dapat ditemukan pada kondisi penyimpanan lain. Usman dkk. (2024) misalnya melaporkan bahwa pada cabai rawit varietas Samia yang disimpan pada suhu dingin (10°C), jenis kemasan (Styrofoam, plastik PP, dan PE) justru berpengaruh nyata terhadap susut bobot, kadar air, dan kadar vitamin C, meskipun tidak berpengaruh nyata terhadap tekstur, warna, dan pH; perbedaan hasil ini mengindikasikan bahwa efektivitas suatu jenis kemasan dalam menekan laju kemunduran mutu cabai rawit turut bergantung pada suhu penyimpanan yang digunakan, sehingga pada suhu ruang dataran rendah seperti pada penelitian ini pengaruh jenis kemasan terhadap susut bobot dan kadar air belum cukup nyata untuk terdeteksi secara statistik.

Temuan ini sejalan dengan pandangan Purnama dkk. (2023) bahwa lapisan kutikula alami pada epidermis cabai rawit berperan sebagai penghambat utama laju transpirasi mikro, sehingga pada rentang waktu pengamatan yang relatif singkat keberadaan lapisan pengemas belum memberikan tambahan hambatan yang cukup besar untuk membedakan laju kehilangan air antarperlakuan. Sari dkk. (2024) juga menegaskan bahwa laju respirasi dan transpirasi komoditas dataran rendah yang perishable sangat dipengaruhi oleh defisit tekanan uap air lingkungan, sehingga variasi jenis kemasan baru akan memberikan efek nyata apabila perbedaan permeabilitasnya cukup besar dan durasi penyimpanan cukup panjang.

Wardana dan Kusuma (2023) melaporkan bahwa perbedaan Water Vapor Transmission Rate (WVTR) antara plastik PE dan PP relatif tidak besar pada ketebalan film yang umum digunakan petani, yang turut menjelaskan mengapa kedua jenis kemasan pada penelitian ini belum menunjukkan perbedaan nyata terhadap susut bobot dibandingkan kontrol.

Susut Bobot %

Pengaruh Lama penyimpanan Terhadap Susut Bobot %

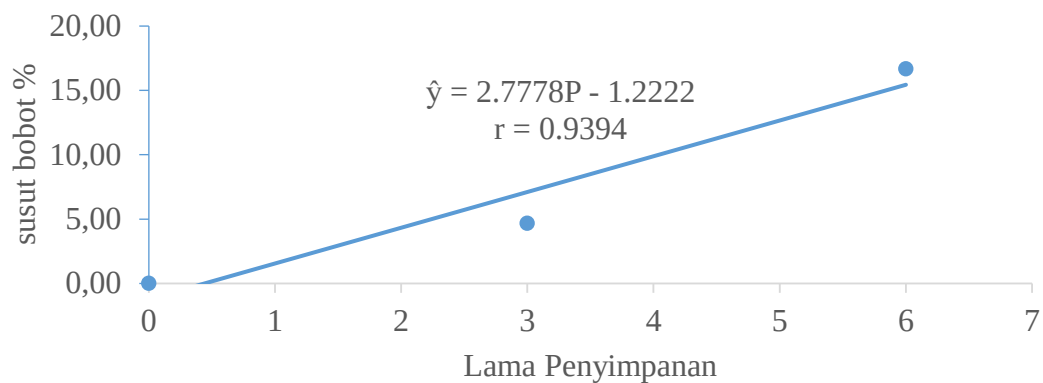
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 1) menunjukkan bahwa lama penyimpanan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata nyata ($p < 0,01$) terhadap susut bobot. Hasil uji lanjut dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap

Parameter Susut bobot %

Lama penyimpanan (P)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
P1= 0 hari	0,00	-	-	-	a	A
P2= 3 hari	4,67	2	7.106	9.783	b	A
P3= 6 hari	16,67	3	7.462	10.280	b	B

Berdasarkan Tabel 12 berikut, diketahui perlakuan P1 tidak berbeda nyata dengan P2 dan berbeda sangat nyata dengan P3. Perlakuan P2 berbeda sangat nyata dengan P3. Pada perlakuan P3 memiliki hasil susut bobot tertinggi dengan rata-rata 16,67 dan perlakuan P1 memiliki hasil susut bobot paling rendah dari semua perlakuan dengan rata-rata 0,00.



Gambar 5. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter Susut Bobot

Berdasarkan gambar grafik di atas diketahui terjadinya kenaikan susut bobot dari buah cabai rawit yang secara nyata. Secara statistik, hasil ini mengindikasikan bahwa lama penyimpanan merupakan faktor yang berpengaruh nyata terhadap perubahan susut bobot cabai rawit. Semakin lama cabai rawit disimpan, semakin besar peluang terjadinya perubahan susut bobot akibat proses fisiologis yang masih berlangsung setelah panen, seperti respirasi dan transpirasi, yang menyebabkan kehilangan air dan penurunan bobot bahan.

Dengan demikian, hipotesis yang menyatakan bahwa lama penyimpanan memiliki pengaruh terhadap susut bobot cabai rawit diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap susut bobot cabai rawit pada penelitian ini. Kailaku dkk. (2022) menjelaskan bahwa cabai rawit pascapetik terus melangsungkan proses respirasi dan transpirasi tanpa pasokan air dari tanaman induk, sehingga kehilangan bobot terakumulasi secara progresif seiring bertambahnya waktu penyimpanan. Anwar dan Siregar (2025) menambahkan bahwa kondisi agroklimat dataran rendah yang hangat turut mempercepat laju transpirasi mikro, sehingga efek akumulatif susut bobot menjadi lebih nyata terlihat pada pengamatan hari keenam dibandingkan hari ketiga. Saputra (2025) turut mendukung temuan ini dengan menyatakan bahwa

respons fisiologis turgor dinding sel buah cabai rawit menurun secara bertahap, dan penurunan tersebut baru mencapai ambang yang terdeteksi secara statistik setelah periode penyimpanan tertentu. Nurhidayat dkk. (2022) juga menjelaskan bahwa penurunan bobot cabai rawit selama penyimpanan mencerminkan hilangnya sebagian air akibat proses respirasi dan transpirasi.

Berdasarkan Tabel 13 diketahui perlakuan K1 tidak berbeda nyata dengan K2 dan K3. Perlakuan K2 tidak berbeda nyata dengan K3.

Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Susut Bobot %

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 1) menunjukkan bahwa jenis kemasan memberikan pengaruh tidak berbeda nyata nyata ($p>0,05$) terhadap susut bobot. Hasil uji lanjut dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Parameter Susut Bobot %

Jenis Kemasan (K)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
K1= Tanpa Kemasan	8.00	-	-	-	a	A
K2= Plastik PE	6.67	2	7.106	9.783	a	A
K3= Plastik PP	6.67	3	7.462	10.280	a	A

Berdasarkan Tabel 13 diketahui perlakuan K1 tidak berbeda nyata dengan K2 dan K3. Perlakuan K2 tidak berbeda nyata dengan K3. Terjadi sedikit penurunan susut bobot namun pada perlakuan plastik baik PE maupun PP relatif sama kakan tetapi penurunan tersebut tidak memenuhi syarat secara statistik sehingga data yang diperoleh menunjukkan pengaruh yang tidak nyata. Karena faktor jenis kemasan tidak menunjukkan hasil yang nyata sehingga untuk uji lanjut tidak dilanjutkan. Sejalan dengan Kusmali dan Dermawan (2024) yang menemukan bahwa jenis kemasan plastik baru memberikan pengaruh nyata

terhadap susut bobot cabai merah keriting setelah masa simpan yang jauh lebih panjang (hingga 6 minggu), hasil ini mengindikasikan bahwa perbedaan permeabilitas uap air antarjenis kemasan (tanpa kemasan, PE, dan PP) baru cukup besar untuk menghasilkan perbedaan susut bobot yang nyata apabila durasi penyimpanan jauh lebih panjang, sebagaimana juga ditemukan Usman dkk. (2024) pada penyimpanan 14 hari di suhu dingin.

Pada penelitian ini yang hanya berlangsung 6 hari di suhu ruang, laju kehilangan air akibat respirasi dan transpirasi relatif kecil secara absolut, sehingga selisih susut bobot antarkemasan belum melampaui nilai kritis (LSR) yang disyaratkan untuk dinyatakan berbeda nyata.

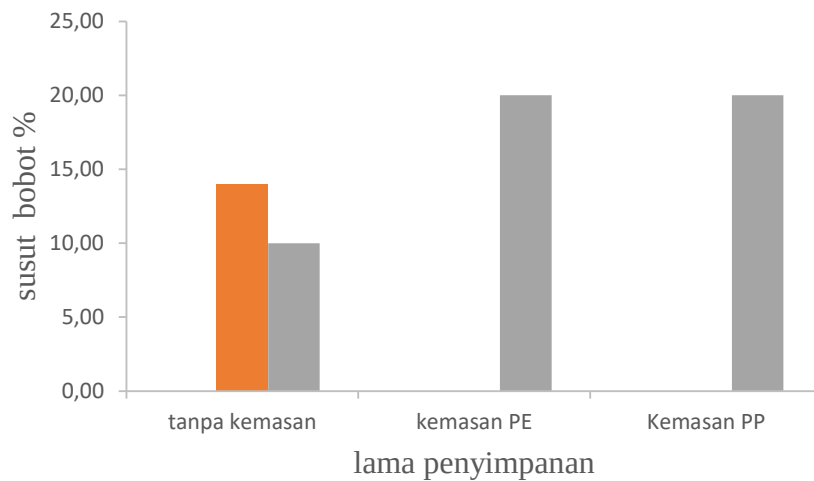
Interaksi Antara Lama Penyimpanan Dengan Jenis Kemasan Terhadap Parameter Susut Bobot %

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 1) diketahui antara lama penyimpanan dan jenis kemasan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap parameter susut bobot. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Interaksi Antara Jenis Kemasan Dan Lama Penyimpanan Terhadap

Parameter Susut Bobot %

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
P1K1	0.00	-	-	-	f	F
P1K2	0.00	2	10.05	13.84	e	E
P1K3	0.00	3	10.55	14.54	c	C
P2K1	14.00	4	10.82	14.91	a	A
P2K2	0.00	5	11.05	15.21	d	D
P2K3	0.00	6	11.19	15.41	b	B
P3K1	10.00	7	11.29	15.64	a	A
P3K2	20.00	8	11.36	15.81	a	A
P3K3	20.00	9	11.42	15.95	a	A



Gambar 6. Hubungan Pengaruh Interaksi Antara Lama Penyimpanan dan Jenis Kemasan Terhadap Parameter Susut Bobot %

Hasil ini menunjukkan bahwa pengaruh lama penyimpanan terhadap susut bobot cabai rawit bergantung pada jenis kemasan yang digunakan. Sebaliknya, efektivitas masing-masing jenis kemasan dalam mempertahankan bobot cabai rawit juga dipengaruhi oleh lamanya penyimpanan. Dengan kata lain, perubahan susut bobot selama penyimpanan tidak berlangsung dengan pola yang sama pada setiap jenis kemasan.

Adanya interaksi yang nyata mengindikasikan bahwa kombinasi tertentu antara jenis kemasan dan lama penyimpanan memberikan respons yang berbeda terhadap susut bobot cabai rawit. Oleh karena itu, interpretasi terhadap masing-masing faktor tidak cukup dilakukan secara terpisah, tetapi perlu dilanjutkan dengan analisis efek sederhana atau uji lanjut (*post hoc*) untuk mengetahui kombinasi perlakuan mana yang menghasilkan perbedaan yang nyata. Hasil ini juga menunjukkan bahwa pemilihan jenis kemasan yang tepat menjadi semakin penting seiring bertambahnya lama penyimpanan, karena setiap jenis kemasan

memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghambat kehilangan bobot akibat proses transpirasi dan respirasi selama penyimpanan. Wardana dan Kusuma (2023) menjelaskan bahwa fenomena ini dapat terjadi karena akumulasi uap air di dalam kemasan tertutup yang pada awalnya menekan transpirasi, namun pada durasi penyimpanan yang lebih panjang kondensasi berlebih di dalam kemasan dapat memicu pelepasan air terikat dari jaringan buah yang telah mengalami kerusakan sel.

Hidayat dan Utami (2022) turut mendukung penjelasan ini dengan menyatakan bahwa kemasan yang kurang permeabel terhadap uap air berisiko tinggi memicu kejenuhan uap air dan kondensasi mikro, yang pada gilirannya mempercepat kerusakan fisik dan lisis epidermis buah setelah periode penyimpanan tertentu, sehingga interaksi antara jenis kemasan dan lama penyimpanan menjadi nyata pada pengamatan hari keenam.

Kadar air %

Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Air %

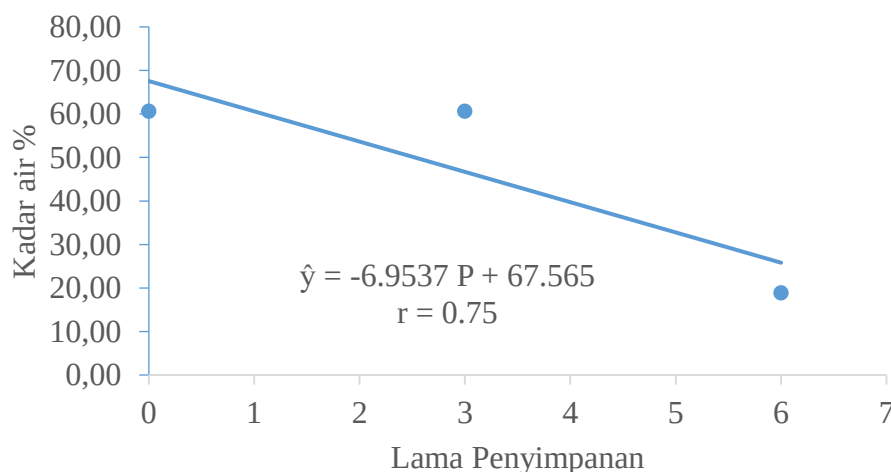
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 2) menunjukkan bahwa pengaruh lama penyimpanan berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air %. Hasil uji lanjut dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 15. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap

Parameter Kadar Air %

Lama penyimpanan (P)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
P1= 0 hari	60,61	-	-	-	a	A
P2= 3 hari	60,61	2	7.369	10.145	a	A
P3= 6 hari	18,89	3	7.738	10.661	b	B

Berdasarkan Tabel 15 berikut, diketahui perlakuan P1 tidak berbeda nyata dengan P2 dan berbeda sangat nyata dengan P3. Perlakuan P2 berbeda sangat nyata dengan P3. Pada perlakuan P1 dan P2 memiliki hasil kadar air tertinggi dengan rata-rata 60,61% dan perlakuan P3 memiliki hasil kadar air paling rendah dari semua perlakuan dengan rata-rata 18,89%.



Gambar 7. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter Kadar Air %

Berdasarkan gambar di atas diketahui bahwasanya belum terjadi penurunan yang begitu nyata pada penyimpanan 0 hari sampai 3 hari. Namun pada penyimpanan 6 hari baru terlihat perubahan yang begitu nyata. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama cabai di simpan akan mengalami kehilangan kandungan air dari jaringan buah dan mengalami kondisi mengering serta pengerutan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Hayati dkk. (2023) mengenai pengaruh jenis pengemasan dan penyimpanan terhadap kualitas cabai rawit. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kadar air cabai rawit dipengaruhi oleh jenis kemasan dan kondisi penyimpanan, karena perubahan kadar air bahan bergantung pada kemampuan kemasan menahan uap air yang dihasilkan dari

proses respirasi dan transpirasi. Penurunan kadar air dikaitkan dengan meningkatnya aktivitas metabolisme dan kehilangan air selama penyimpanan, sehingga cabai menjadi lebih kering dan mengalami pengerutan.

Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Kadar Air %

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 2) menunjukkan bahwa pengaruh jenis kemasan tidak berbeda sangat nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar air %. Hasil uji lanjut dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Parameter Kadar Air %

Jenis Kemasan (K)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
K1= Tanpa Kemasan	48.78	-	-	-	a	A
K2= Plastik PE	46.56	2	7.369	10.145	a	A
K3= Plastik PP	44.78	3	7.738	10.661	a	A

Berdasarkan Tabel 16 berikut, diketahui perlakuan K1 tidak berbeda nyata dengan K2 dan K3. Perlakuan K2 tidak berbeda nyata dengan K3. Berdasarkan tabel di atas diketahui terjadi sedikit penurunan kadar air pada berbagai jenis kemasan tapi penurunan tersebut tidak memenuhi syarat secara statistik sehingga data yang diperoleh menunjukkan pengaruh yang tidak nyata. Karena faktor jenis kemasan tidak menunjukkan hasil yang nyata sehingga untuk uji lanjut tidak dilanjutkan.

Interaksi Antara Lama Penyimpanan Dengan Jenis Kemasan Terhadap Parameter Kadar Air %

Berdasarkan analisa sidik ragam diketahui antara lama penyimpanan dan jenis kemasan memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) terhadap parameter kadar air. Sehingga penelitian selanjutnya tidak di lanjutkan. Hasil ini

sejalan dengan Usmani dkk. (2023) yang melaporkan bahwa efek suatu perlakuan penanganan pascapanen pada cabai rawit belum tampak nyata pada hari-hari awal pengamatan dan baru terlihat jelas setelah periode pengamatan yang lebih panjang. Ketiadaan interaksi ini dapat dijelaskan oleh dua hal: pertama, rentang lama penyimpanan yang diuji (0-6 hari) relatif singkat dibandingkan penelitian sejenis yang umumnya mengamati hingga 2-6 minggu, sehingga perbedaan laju penurunan kadar air antarkemasan belum sempat terakumulasi menjadi perbedaan yang terdeteksi secara statistik; kedua, jumlah ulangan pada rancangan faktorial 3x3 membuat derajat bebas galat untuk menguji interaksi menjadi terbatas, sehingga uji hanya mampu mendeteksi efek interaksi berskala besar.

Kekerasan Tekstur

Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kekerasan Tekstur

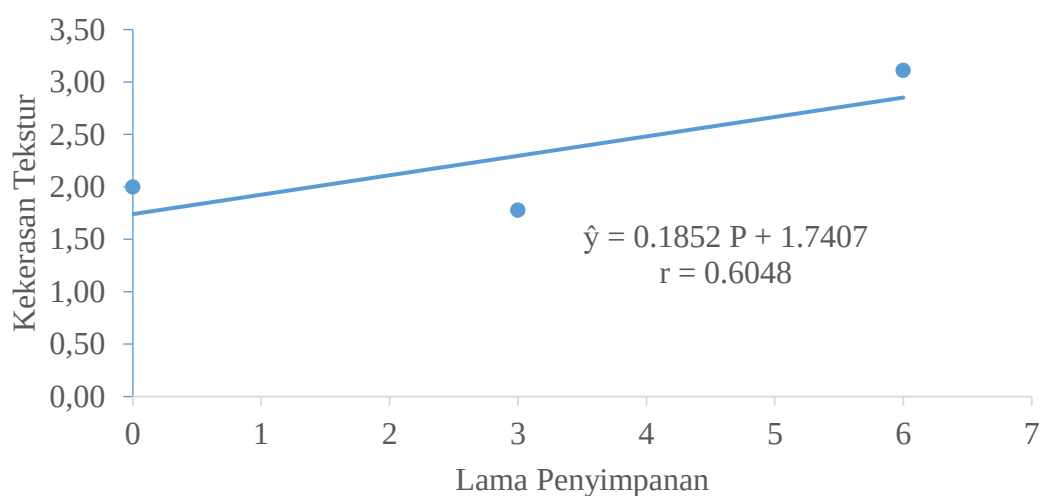
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 3) menunjukkan bahwa pengaruh lama penyimpanan berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kekerasan tekstur. Hasil uji lanjut dapat dilihat pada tabel 17.

Tabel 17. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter Kekerasan Tekstur

Lama Penyimpanan (P)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
P1= 0 hari	2.00	-	-	-	b	A
P2= 3 hari	1.78	2	0.972	1.338	b	AB
P3= 6 hari	3.11	3	1.020	1.406	a	A

Berdasarkan Tabel 17 berikut, diketahui pada taraf 5% perlakuan P1 tidak berbeda nyata dengan P2 dan berbeda nyata dengan P3, sedangkan pada taraf 1% perlakuan P2 tidak berbeda nyata dengan P3 karena keduanya berbagi notasi yang sama (A). Skala skor kekerasan pada penelitian ini bergerak dari skor 1 (sangat

keras dan segar) hingga skor 5 (sangat lunak dan rusak), sehingga semakin tinggi nilai rata-rata menunjukkan tekstur yang semakin lunak, bukan semakin keras. Berdasarkan hal tersebut, perlakuan P3 (hari ke-6) memiliki rata-rata skor tertinggi (3,11), yang berarti teksturnya paling lunak, sedangkan perlakuan P2 (hari ke-3) memiliki rata-rata skor terendah (1,78), yang berarti teksturnya relatif paling keras dibandingkan perlakuan lainnya.



Gambar 8. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter Kekerasan Tekstur

Berdasarkan gambar grafik di atas diketahui rata-rata skor tekstur sedikit menurun pada hari ke-3 kemudian meningkat tajam pada hari ke-6. Karena skala skor pada penelitian ini bergerak dari 1 (sangat keras/segar) hingga 5 (sangat lunak/rusak), peningkatan rata-rata skor tersebut menunjukkan bahwa tekstur cabai rawit semakin lunak seiring bertambahnya lama penyimpanan, bukan semakin keras. Pelunakan yang paling nyata terjadi pada hari ke-6, yang disebabkan oleh aktivitas enzim pektinolitik (PME dan PG) yang mendegradasi dinding sel serta hilangnya kadar air yang menyebabkan pengerutan dan keriput pada permukaan buah. Dengan demikian, hipotesis yang menyatakan bahwa lama penyimpanan

berpengaruh terhadap kekerasan (tingkat kelunakan) tekstur cabai rawit diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap tekstur cabai rawit pada penelitian ini. Menurut Setyawan dkk. (2023), aktivitas enzim poligalakturonase yang mendegradasi pektin dinding sel bersifat kumulatif terhadap waktu, sehingga efeknya terhadap pelunakan tekstur baru terlihat nyata setelah periode penyimpanan yang cukup panjang.

Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Kekerasan Tekstur

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 3) menunjukkan bahwa pengaruh jenis kemasan tidak berbeda nyata ($p>0,05$) terhadap kekerasan tekstur. Hasil uji lanjut dapat dilihat pada tabel 18.

Tabel 18. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Parameter Kekerasan Tekstur

Jenis Kemasan (K)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
K1= Tanpa Kemasan	2.22	-	-	-	a	A
K2= Plastik PE	2.56	2	0.972	1.338	a	A
K3= Plastik PP	2.11	3	1.020	1.406	a	A

Berdasarkan Tabel 18 berikut, diketahui perlakuan K1 tidak berbeda nyata dengan K2 dan K3. Perlakuan K2 tidak berbeda nyata dengan K3. Terjadi sedikit penurunan tekstur kekerasan pada berbagai jenis kemasan tapi penurunan tersebut tidak memenuhi syarat secara statistik sehingga data yang diperoleh menunjukkan pengaruh yang tidak nyata. Karena faktor jenis kemasan tidak menunjukkan hasil yang nyata sehingga untuk uji lanjut tidak dilanjutkan. Temuan ini sejalan dengan Eris dkk. (2023) pada selada, yang melaporkan bahwa jenis kemasan plastik hanya berpengaruh nyata terhadap sebagian parameter mutu

(susut bobot, kekerasan, dan padatan terlarut) apabila dikombinasikan dengan metode pengemasan tertentu, sementara pada faktor tunggal jenis kemasan saja efeknya tidak selalu konsisten di semua parameter. Hal ini sejalan pula dengan Usman dkk. (2024) yang menemukan bahwa jenis kemasan cabai rawit varietas Samia tidak berpengaruh nyata terhadap tekstur meskipun berpengaruh nyata terhadap susut bobot dan kadar air.

Ketidaknyataan ini kemungkinan disebabkan tekstur buah lebih banyak ditentukan oleh proses degradasi dinding sel secara enzimatis (internal) yang berjalan relatif seragam pada semua perlakuan kemasan dalam durasi penyimpanan singkat, sehingga perbedaan mikroiklim akibat jenis kemasan belum cukup mengubah laju pelunakan tekstur secara nyata.

Interaksi Antara Lama Penyimpanan Dengan Jenis Kemasan Terhadap Parameter kekerasan

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 3) diketahui antara lama penyimpanan dan jenis kemasan memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) terhadap parameter kekerasan. Sehingga penelitian selanjutnya tidak di lanjutkan. Ketiadaan interaksi ini sejalan dengan Eris dkk. (2023) yang menemukan bahwa interaksi antara jenis kemasan dan metode pengemasan pada selada hanya berpengaruh nyata terhadap parameter susut bobot pada hari tertentu, sementara pada parameter tekstur/kekerasan interaksi tersebut tidak signifikan, sehingga efek interaksi kemasan dan lama penyimpanan terhadap tekstur bersifat spesifik dan tidak selalu konsisten muncul pada semua parameter mutu. Hal ini memperkuat dugaan bahwa pelunakan tekstur cabai rawit pada penelitian ini lebih banyak dikendalikan oleh laju degradasi pektin yang berjalan seragam terlepas

dari jenis kemasan, sehingga kombinasi lama penyimpanan dan jenis kemasan belum menghasilkan pola pelunakan yang berbeda nyata secara statistik dalam rentang 0-6 hari yang diamati.

Visual Warna

Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap warna L*

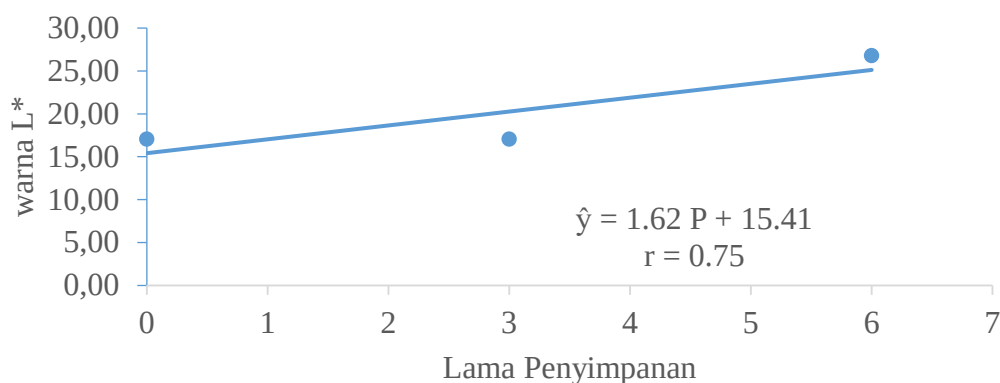
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 4) menunjukkan bahwa pengaruh lama penyimpanan berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap warna L*. Hasil uji lanjut dapat dilihat pada tabel 19.

Tabel 19. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap

Parameter Warna L*

Lama Penyimpanan (P)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
P1= 0 hari	17.03	-	-	-	b	B
P2= 3 hari	17.03	2	6.046	8.323	b	B
P3= 6 hari	26.75	3	6.348	8.746	a	A

Berdasarkan Tabel 19 berikut, diketahui perlakuan P1 tidak berbeda nyata dengan P2 dan berbeda sangat nyata dengan P3. Perlakuan P2 berbeda sangat nyata dengan P3. Pada perlakuan P3 memiliki warna L tertinggi dengan rataan 26,75 dan perlakuan P1 dan P2 memiliki warna L paling rendah dari semua perlakuan dengan rataan 17,03.



Gambar 9. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter warna L*

Berdasarkan gambar di atas diketahui warna L* pada awal penyimpanan dan pada hari ke 3 tidak mengalami perubahan sama sekali namun seiring bertambah lamanya penyimpanan terjadi lonjakan warna seperti yang terlihat pada hari ke 6. Kenaikan warna L ini menunjukkan bahwa cabai rawit yang semakin lama di simpan warnanya akan semakin cerah, namun kecerahan warna pada cabai rawit ini tidak selalu menandakan bahwa kualitas cabai semakin membaik. Hal ini disebabkan oleh perubahan struktur jaringan pada cabai rawit.

Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Warna L*

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 4) menunjukkan bahwa pengaruh jenis kemasan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) terhadap warna L*. Hasil uji lanjut dapat dilihat pada tabel 20.

Tabel 20. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh jenis kemasan Terhadap Parameter

Warna L*

Jenis Kemasan (K)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
K1= Tanpa Kemasan	19.48	-	-	-	a	A
K2= Plastik PE	21.26	2	6.046	8.323	a	A
K3= Plastik PP	20.07	3	6.348	8.746	a	A

Berdasarkan Tabel 20 diketahui perlakuan K1 tidak berbeda nyata dengan K2 dan K3. Perlakuan K2 tidak berbeda nyata dengan K3. Terjadi sedikit peningkatan warna pada berbagai jenis kemasan tapi peningkatan tersebut tidak memenuhi syarat secara statistik sehingga data yang diperoleh menunjukkan pengaruh yang tidak nyata. Karena faktor jenis kemasan tidak menunjukkan hasil yang nyata sehingga untuk uji lanjut tidak dilanjutkan. Hal ini sejalan dengan Kusmali dan Dermawan (2024) yang melaporkan bahwa jenis kemasan baru berpengaruh nyata terhadap warna cabai merah keriting setelah penyimpanan berminggu-minggu, menunjukkan bahwa dalam jangka pendek perubahan warna lebih banyak dikendalikan oleh proses fisiologis internal (degradasi klorofil dan biosintesis karotenoid) yang berjalan menurut jam biologis buah itu sendiri, dibandingkan oleh jenis bahan kemasan yang digunakan. Usman dkk. (2024) turut menegaskan bahwa jenis kemasan tidak berpengaruh nyata terhadap warna cabai rawit meskipun berpengaruh nyata terhadap parameter lain. Karena proses pematangan (pembentukan pigmen karotenoid dan kapsantin) pada penelitian ini berlangsung progresif dan didominasi hari ke-6, kemasan yang hanya membatasi pertukaran gas dan uap air belum mampu menghambat proses biokimia internal tersebut dalam rentang waktu yang singkat.

Interaksi Antara Lama Penyimpanan Dengan Jenis Kemasan Terhadap Parameter warna L*

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 4) diketahui antara lama penyimpanan dan jenis kemasan memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) terhadap parameter warna L. Sehingga penelitian selanjutnya tidak dilanjutkan. Hasil ini konsisten dengan Eris dkk. (2023) yang menemukan bahwa

interaksi antara jenis kemasan dan metode pengemasan pada selada hanya berpengaruh nyata pada parameter tertentu (susut bobot) dan tidak pada seluruh parameter mutu, sehingga efek interaksi bersifat spesifik-parameter dan tidak selalu muncul pada warna. Hal ini memperkuat dugaan bahwa kecerahan warna (L^*) cabai rawit pada penelitian ini lebih banyak ditentukan oleh laju perombakan pigmen secara internal yang relatif seragam pada semua kombinasi perlakuan, sehingga kombinasi jenis kemasan dan lama penyimpanan belum menghasilkan pola perubahan warna yang berbeda nyata secara statistik.

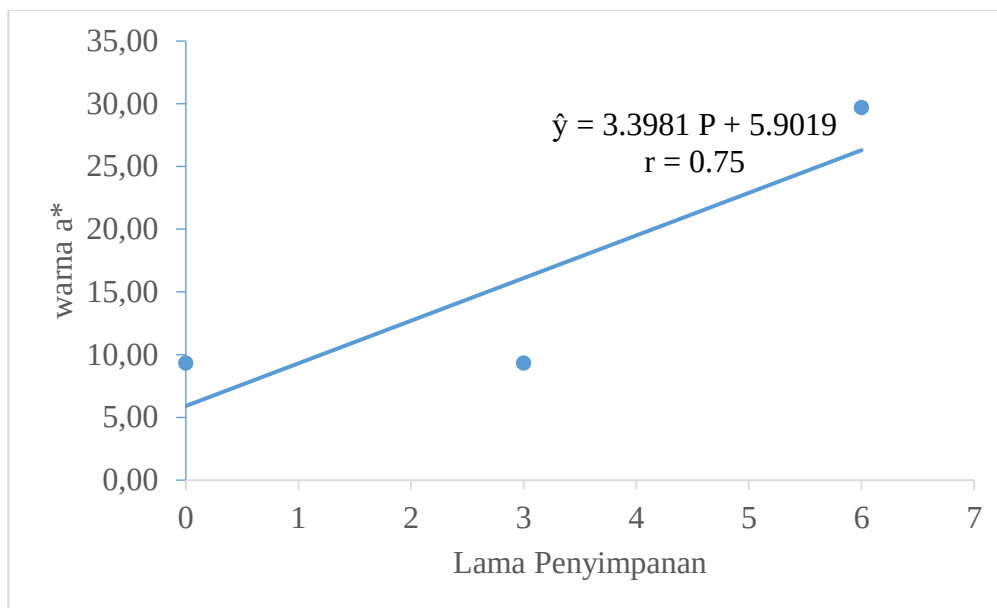
Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter Warna a^*

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 5) menunjukkan bahwa pengaruh lama penyimpanan berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap warna a^* . Hasil uji lanjut dapat dilihat pada tabel 21.

Tabel 21. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter Warna a^*

Lama penyimpanan (P)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
P1= 0 hari	9.30	-	-	-	b	B
P2= 3 hari	9.30	2	1.174	1.617	a	B
P3= 6 hari	29.69	3	1.233	1.699	a	A

Berdasarkan Tabel 21 diketahui perlakuan P1 berbeda nyata dengan P2 dan P3. Perlakuan P2 tidak berbeda nyata dengan P3. Pada perlakuan P3 memiliki warna a tertinggi dengan ratahan 29,69 dan perlakuan P1 memiliki warna a paling rendah dari semua perlakuan dengan ratahan 9,30.



Gambar 10. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter Warna a*

Berdasarkan gambar grafik di atas diketahui tidak terjadi perubahan warna pada awal penyimpanan hingga hari ke 3 namun setelah itu terjadi perubahan warna yang begitu nyata terhadap warna pada hari ke 6. Peningkatan warna a yang terjadi menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan warna cabai rawit warnanya berubah menjadi merah. Hal ini dapat terjadi karena selama penyimpanan terjadi degradasi klorofil dan perkembangan pigmen karotenoid yang memberikan warna kuning hingga merah. Penelitian Romansyah dkk. (2024) pada cabai rawit menunjukkan bahwa nilai a* memiliki korelasi positif dengan lama penyimpanan semakin lama penyimpanan, nilai a* cenderung meningkat dan warna cabai menjadi semakin kuat atau merah.

Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Parameter Warna a*

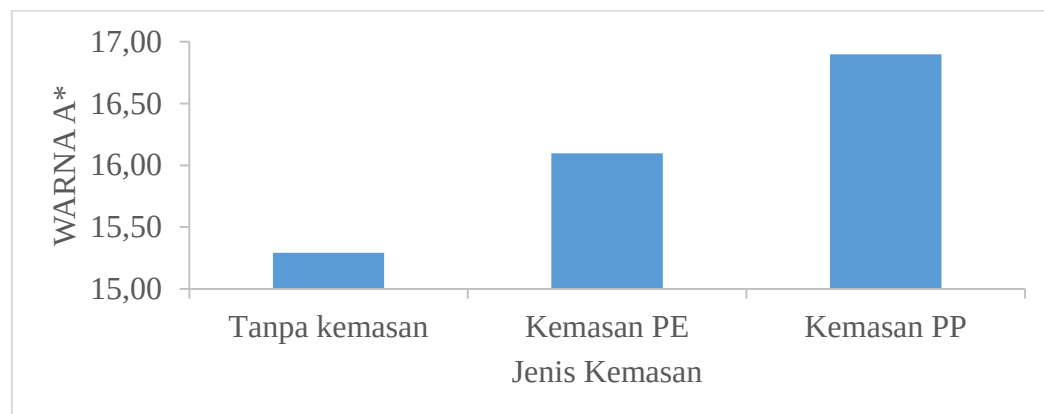
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 5) menunjukkan bahwa pengaruh jenis kemasan berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap warna a*. Hasil uji lanjut dapat dilihat pada tabel 22.

Tabel 22. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Parameter

Warna a*

Jenis Kemasan (K)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
K1= Tanpa Kemasan	15.29	-	-	-	b	B
K2= Plastik PE	16.10	2	1.174	1.617	a	A
K3= Plastik PP	16.90	3	1.233	1.699	a	A

Berdasarkan Tabel 22 diketahui perlakuan K1 berbeda sangat nyata dengan K2 dan K3. Perlakuan K2 tidak berbeda nyata dengan K3. Perlakuan K1 memiliki rata-rata terendah dengan 15,29 dan K3 menjadi perlakuan dengan rata-rata tertinggi dengan 16,90.



Gambar 11. Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Parameter Warna a*

Berdasarkan gambar di atas diketahui jenis kemasan memberikan pengaruh terhadap perubahan nilai warna a pada cabai rawit. Peningkatan warna pada kemasan menunjukkan bahwa kemasan mampu mempertahankan dan mendukung perubahan warna selama proses penyimpanan. Perubahan warna juga disebabkan oleh laju respirasi cabai rawit setelah proses panen. Berdasarkan grafik juga dapat dilihat kemasan plastik PP mampu mempertahankan dan menciptakan lingkungan penyimpanan yang stabil sehingga dapat mempengaruhi laju proses fisiologis dari cabai rawit tersebut. Perubahan warna yang terjadi pada kemasan

plastik pp ini menunjukkan bahwa kemasan tertentu mampu mengurangi kontak bahan dengan lingkungan, udara, kelembaban sehingga warna yang di hasilkan lebih baik daripada yang tanpa kemasan.

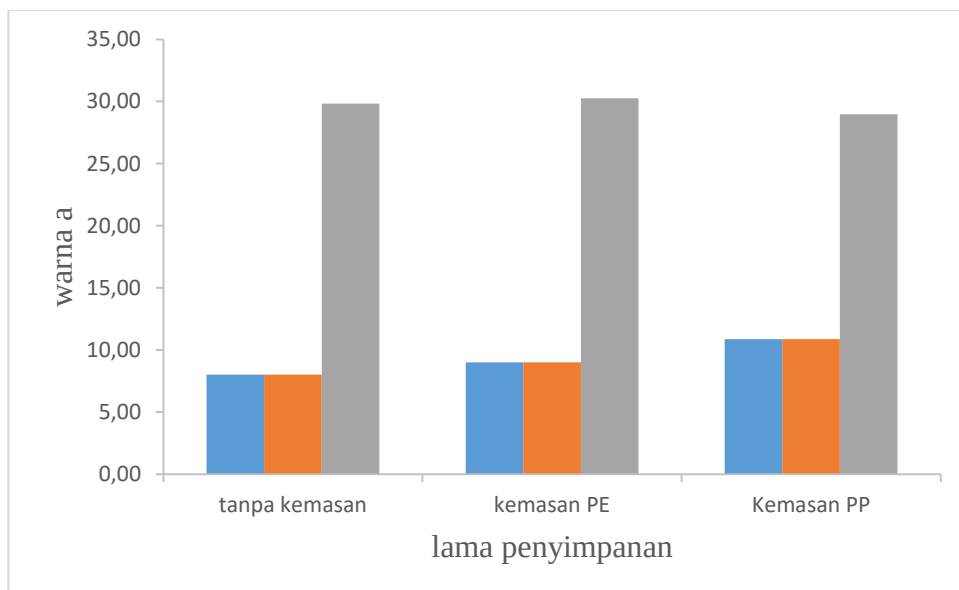
Interaksi Antara Lama Penyimpanan Dengan Jenis Kemasan Terhadap Parameter warna a

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 5) diketahui antara lama penyimpanan dan jenis kemasan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap parameter warna a. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Interaksi Antara Lama Penyimpanan dan Jenis Kemasan Terhadap

Parameter Warna a*

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
P1K1	8.02	-	-	-	a	A
P1K2	9.01	2	1.66	2.29	a	AB
P1K3	10.86	3	1.74	2.40	b	B
P2K1	8.02	4	1.79	2.46	a	A
P2K2	9.01	5	1.83	2.51	a	AB
P2K3	10.86	6	1.85	2.55	b	B
P3K1	29.83	7	1.87	2.59	c	C
P3K2	30.27	8	1.88	2.61	c	C
P3K3	28.97	9	1.89	2.64	c	C



Gambar 12. Hubungan Pengaruh Interaksi Antara Lama Penyimpanan dan Jenis Kemasan Terhadap Parameter Warna a^*

Berdasarkan gambar grafik di atas diketahui interaksi lama penyimpanan dan jenis kemasan memberikan pengaruh nyata terhadap parameter warna a . Peningkatan warna a selama penyimpanan berkaitan dengan proses pematangan buah cabai rawit. Selama pematangan kandungan klorofil mengalami penurunan sedangkan pigmen warna seperti karotenoid mengalami peningkatan dan terus berkembang. Perubahan warna selama proses penyimpanan dengan kemasan dipengaruhi oleh kemampuan kemasan menciptakan lingkungan yang sesuai dan mengurangi kontak bahan dengan lingkungan luar seperti udara, kelembaban dan pertukaran gas. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pemilihan kemasan yang benar dan waktu yang pas dapat menjaga mutu cabai rawit.

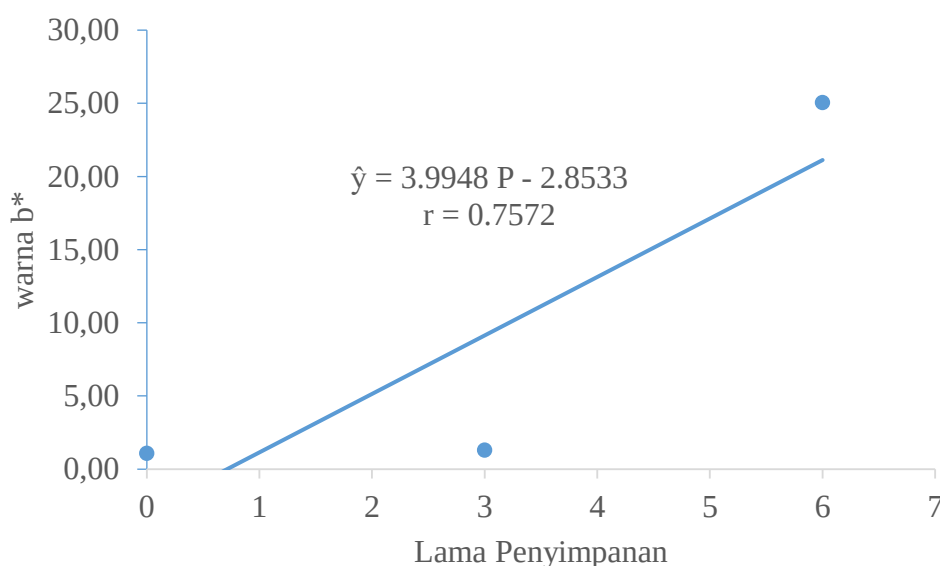
Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter Warna b^*

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 6) menunjukkan bahwa pengaruh lama penyimpanan berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap warna b^* . Hasil uji lanjut dapat dilihat pada tabel 24.

Tabel 24. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter Warna b*

Lama penyimpanan (P)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
P1= 0 hari	1.06	-	-	-	b	B
P2= 3 hari	1.30	2	0.883	1.216	a	B
P3= 6 hari	25.03	3	0.927	1.277	a	A

Berdasarkan Tabel 24 diketahui perlakuan P1 berbeda nyata dengan P2 dan P3. Perlakuan P2 tidak berbeda nyata dengan P3. Pada perlakuan P3 memiliki warna b tertinggi dengan rataaan 25,03 dan perlakuan P1 memiliki warna b paling rendah dari semua perlakuan dengan rataaan 1,06.



Gambar 13. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter Warna b*

Berdasarkan gambar grafik di atas diketahui terjadi peningkatan pada warna b sejalan dengan lama penyimpanan. Warna b ini menunjukkan warna mengarah ke arah kekuningan, seiring dengan rusaknya klorofil pigmen karotenoid yang menentukan warna kuning hingga merah menjadi semakin menonjol. Peningkatan warna b pada hari ke 6 menunjukkan bahwa proses pelayuan hingga pematang

mencapai puncaknya. Ramadhan dkk. (2023) menjelaskan bahwa proses ini dikendalikan oleh dua mekanisme biokimia yang berjalan bersamaan, yaitu degradasi klorofil oleh enzim klorofilase dan oksidase, serta biosintesis pigmen karotenoid kapsantin dan kapsorubin di dalam kromoplas, yang keduanya berlangsung progresif seiring waktu penyimpanan. Prasetyo dan Utami (2024) menambahkan bahwa perubahan warna merupakan indikator visual paling sensitif terhadap lama penyimpanan dibandingkan parameter fisik lain, karena berkaitan langsung dengan proses pematangan pascapanen yang terus berlangsung meskipun buah telah dipisahkan dari tanaman induknya.

Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Parameter Warna b^*

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 6) menunjukkan bahwa pengaruh jenis kemasan tidak berbeda nyata ($p>0,05$) terhadap warna b^* . Hasil uji lanjut dapat dilihat pada tabel 25.

Tabel 25. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Parameter Warna b^*

Jenis Kemasan (K)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
K1=Tanpa Kemasan	9.14	-	-	-	a	A
K2= Plastik PE	9.25	2	0.883	1.216	a	A
K3= Plastik PP	9.00	3	0.927	1.277	a	A

Berdasarkan Tabel 25 diketahui perlakuan K1 tidak berbeda nyata dengan K2 dan K3. Perlakuan K2 tidak berbeda nyata dengan K3. Terjadi sedikit peningkatan warna b pada berbagai jenis kemasan tapi peningkatan tersebut tidak memenuhi syarat secara statistik sehingga data yang diperoleh menunjukkan pengaruh yang tidak nyata. Karena faktor jenis kemasan tidak menunjukkan hasil yang nyata sehingga untuk uji lanjut tidak dilanjutkan. Hal ini sejalan dengan

Usman dkk. (2024) yang juga melaporkan bahwa jenis kemasan tidak berpengaruh nyata terhadap perubahan warna (termasuk nilai b^*) cabai selama penyimpanan, karena perubahan pigmen lebih dikendalikan oleh proses pematangan dan penuaan internal buah dibandingkan oleh jenis bahan kemasan. Konsisten dengan hal ini, Usmani dkk. (2023) juga menunjukkan bahwa efek suatu perlakuan pascapanen terhadap parameter fisik cabai rawit baru terlihat nyata setelah periode pengamatan yang cukup panjang, sehingga peningkatan nilai b^* yang teramati pada penelitian ini lebih mencerminkan proses biosintesis pigmen karotenoid dan kapsantin yang berjalan alami seiring pematangan buah, ketimbang efek pembatasan gas atau uap air oleh kemasan yang digunakan.

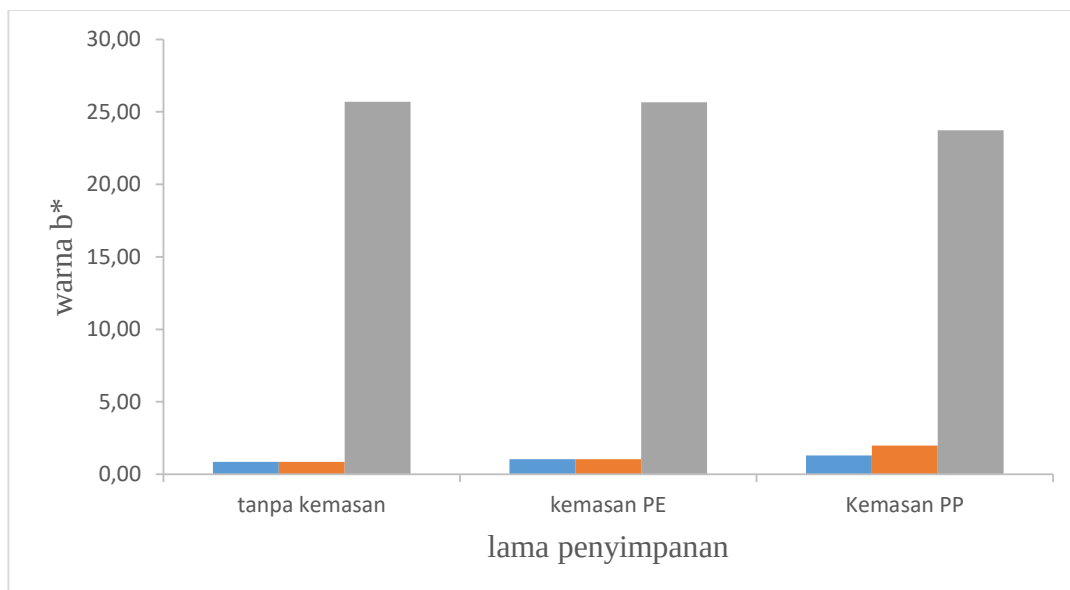
Interaksi Antara Lama Penyimpanan Dengan Jenis Kemasan Terhadap Parameter warna b^*

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 6) diketahui antara lama penyimpanan dan jenis kemasan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter warna b . Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 26.

Tabel 26. Interaksi Antara Lama Penyimpanan dan Jenis Kemasan Terhadap

Parameter Warna b^*

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
P1K1	0.86	-	-	-	a	A
P1K2	1.04	2	1.25	1.72	a	AB
P1K3	1.29	3	1.31	1.81	b	B
P2K1	0.86	4	1.34	1.85	a	A
P2K2	1.04	5	1.37	1.89	a	AB
P2K3	1.99	6	1.39	1.91	b	B
P3K1	25.70	7	1.40	1.94	c	C
P3K2	25.67	8	1.41	1.96	c	C
P3K3	23.73	9	1.42	1.98	c	C



Gambar 14. Hubungan Pengaruh Interaksi Antara Lama Penyimpanan dan Jenis Kemasan Terhadap Parameter Warna b^*

Berdasarkan gambar di atas diketahui adanya peningkatan nilai b^* yang memberikan pengaruh yang nyata terhadap interaksi antara lama penyimpanan dan jenis kemasan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengaruh lama penyimpanan terhadap nilai b bergantung pada jenis kemasan yang digunakan. Sebaliknya, efektivitas masing-masing jenis kemasan dalam mempertahankan intensitas warna cabai rawit juga dipengaruhi oleh lamanya penyimpanan. Dengan kata lain, perubahan nilai b selama penyimpanan tidak mengikuti pola yang sama pada setiap jenis kemasan.

Adanya interaksi yang nyata mengindikasikan bahwa kombinasi tertentu antara jenis kemasan dan lama penyimpanan menghasilkan respons yang berbeda terhadap perubahan intensitas warna cabai rawit. Nilai Chroma menggambarkan tingkat kejenuhan atau intensitas warna, sehingga hasil ini menunjukkan bahwa kemampuan kemasan dalam mempertahankan kejenuhan warna cabai rawit berubah seiring bertambahnya lama penyimpanan. Oleh karena itu, interpretasi

terhadap pengaruh jenis kemasan maupun lama penyimpanan tidak cukup dilakukan secara terpisah, tetapi perlu mempertimbangkan kombinasi kedua faktor tersebut.

Fitriani dan Rahmawati (2025) menjelaskan bahwa setiap jenis kemasan akan mencapai kondisi kesetimbangan atmosfer termodifikasi (equilibrium modified atmosphere) pada waktu yang berbeda-beda tergantung karakteristik permeabilitasnya, sehingga efektivitas suatu kemasan dalam mempertahankan kualitas warna dapat berubah seiring durasi penyimpanan begitu komposisi gas internal kemasan bergeser dari kondisi optimalnya. Nugraha dan Pratama (2024) menambahkan bahwa apabila konsentrasi CO₂ di dalam kemasan melampaui ambang batas atas, dapat terjadi pergeseran ke jalur respirasi anaerobik yang memicu kerusakan jaringan dan perubahan pigmen yang tidak terduga, yang turut menjelaskan mengapa plastik PP tidak lagi unggul pada hari keenam. Zulkarnaen dkk. (2023) menambahkan bahwa dinamika perubahan konsentrasi oksigen dan karbon dioksida di dalam kemasan film plastik bersifat dinamis sepanjang waktu penyimpanan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan mengenai Pengaruh Jenis Kemasan dan Lama Penyimpanan terhadap Karakteristik Fisik Pascapanen Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Di Desa Baru Dusun Iii Batang Kuis, disimpulkan:

1. Jenis kemasan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap susut bobot, kadar air, kekerasan tekstur, dan warna l dan b namun memberikan pengaruh nyata terhadap warna a*.
2. Lama penyimpanan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air, susut bobot, kekerasan tekstur, nilai a*, dan nilai b*, serta berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai L* cabai rawit."
3. Interaksi antara jenis kemasan dan lama penyimpanan memberikan pengaruh yang nyata terhadap susut bobot , warna a dan warna b namun tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air, kekerasan tekstur, dan warna L cabai rawit.
4. Berdasarkan data yang di peroleh kemasan PP menunjukkan hasil terbaik dalam mempertahankan intensitas warna cabai rawit pada hari ke-0 hingga ke-3, sehingga efektivitas jenis kemasan dalam mempertahankan mutu warna cabai rawit bergantung pada lamanya penyimpanan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, untuk penanganan pascapanen cabai rawit disarankan agar penyimpanan tidak dilakukan dalam durasi yang terlalu lama, mengingat lama penyimpanan terbukti menjadi faktor paling dominan yang dapat menurunkan mutu fisik produk, seperti peningkatan susut bobot, pelunakan tekstur, serta pemudaran warna. Selain itu, untuk

penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji jenis kemasan dengan variasi permeabilitas yang lebih luas seperti perbedaan ketebalan plastik atau penggunaan bahan kemasan alternatif serta memperpanjang interval waktu pengamatan. Hal ini bertujuan agar pengaruh jenis kemasan pada parameter fisik lainnya, khususnya susut bobot hingga kadar air, dapat teridentifikasi secara lebih jelas dan komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, K., dan Siregar, M. A. (2025). Analisis Agroklimat Dataran Rendah terhadap Laju Transpirasi Mikro dan Kelayuan Turgor Komoditas Hortikultura Sayur. *Jurnal Fisiologi Tumbuhan Tropis*, 12(1), 54-63.
- Ariantika, N. (2017). *Teknologi Penanganan Pascapanen Komoditas Hortikultura*. Bandung: Alfabeta.
- Azlan, A., Sultana, S., Huei, C. S., dan Razman, M. R. (2022). Antioxidant, Anti-Obesity, Nutritional and Other Beneficial Effects of Different Chili Pepper: A Review. *Molecules*, 27(3), 898. <https://doi.org/10.3390/molecules27030898>
- Bal, S., Sharangi, A. B., Upadhyay, T. K., Khan, F., Pandey, P., Siddiqui, S., Saeed, M., Lee, H.-J., dan Yadav, D. K. (2022). Biomedical and Antioxidant Potentialities in Chilli: Perspectives and Way Forward. *Molecules*, 27(19), 6380. <https://doi.org/10.3390/molecules27196380>
- Eris, F. R., Sumartin, N. L. D., Nurmayulis, dan Kartina. (2023). Pengaruh Jenis Plastik dan Metode Pengemasan Terhadap Kualitas Selada Selama Penyimpanan. *AGROLOGIA*, 12(2), 193-205.
- Fachruddin, M. (2022). *Budidaya dan Pascapanen Genus Capsicum*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Fellows, P. J. (2017). *Food Processing Technology: Principles and Practice* (4th ed.). Woodhead Publishing.
- Fitriani, N., dan Rahmawati, S. (2025). Pemodelan Laju Respirasi dan Keseimbangan Gas Komoditas Hortikultura dalam Sistem Kemasan Atmosfer Terdimodifikasi Pasif. *Jurnal Rekayasa Proses Biokimia Sayur*, 14(1), 45-54.
- Handoko, T., dan Wijaya, C. (2024). *Fisiologi Pascapanen dan Manajemen Mutu Buah Genus Capsicum*. Yogyakarta: Penerbit Universitas Gadjah Mada Press.
- Hayati, R., Marliah, A., dan Puteri, I. T. (2023). Jenis Pengemasan dan Penyimpanan terhadap Kualitas Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*, 8(1), 46-54. <https://doi.org/10.24843/JITPA/2023.v08.i01.p06>
- Hidayat, P., dan Utami, W. (2022). Efek Permeabilitas Gas Film Polipropilen Terhadap Pencegahan Senesensi Tanaman Cabai Genus *Capsicum*. *Jurnal Biologi Pascapanen*, 19(1), 32-41.
- Kailaku, S. I., Dewandari, K. T., dan Sunarmani, S. (2022). Karakteristik perubahan fisikokimia dan laju transpirasi cabai rawit (*Capsicum*

- frutescens* L.) pascapetik. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 19(2), 77-86.
- Kinsella, J. E., Lokesh, B., dan Stone, R. A. (2024). *Dietary Lipids and Intestinal Transport Mechanisms*. Academic Press.
- Kusmali, M., dan Dermawan, M. (2024). Pengaruh Jenis Kemasan Plastik terhadap Mutu Cabai Merah Keriting (*Capsicum annuum* L.) selama Penyimpanan. *Communication in Food Science and Technology*, 3(1), 1-10. <https://doi.org/10.35472/cfst.v3i1.1765>
- Marpaung, R. (2023). *Taksonomi dan Morfologi Tanaman Sayuran Buah Indonesia*. Medan: USU Press.
- Mulyani, S. (2022). *Anatomi dan Morfologi Vegetatif Tumbuhan Hortikultura*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Nugraha, R., dan Pratama, A. (2024). *Teknologi Kemasan Pangan: Prinsip Pengkondisian Atmosfer Mikro Produk Perishable*. Depok: Penerbit Universitas Indonesia Press.
- Nurhidayat, Sabahannur, dan Alimuddin, S. (2022). Pengaruh Suhu dan Jenis Kemasan terhadap Umur Simpan dan Mutu Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Pertanian*, 3(2), 37-47. <https://doi.org/10.33096/agrotekmas.v3i2.245>
- Paul, M. (2018). *Introduction to Food Engineering and Dehydration Process*. CRC Press.
- Prasetyo, B., dan Utami, R. D. (2024). Korelasi Defisit Tekanan Uap Air Lingkungan terhadap Persentase Susut Bobot dan Degradasi Warna Cabai Rawit Pascapanen. *Jurnal Ilmu Pertanian Agrosfera*, 16(2), 112-121.
- Purnama, S., Wahyuni, D., dan Utomo, R. (2023). Retensi Transpirasi Mikro dan Struktur Anatomi Epidermis Buah Genus *Capsicum* Terhadap Tekanan Kelembaban Lingkungan. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(2), 201-209.
- Ramadhan, F., Lestari, S., dan Ginting, J. (2023). Kinetika Degradasi Klorofil dan Pembentukan Karotenoid pada Buah Non-Klimakterik Selama Penyimpanan Suhu Kamar. *Jurnal Biokimia Tanaman*, 8(3), 89-98.
- Ramli, A., dan Siregar, H. (2024). *Nutrisi dan Fisiologi Pascapanen Komoditas Sayur dan Buah Tropis*. Medan: Penerbit Lembaga Kajian Ilmiah Nusantara.
- Roni, M., Basri, Z., dan Mahfudz, M. (2023). Karakteristik Morfologi dan Agronomi Beberapa Aksesori Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Lokal. *Jurnal Agroland*, 30(2), 115-123.

- Saputra, E. (2025). Respon Fisiologis Turgor Dinding Sel dan Laju Susut Bobot Buah Cabai Rawit dalam Kemasan Polimer. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 30(1), 45-53.
- Sari, R. K., Utami, T., dan Wijaya, A. (2024). Perubahan Sifat Fisik dan Laju Respirasi Komoditas Perishable Dataran Rendah Berdasarkan Variasi Suhu Ruang. *Jurnal Pasca Panen Pertanian*, 18(3), 112-120.
- Setyawan, A., Budiman, H., dan Rahmawati, E. (2023). Aktivitas Enzim Poligalakturonase dan Perubahan Tekstur Dinding Sel Parenkim Buah Solanaceae Akibat Pengaruh Variasi Kemasan Polimer. *Jurnal Pascapanen Nusantara*, 11(2), 75-84.
- Tarigan, E. B., Siregar, J., dan Lubis, M. H. (2025). Pengaruh permeabilitas kemasan plastik polietilen dan polipropilen terhadap retensi vitamin C buah cabai rawit selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 18(1), 15-24.
- Tjitrosoepomo, G. (2023). *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Usman, H. L., Kasim, R., dan Liputo, S. A. (2024). Pengaruh Jenis Kemasan terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Varietas Samia Gorontalo Selama Penyimpanan di Suhu Dingin. *Jambura Journal of Food Technology*, 6(1), 69-81. <https://doi.org/10.37905/jjft.v6i1.20811>
- Usmani, D. U. N., Efendi, D., Matra, D. D., dan Sukma, D. (2023). Pelilinan dan Penyimpanan Suhu Rendah pada Cabai Rawit Varietas Lokal Garut dan Ori 212. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 14(1), 40-48.
- Wardana, A., dan Kusuma, H. (2023). Studi Karakteristik Water Vapor Transmission Rate (WVTR) Berbagai Ketebalan Plastik Polietilen Terhadap Retensi Turgor Hortikultura Segar. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 11(3), 120-129.
- Yahia, E. M., dan Carrillo-Lopez, A. (Eds.). (2019). *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*. Woodhead Publishing.
- Zulkarnaen, M., Irawan, I., dan Siregar, T. (2023). Dinamika Perubahan Konsentrasi Oksigen dan Karbon Dioksida pada Penyimpanan Buah Solanaceae Menggunakan Film Plastik Polimer. *Jurnal Agroteknologi dan Fisiologi Pascapanen*, 9(2), 88-97.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Hasil uji rata rata parameter susut bobot.

Perlakuan	Ulangan			Total	rataan
	I	II	III		
P1K1	0	0	0	0	0.00
P1K2	0	0	0	0	0.00
P1K3	0	0	0	0	0.00
P2K1	15	12	15	42	14.00
P2K2	0	0	0	0	0.00
P2K3	0	0	0	0	0.00
P3K1	0	20	10	30	10.00
P3K2	30	20	10	60	20.00
P3K3	30	20	10	60	20.00
Total	75	72	45	192	64
Rataan	8.33	8.00	5.00	21.33	7.11

Data analisis sidik ragam susut bobot

SK	db	JK	KT	F hit.		0.05	0.01
Perlakuan	8	1922.67	240.33	7.14	**	2.51	3.71
P	2	1330.67	665.33	19.76	**	3.55	6.01
P Lin	1	1250.00	1250.00	37.13	**	4.41	8.29
P Kuad	1	332.67	332.67	9.88	**	4.41	8.29
K	2	10.67	5.33	0.16	tn	3.55	6.01
K Lin	1	9.00	9.00	0.27	tn	4.41	8.29
K Kuad	1	3.00	3.00	0.09	tn	4.41	8.29
P x K	4	581.33	145.33	4.32	*	2.93	4.58
Galat	18	606.00	33.67				
Total	26	2528.67	97.26				

Keterangan :

Fk : 1365.33333
 Kk : 82%
 * : Nyata
 ** : Sangat nyata
 tn : Tidak nyata

Lampiran 2.

Hasil uji rata rata parameter kadar air

Perlakuan	Ulangan			Total	rataan
	I	II	III		
P1K1	68.5	62.5	63.5	194.5	64.83
P1K2	59.5	59.5	60.5	179.5	59.83
P1K3	54.5	64	53	171.5	57.17
P2K1	68.5	62.5	63.5	194.5	64.83
P2K2	59.5	59.5	60.5	179.5	59.83
P2K3	54.5	64	53	171.5	57.17
P3K1	20	20	10	50	16.67
P3K2	30	20	10	60	20.00
P3K3	30	20	10	60	20.00
total	445	432	384	1261	420.3
Rataan	49.44	48.00	42.67	140.11	46.70

Data analisis sidik ragam kadar air

SK	db	JK	KT	F hit.		0.05	0.01
Perlakuan	8	10648.46	1331.06	36.77	**	2.51	3.71
P	2	10444.46	5222.23	144.25	**	3.55	6.01
P Lin	1	1060.06	1060.06	29.28	**	4.41	8.29
P Kuad	1	-10.31	-10.31	-0.28	tn	4.41	8.29
K	2	72.30	36.15	1.00	tn	3.55	6.01
K Lin	1	81.00	81.00	2.24	tn	4.41	8.29
K Kuad	1	0.33	0.33	0.01	tn	4.41	8.29
P x K	4	131.70	32.93	0.91	tn	2.93	4.58
Galat	18	651.67	36.20				
Total	26	11300.13	434.62				

Keterangan :

Fk : 58893.3704
 Kk : 13%
 ** : Sangat nyata
 tn : Tidak nyata

Lampiran 3

Hasil uji rata rata parameter kekerasan Tekstur

Perlakuan	Ulangan			Total	rataan
	I	II	III		
P1K1	2	2	3	7	2.33
P1K2	4	1	2	7	2.33
P1K3	1	2	1	4	1.33
P2K1	1	2	1	4	1.33
P2K2	2	2	2	6	2.00
P2K3	2	2	2	6	2.00
P3K1	2	4	3	9	3.00
P3K2	4	2	4	10	3.33
P3K3	3	3	3	9	3.00
total	21	20	21	62	20.66
Rataan	2.33	2.22	2.33	6.89	2.30

Data analisis sidik ragam kekerasan

SK	db	JK	KT	F hit.		0.05	0.01
Perlakuan	8	12.30	1.54	2.44	tn	2.51	3.71
P	2	9.19	4.59	7.29	**	3.55	6.01
P Lin	1	25.56	25.56	40.59	**	4.41	8.29
P Kuad	1	0.52	0.52	0.82	tn	4.41	8.29
K	2	0.96	0.48	0.76	tn	3.55	6.01
K Lin	1	0.06	0.06	0.10	tn	4.41	8.29
K Kuad	1	1.02	1.02	1.62	tn	4.41	8.29
P x K	4	2.15	0.54	0.85	tn	2.93	4.58
Galat	18	11.33	0.63				
Total	26	23.63	0.91				

Keterangan :

Fk : 142.37037
 Kk : 35%
 ** : Sangat nyata
 tn : Tidak nyata

Lampiran 4.

Hasil uji rata rata parameter warna L.

Perlakuan	Ulangan			Total	rataan
	I	II	III		
P1K1	15.13	14.88	16.75	46.76	15.59
P1K2	17.21	19.24	17.64	54.09	18.03
P1K3	17.98	16.61	17.83	52.42	17.47
P2K1	15.13	14.88	16.75	46.76	15.59
P2K2	17.21	19.24	17.64	54.09	18.03
P2K3	17.98	16.61	17.83	52.42	17.47
P3K1	27.5	26.7	27.6	81.8	27.27
P3K2	26.7	27.8	28.7	83.2	27.73
P3K3	25.5	25.9	25	50.5	25.25
total	180.34	155.96	185.74	522.04	182.43
Rataan	20.04	19.50	20.64	58.00	20.27

Data analisis sidik ragam warna L

SK	db	JK	KT	F hit.		0.05	0.01
Perlakuan	8	534.42	66.80	2.74	*	2.51	3.71
P	2	286.86	143.43	5.89	*	3.55	6.01
P Lin	1	2426.74	2426.74	99.59	**	4.41	8.29
P Kuad	1	706.73	706.73	29.00	**	4.41	8.29
K	2	72.44	36.22	1.49	tn	3.55	6.01
K Lin	1	24.95	24.95	1.02	tn	4.41	8.29
K Kuad	1	56.55	56.55	2.32	tn	4.41	8.29
P x K	4	175.12	43.78	1.80	tn	2.93	4.58
Galat	18	438.62	24.37				
Total	26	973.04	37.42				

Keterangan :

Fk : 10093.5467
 Kk : 24%
 * : Nyata
 ** : Sangat nyata
 tn : Tidak nyata

Lampiran 5.

Hasil uji rata rata parameter warna a.

Perlakuan	Ulangan			Total	rataan
	I	II	III		
P1K1	7.84	8.48	7.75	24.07	8.02
P1K2	9.1	10.68	7.26	27.04	9.01
P1K3	10.52	10.18	11.89	32.59	10.86
P2K1	7.75	8.48	7.84	24.07	8.02
P2K2	9.1	10.68	7.26	27.04	9.01
P2K3	10.52	10.18	11.89	32.59	10.86
P3K1	30	29.8	29.7	89.5	29.83
P3K2	29.8	30	31	90.8	30.27
P3K3	29	28.8	29.1	86.9	28.97
Total	143.63	147.28	143.69	434.6	144.866667
Rataan	15.96	16.36	15.97	48.29	16.10

Data analisis sidik ragam warna a

SK	db	JK	KT	F hit.		0.05	0.01
Perlakuan	8	2521.81	315.23	342.84	**	2.51	3.71
P	2	2494.24	1247.12	1356.35	**	3.55	6.01
P Lin	1	3882.74	3882.74	4222.81	**	4.41	8.29
P Kuad	1	1238.45	1238.45	1346.92	**	4.41	8.29
K	2	11.58	5.79	6.30	**	3.55	6.01
K Lin	1	13.03	13.03	14.17	**	4.41	8.29
K Kuad	1	0.00	0.00	0.00	tn	4.41	8.29
P x K	4	15.98	4.00	4.35	*	2.93	4.58
Galat	18	16.55	0.92				
Total	26	2538.36	97.63				

Keterangan :

Fk : 6995.45037
 Kk : 6%
 * : Nyata
 ** : Sangat nyata
 tn : Tidak nyata

Lampiran 6.

Hasil uji rata rata parameter warna b.

Perlakuan	Ulangan			Total	rataan
	I	II	III		
P1K1	0.64	1.13	0.82	2.59	0.86
P1K2	0.93	2.07	0.11	3.11	1.04
P1K3	1.92	1.03	0.93	3.88	1.29
P2K1	0.64	1.13	0.82	2.59	0.86
P2K2	0.93	2.07	0.11	3.11	1.04
P2K3	3.01	1.92	1.03	5.96	1.99
P3K1	26.6	25.6	24.9	77.1	25.70
P3K2	24.9	26.1	26	77	25.67
P3K3	23.3	24.1	23.8	71.2	23.73
total	82.87	85.15	78.52	246.54	82.18
Rataan	9.21	9.46	8.72	27.39	9.13

Data analisis sidik ragam warna b

SK	db	JK	KT	F hit.		0.05	0.01
Perlakuan	8	3424.21	428.03	823.50	**	2.51	3.71
P	2	3414.13	1707.06	3284.31	**	3.55	6.01
P Lin	1	2810.43	2810.43	5407.13	**	4.41	8.29
P Kuad	1	926.26	926.26	1782.08	**	4.41	8.29
K	2	0.27	0.13	0.26	tn	3.55	6.01
K Lin	1	0.10	0.10	0.18	tn	4.41	8.29
K Kuad	1	0.20	0.20	0.39	tn	4.41	8.29
P x K	4	9.82	2.45	4.72	**	2.93	4.58
Galat	18	9.36	0.52				
Total	26	3433.57	132.06				

Keterangan :

Fk : 2251.18413
 Kk : 8%
 ** : Sangat nyata
 tn : Tidak nyata

Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian





