

**PERUBAHAN KUALITAS FISIK DAN KIMIA BUAH STROBERI
DALAM WADAH *ACTIVE PACKAGING* BERBAHAN AKTIF
ETHYLENE, HUMIDITY, DAN OXYGEN SCAVENGERS
DALAM SUHU RUANG**

(SKRIPSI)

Oleh

**Komang R. Vidya Laxemi
2214161052**



**UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

**PERUBAHAN KUALITAS FISIK DAN KIMIA BUAH STROBERI
DALAM WADAH *ACTIVE PACKAGING* BERBAHAN AKTIF
ETHYLENE, HUMIDITY, DAN OXYGEN SCAVENGERS
DALAM SUHU RUANG**

Oleh

Komang R. Vidya Laxemi

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

**Jurusan Agronomi Dan Hortikultura
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PERUBAHAN KUALITAS FISIK DAN KIMIA BUAH STROBERI DALAM WADAH *ACTIVE PACKAGING* BERBAHAN AKTIF *ETHYLENE, HUMIDITY, DAN OXYGEN SCAVENGERS* DALAM SUHU RUANG

Oleh

Komang R. Vidya Laxemi

Stroberi (*Fragaria x ananassa*) memiliki nilai ekonomi yang tinggi tetapi sangat mudah rusak karena teksturnya yang lunak dan kandungan airnya yang tinggi. Teknologi pengemasan aktif berfungsi sebagai solusi inovatif untuk memperpanjang umur simpan produk hortikultura dengan mengendalikan kondisi internal kemasan. Studi ini mengevaluasi efektivitas AP yang mengandung KMnO_4 sebagai penangkap etilen, vitamin C sebagai penangkap oksigen, dan *silica gel* sebagai penyerap kelembaban terhadap kualitas fisik dan kimia stroberi selama penyimpanan pada suhu ruang. Desain eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial $2 \times 2 \times 3$ dengan lima ulangan. Faktor perlakuan terdiri dari KMnO_4 (0 dan 60 mg/ml), vitamin C (0 dan 0,4 mg/ml), *silica gel* (0, 5, dan 10 g/sachet). Pengamatan visual menunjukkan penurunan kualitas yang signifikan setelah hari ketujuh penyimpanan, ditandai dengan tekstur yang melunak, penggelapan warna kulit, dan munculnya jamur *Botrytis cinerea* akibat kelembaban tinggi. Pada uji perlakuan tunggal penggunaan 5 g *silica gel* paling efektif dalam meminimalkan penurunan nilai °Brix sebesar 4,58%. Sementara itu, kombinasi 60 mg/ml KMnO_4 , 0 mg/ml vitamin C, dan 5 g *silica gel* menghasilkan hasil terbaik dengan nilai °Brix sebesar 4,90%, dan 0 mg/ml KMnO_4 , 0 mg/ml vitamin C, dan 5 g gel silika mampu menghambat penurunan kandungan vitamin C selama 7 hari penyimpanan. Tidak ada perlakuan yang secara signifikan memengaruhi total gula, asam bebas, tingkat kemanisan, atau kandungan vitamin C, karena tingginya laju respirasi dan transpirasi pada suhu ruangan memicu degradasi buah yang cepat.

Kata kunci: Kemasan aktif, KMnO_4 , *Silica gel*, Stroberi, Vitamin C

ABSTRACT

PHYSICOCHEMICAL QUALITY CHANGES OF STRAWBERRIES STORED IN *ACTIVE PACKAGING* INCORPORATED WITH ETHYLENE, HUMIDITY, AND OXYGEN SCAVENGERS AT AMBIENT TEMPERATURE

By

Komang R. Vidya Laxemi

Strawberry (*Fragaria x ananassa*) possesses high economic value but is highly perishable due to its soft texture and high moisture content. *Active packaging* (AP) technology serves as an innovative solution to extend the shelf life of horticultural products by controlling the internal conditions of the package. This study evaluates the effectiveness of AP containing KMnO₄ as an ethylene scavenger, vitamin C as an oxygen scavenger, and *silica gel* as a humidity absorber on the physical and chemical quality of strawberries during storage at room temperature. The experimental design used a 2 x 2 x 3 factorial Completely Randomized Design with five replications. The treatment factors comprised KMnO₄ (0 and 60 mg/ml), vitamin C (0 and 0.4 mg/ml), *silica gel* (0, 5, and 10 g/*sachet*). Visual observations indicated a significant decline in quality after the seventh day of storage, characterized by softened texture, darkening of the skin color, and the emergence of *Botrytis cinerea* mold due to high humidity. In the single-treatment test, the application of 5 g of *silica gel* was the most effective in minimizing the decrease in °Brix values of 4.58%. Meanwhile, the combination of 60 mg/ml KMnO₄, 0 mg/ml vitamin C and 5 g of *silica gel* yielded the best results with a °Brix value of 4.90%, and 0 mg/ml KMnO₄, 0 mg/ml vitamin C, and 5 g *silica gel* was capable of inhibiting the decline of vitamin C content during 7 days of storage. None of the treatments significantly influenced total sugar, free acid, sweetness levels, or vitamin C content, as the high rates of respiration and transpiration at room temperature triggered rapid fruit degradation.

Keywords: *Active packaging*, KMnO₄, Silica gel, Strawberry, Vitamin C

Judul Skripsi : PERUBAHAN KUALITAS FISIK DAN KIMIA
BUAH STROBERI DALAM WADAH *ACTIVE
PACKAGING* BERBAHAN AKTIF *ETHYLENE,
HUMIDITY, DAN OXYGEN SCAVENGERS*
DALAM SUHU RUANG

Nama Mahasiswa : Komang R. Vidya Laxemi

Nomor Pokok Mahasiswa : 2214161052

Jurusan : Agronomi dan Hortikultura

Program Studi : Agronomi

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Soesiladi Esti Widodo, M.Sc.
NIP. 196005011984031002



Dr. David Chandra, S.P., M.Si.
NIP. 198610212010011005

2. Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura



Prof. Ir. Maria Viva Rini, M.Agr.Sc., Ph.D.
NIP. 196603041990122001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Prof. Dr. Ir. Soesiladi Esti Widodo, M.Sc.



Sekretaris

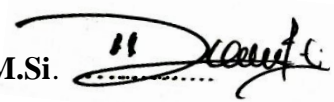
: Dr. David Chandra, S.P., M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. R. A. Diana Widyastuti, S.P., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 26 Mei 2026

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “**Perubahan Kualitas Fisik dan Kimia Buah Stroberi dalam Wadah *Active packaging* Berbahan Aktif *Ethylene, Humidity, dan Oxygen Scavengers* dalam Suhu Ruang**”, merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Tulisan ilmiah ini merupakan gabungan dari hasil pengetahuan yang telah saya dapatkan selama masa studi dan rujukan-rujukan dari karya ilmiah lain dengan topik yang sama yang telah dipublikasikan sebelumnya. Apabila dikemudian hari ditemukan bukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 11 Juni 2026

Penulis

A handwritten signature in black ink is written over a yellow 10000 Rupiah stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA', '10000', and 'METERAI TEMPEL'. A unique alphanumeric code 'AFANX367640189' is visible at the bottom of the stamp.

Komang R. Vidya Laxemi

NPM 2214161052

RIWAYAT HIDUP



Komang R. Vidya Laxemi lahir di Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung, pada tanggal 05 Juni 2004. Peneliti merupakan anak ketiga dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak I Nyoman Suharja dengan Ibu Ni Ketut Catri Asih. Pada Tahun 2011, Penulis memulai Pendidikan formalnya pada TK Dharma Wanita Persatuan, kemudian melanjutkan Pendidikan pada SDN 1 Bangun Rejo. Setelah 6 tahun menempuh pendidikan sekolah dasar, Penulis melanjutkan studi pada SMPN 1 Ketapang pada tahun 2017 dan dilanjutkan pada SMAN 2 Kalianda pada tahun 2019.

Penulis kemudian melanjutkan Pendidikan tinggi pada tahun 2022 di Universitas Lampung sebagai Mahasiswi Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian melalui proses seleksi SBMPTN. Selama Perkuliahan, Penulis mengikuti kegiatan kemahasiswaan seperti Himpunan Mahasiswa Jurusan Agronomi dan Hortikultura (HIMAGRHO) sebagai anggota dan mentor Bidang Media Komunikasi dan Informasi. Selain itu, Penulis menjadi bagian dari UKM Hindu Universitas Lampung sebagai anggota Penelitian dan Pengembangan. Tidak hanya aktif di organisasi intra kampus, Penulis juga menjadi Wakil Sekretaris Daerah Provinsi Lampung di Kesatuan Mahasiswa Hindu Dharma Indonesia dan anggota bidang internal di IKADUBAS Provinsi Lampung.

Penulis melaksanakan Praktik Pengenalan Pertanian (P3) di Desa Sinarrejo, Kabupaten Tanggamus pada tahun 2023 dan melaksanakan Praktik Umum di Rara Farm Hidroponik Bandar Lampung pada tahun 2025. Kemudian, Penulis menjadi narasumber pada pelaksanaan pengabdian di PKK Gunung Terang Bandar Lampung, Latihan Kepemimpinan di PC KMHDI Metro dan Lampung Selatan.

MOTTO

“Aku adalah penakluk, aku adalah pemenang di bumi ini.
Aku telah menaklukkan segala rintangan dan aku berjaya disetiap penjuru”
(Reg Veda X.116.1)

“*Asato ma sadgamaya Tamaso ma jyotirgamaya Mrtyor ma amrtam gamaya* :
Tuntunlah aku dari ketidaktahuan menuju kebenaran. Tuntunlah aku dari
kegelapan (kebodohan) menuju cahaya (ilmu pengetahuan).
Tuntunlah aku dari kematian (kefanaan) menuju keabadian”
(Brihadaranyaka Upanishad 1.3.28)

“Tidak ada yang tau kapan kau mencapai tuju,
dan percayalah bukan urusanmu untuk menjawab itu”
(Hindia)

“*Survive, Improve, dan Bahagia*”
(Komang R. Vidya Laxemi)

“Buatlah Semesta Menerima dirimu apa adanya *and life with freedom*”
(Komang R. Vidya Laxemi)

“*To be the best, do your best, and let the best endure forever*”
(Prof. Dr. Ir. Soesiladi Esti Widodo, M.Sc.)

PERSEMBAHAN

Om Swastyastu

Om Awignamastu Namu Sidham

Atas Asungkerta Wara Nugraha Ida Sang Hyang Widhi Wasa dan dengan kerendahan hati, saya persembahkan sebuah karya ini kepada :

Kedua orang tua tercinta:

Bapak I Nyoman Suharja dan Ibu Ni Ketut Catri Asih

yang selalu memberikan dukungan, cinta, do'a, motivasi dan nasihat baik demi kelancaran studiku dan tercapainya cita-citaku.

Kedua kakak tercinta:

Putu Mayor Wiratama dan I Gede Wira Purna Gupta

yang selalu memberikan dukungan, motivasi, do'a, serta nasihat baik kepadaku.

Almamater tercinta Universitas Lampung

SANWACANA

Om Swastyastu

Atas Asungkerta Wara Nugraha Ida Sang Hyang Widhi Wasa / Tuhan Yang Maha Esa dan disertai keinginan yang kuat, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi yang berjudul “Perubahan Kualitas Fisik Dan Kimia Buah Stroberi Dalam Wadah *Active packaging* Berbahan Aktif *Ethylene, Humidity, Dan Oxygen Scavengers* Dalam Suhu Ruang” sebagai syarat meraih gelar sarjana di Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini juga tidak terlepas dari bimbingan serta bantuan berbagai belah pihak. Pada kesempatan ini, Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Ibu Prof. Ir. Maria Viva Rini, M.Agr.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura;
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Soesiladi Esti Widodo, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, motivasi, semangat, saran, ilmu, waktu serta nasehat yang telah diberikan selama penelitian hingga penyusunan skripsi selesai;
4. Bapak Dr. David Chandra, S.P., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan waktu, bimbingan, nasehat, saran yang telah diberikan kepada Penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini;
5. Ibu Dr. R. A. Diana Widyastuti, S.P., M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran, kritik, bantuan, motivasi dan perbaikan agar skripsi ini menjadi lebih baik;

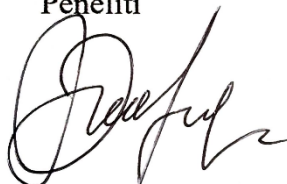
6. Ibu Ir. Rugayah, M.P. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran, arahan dan nasihat selama masa studi perkuliahan;
7. Seluruh dosen Jurusan Agronomi dan Hortikultura atas ilmu yang telah diberikan selama masa studi di Universitas Lampung;
8. Keluarga besar bapak I Nyoman Suharja dan ibu Ni Ketut Catri Asih atas segala doa, kasih sayang, pengorbanan, serta dukungan yang tidak pernah berhenti mengalir. Terima kasih telah menjadi kekuatan terbesar Penulis untuk menyelesaikan studi ini;
9. Tim yang membantu penelitian stroberi (Pernanda Purba, Cut Nurul Hasanah, Nurhasinah Cyntya, dan Nyoman Putri Anjali), terima kasih telah membantu Penulis dalam melakukan penelitian dari awal – akhir;
10. Kesatuan Mahasiswa Hindu Dharma Indonesia yang menempa karakter Penulis dan memberikan moril serta material hingga Penulisan skripsi ini selesai;
11. Rekan-rekan mahasiswa seperjuangan S1 Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Universitas Lampung Angkatan 2022;
12. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam kelancaran penyusunan skripsi ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa melindungi dan membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Peneliti menyadari bahwa dalam skripsi ini mungkin masih terdapat kekurangan, oleh sebab itu peneliti berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Om Santih, Santih, Santih Om

Bandar Lampung, 22 Januari 2026

Peneliti



Komang R. Vidya Laxemi

NPM 2214161052

DAFTAR ISI

	Halaman
PERSEMBAHAN	i
SANWACANA	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Landasan Teori.....	4
1.5 Kerangka Pemikiran.....	6
1.6 Hipotesis.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Kualitas Fisik dan Kimia Buah Stroberi	9
2.2 Kandungan Nutrisi Stroberi	10
2.3 Teknologi <i>Active packaging</i>	10
2.4 Bahan Aktif	11
III. METODE PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat	13
3.2 Alat dan Bahan.....	13
3.3 Metode Penelitian.....	14
3.4 Pelaksanaan Penelitian	14
3.5 Variabel Pengamatan	17
3.5.1 Penurunan bobot buah	17
3.5.2 Kandungan asam bebas	18
3.5.3 Total padatan terlarut.....	18
3.5.4 Kandungan vitamin C.....	18
3.5.5 Gula total	19
3.5.6 Tingkat kemanisan.....	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Kualitas Fisik Buah Stroberi	20
4.2 Kualitas Kimia Buah Stroberi Terhadap Perlakuan Tunggal.....	21

4.3 Kualitas Kimia Buah Stroberi Terhadap Perlakuan Kombinasi.....	24
V. KESIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Kesimpulan	28
5.2 Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA.....	28
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Konsentrasi KMnO_4 , <i>silica gel</i> dan L-askorbat (vitamin C) pada wadah <i>active packaging</i>	14
2. Susut bobot, total padatan terlarut ($^{\circ}\text{Brix}$), gula total, kandungan asam, tingkat kemanisan, dan vitamin C stroberi berdasarkan perlakuan tunggal <i>sachet</i> yang mengandung bahan aktif	22
3. Susut bobot, total padatan terlarut ($^{\circ}\text{Brix}$), gula total, kandungan asam, tingkat kemanisan, dan vitamin C stroberi pada perlakuan kombinasi <i>sachet</i>	25
4. Bobot awal stroberi (g).....	35
5. Bobot akhir stroberi (g)	35
6. Data susut bobot stroberi (g)	36
7. Data $^{\circ}\text{Brix}$ awal stroberi (%).....	36
8. Data $^{\circ}\text{Brix}$ akhir stroberi (%)	37
9. Data gula total awal (g/100g)	37
10. Data gula total akhir (g/100g)	38
11. Data awal asam bebas (%).....	38
12. Data akhir asam bebas (%).....	39
13. Data awal kemanisan (%).....	39
14. Data akhir kemanisan (%)	40
15. Data awal asam askorbat (g/100ml).....	40
16. Data akhir asam askorbat (g/100ml)	41
17. <i>Anova</i> susut bobot	42
18. <i>Anova</i> $^{\circ}\text{Brix}$	42
19. <i>Anova</i> gula total.....	42
20. <i>Anova</i> asam bebas	43
21. <i>Anova</i> kemanisan.....	43
22. <i>Anova</i> asam askorbat.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran	7
2. Wadah <i>active packaging</i> dan stroberi segar	13
3. Denah tata letak percobaan.....	17
4. Keluarnya air berwarna merah keruh pada hari ke-4	21
5. Jamur yang menyerang buah stroberi.....	21
6. %brix yang terkandung pada perlakuan AIBOC0.....	49
7. Kondisi stroberi yang berjamur hingga membusuk	49
8. Kondisi penyimpanan stroberi pada hari ke-3.....	49
9. Bobot stroberi pada perlakuan AIBOCI.....	50
10. Kondisi penyimpanan stroberi pada hari ke-6 pada perlakuan A0BOC2 mengeluarkan cairan merah keruh	50
11. Penjerapan KMnO_4 , Asam Askorbat pada	50
12. Jeruk yang digunakan untuk mengaktifkan reaksi	51
13. Proses sortasi yang dilakukan pada stroberi.....	51
14. Pemotongan oase untuk penjerap	51
15. Penimbangan bobot KMnO_4 , dan Asam Askorbat.....	52
16. Aquades yang digunakan untuk riset.....	52
17. KMnO_4 dan Asam Askorbat yang digunakan untuk riset	52
18. <i>Silica gel</i> yang digunakan untuk riset.....	53
19. Gelas ukur yang digunakan untuk riset	53
20. CH_3COOH yang digunakan untuk membuat disinfektan	53
21. Penimbangan bobot stroberi sebanyak 250 gr.....	54
22. Proses perendaman disinfektan pada stroberi selama 2 menit	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Awal dan Akhir Penyimpanan Stroberi pada Suhu Ruang.....	35
2. <i>Anova</i> pada Parameter Pengamatan	42
3. Logbook Harian Penelitian.....	44
4. Dokumentasi.....	49

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Stroberi (*Fragaria ananassa*) dikenal memiliki rasa manis asam dan kaya nutrisi, menjadikannya salah satu buah favorit konsumen. Stroberi adalah salah satu komoditas buah dengan produktivitas yang signifikan naik pada tiap tahunnya. Badan Pusat Statistik mencatat bahwa volume produksi stroberi meningkat pesat dari 9.860 ton pada tahun 2021 menjadi 28.895 ton pada tahun 2022. Peningkatan produksi ini sebanding dengan permintaan pasar yang terus meningkat. Akan tetapi, stroberi mudah sekali rusak sebab tidak memiliki lapisan kulit pelindung. Kondisi ini menyebabkan stroberi menjadi rentan terhadap penurunan kualitas fisik dan mikrobiologis selama penyimpanan dan distribusi (Putri *et al.*, 2024).

Gas etilen yang mempercepat proses pematangan (*ripening*), serta keberadaan oksigen dan kelembapan yang memicu pertumbuhan mikroorganisme, sering kali menjadi penyebab utama kerusakan pada stroberi. Kandungan air yang tinggi pada buah stroberi juga berkontribusi pada proses pembusukan yang mengakibatkan umur simpan dan kualitas menurun. Penanganan pascapanen yang benar merupakan faktor kunci untuk mempertahankan kualitas dan memperpanjang masa simpan buah stroberi (Wulandari, 2021)

Faktor lingkungan seperti oksigen, etilen, dan kelembapan berlebih pada buah stroberi memberikan penurunan kualitas yang ditandai dengan tekstur yang melunak, perubahan warna, dan hilangnya aroma, sehingga senyawa-senyawa yang mudah direspirasikan tersebut hilang dan berakhir dengan pembusukan. Petani menggunakan berbagai metode pengawetan alami untuk

mencegah pembusukan, di antaranya pendinginan, pengemasan menggunakan polietilen, pengeringan, penggaraman, dan penggulaan untuk memperpanjang masa simpan buah (Maula *et al.*, 2020). Gas etilen yang dihasilkan selama penyimpanan yang tak dikendalikan akan mempercepat pemasakan (*ripening*) dan pelunakan buah yang pada akhirnya memendekkan masa simpan stroberi (Gupta, 2024).

Berbagai metode telah dikembangkan untuk mengurangi produksi etilen atau menghambat aksinya guna menjaga kualitas dan umur simpan produk. Salah satu metode untuk mengatasi permasalahan kerusakan buah pascapanen adalah dengan menerapkan kemasan aktif (*active packaging*) yang mampu memperpanjang masa simpan serta mempertahankan kualitas buah (Ihsan dan Derosya, 2024). *Active packaging* berfungsi mengendalikan kondisi di dalam kemasan melalui penambahan bahan aktif tertentu seperti penjerap etilen atau penjerap oksigen (Dutta *et al.*, 2023).

Penambahan penjerap oksigen dalam kemasan aktif mampu mencegah oksidasi dan pertumbuhan mikroorganisme aerob yang merupakan faktor utama penurunan kualitas buah. Sementara itu pengendalian kelembapan juga berperan penting untuk mencegah pertumbuhan jamur dan bakteri yang merusak stroberi (Trinetta *et al.*, 2020). Menurut Shahida and Swarup (2024) kemasan aktif yang dilengkapi penjerap etilen, penjerap oksigen, dan pengendali kelembapan mampu memperpanjang umur simpan stroberi hingga 7 hari, dibandingkan dengan buah tanpa perlakuan yang hanya bertahan 3 hari, sehingga penelitian ini menggunakan bahan aktif yang direkomendasikan tersebut.

Penelitian ini akan menghasilkan kebaruan dengan mengombinasikan ketiga bahan aktif KMnO_4 , Vitamin C, dan *Silica gel* dalam kemasan aktif, lalu mengevaluasi secara sistematis pengaruhnya terhadap berbagai parameter fisik dan kimia stroberi. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang hanya menyoroti 1 bahan aktif, sehingga studi tersebut tidak cukup mampu untuk mengetahui kualitas fisik dan kimia buah. Penelitian ini akan menganalisis perubahan kualitas internal dan eksternal buah secara lebih terukur, termasuk warna, kekerasan, susut

berat, vitamin C, kandungan asam bebas, dan total padatan terlarut (TPT) dalam penggunaan 3 kombinasi bahan aktif. Selain itu, pengamatan yang dilakukan secara bertahap selama periode tertentu akan memberikan gambaran yang lebih dinamis tentang perubahan kualitas buah selama penyimpanan.

Penggunaan kemasan aktif juga mengurangi kehilangan bobot fisiologis buah menjadi 4,4% dan menurunkan tingkat pembusukan hingga 36% (Devi dan Handarini, 2025). Angka tersebut jauh lebih baik dibandingkan dengan kelompok kontrol yang menunjukkan kehilangan bobot 9% dan tingkat pembusukan 65%. Oleh karena itu, penerapan kemasan aktif yang menggabungkan penyerap etilen, penyerap oksigen, dan pengendali kelembapan diharapkan mampu memperpanjang umur simpan serta menjaga kualitas fisik dan kimia buah stroberi.

Menurut Utami *et al.* (2021) berbagai studi telah menunjukkan keberhasilan teknologi *active packaging* dalam memperpanjang masa simpan buah. Sebagai contoh Utami *et al.* (2021) membuktikan bahwa kemasan kertas aktif yang mengandung oleoresin limbah temulawak mampu menjaga kualitas stroberi hingga 12 hari penyimpanan. Penelitian yang spesifik menggunakan gabungan fungsi penyerapan etilen, penyerapan oksigen, dan pengendalian kelembapan dalam satu kemasan masih sangat sedikit. Oleh karena itu penelitian ini berfokus untuk mengevaluasi efektivitas kombinasi antara KMnO_4 (sebagai penyerap etilen), *silica gel* (sebagai penyerap kelembapan), dan vitamin C (sebagai penyerap oksigen) dalam menjaga kualitas fisik dan kimia buah stroberi selama masa penyimpanan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini dilakukan untuk menjawab pertanyaan berikut.

1. Apakah pengaruh penggunaan wadah *active packaging* berbahan aktif KMnO_4 sebagai *ethylene scavenger* terhadap perubahan kualitas fisik dan kimia buah stroberi selama penyimpanan?

2. Apakah pengaruh penggunaan wadah *active packaging* berbahan aktif *silica gel* sebagai *humidity scavenger* terhadap perubahan kualitas fisik dan kimia buah stroberi selama penyimpanan?
3. Apakah pengaruh penggunaan wadah *active packaging* berbahan aktif vitamin C (*L-ascobic acid*) sebagai *oxygen scavenger* terhadap perubahan kualitas fisik dan kimia buah stroberi selama penyimpanan?
4. Apakah pengaruh penggunaan wadah *active packaging* berbahan aktif kombinasi *ethylene*, *humidity*, dan *oxygen scavenger* terhadap perubahan kualitas fisik dan kimia buah stroberi selama penyimpanan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui efektifitas *active packaging* berbahan aktif KMnO_4 terhadap kualitas fisik dan kimia buah stroberi.
2. Mengetahui efektifitas *active packaging* berbahan aktif *silica gel* terhadap kualitas fisik dan kimia buah stroberi.
3. Mengetahui efektifitas *active packaging* berbahan aktif vitamin C terhadap kualitas fisik dan kimia buah stroberi.
4. Mengetahui efektifitas *active packaging* berbahan aktif kombinasi terhadap kualitas fisik dan kimia buah stroberi.

1.4 Landasan Teori

Stroberi (*Fragaria ananassa*) adalah buah yang kaya nutrisi dan senyawa bioaktif, tetapi masa simpannya singkat karena mudah rusak secara fisik dan terkontaminasi mikroba. Kerusakan tersebut sering disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang mengubah karakteristik sensoris buah, seperti tekstur dan aroma, yang akhirnya mempercepat pembusukan. Tidak hanya itu, aktivitas enzimatis dan oksidatif juga berperan dalam menurunkan kualitas buah selama penyimpanan. Dengan demikian, diperlukan strategi pengemasan yang efektif untuk memperpanjang masa simpan dan menjaga kualitas stroberi setelah panen (Ruskova *et al.*, 2023).

Kemasan aktif telah menjadi solusi inovatif untuk memperpanjang masa simpan produk hortikultura, termasuk stroberi. Teknologi ini melibatkan penggunaan bahan kemasan yang tidak hanya melindungi secara fisik, tetapi juga berinteraksi dengan lingkungan di dalam kemasan untuk mengendalikan faktor-faktor yang memengaruhi kualitas produk (Mulla *et al.*, 2025).

Penjerap oksigen (*oxygen scavenger*) merupakan salah satu komponen kunci dalam teknologi kemasan aktif yang berperan mengurangi kadar oksigen di dalam kemasan. Keberadaan oksigen bisa memicu oksidasi lemak dan pigmen, serta mendukung pertumbuhan mikroorganisme aerob, yang semuanya berdampak buruk pada kualitas stroberi (Catherine, 2023). Dengan menekan kadar oksigen, penjerap oksigen dapat mencegah kerusakan oksidatif dan menghambat pertumbuhan mikroba, sehingga masa simpan produk menjadi lebih panjang. Beberapa bahan yang jarang dipakai sebagai penjerap oksigen adalah asam askorbat, besi, dan enzim, seperti glukosa oksidase (Gupta, 2024).

Pengaturan kelembapan di dalam kemasan sama pentingnya dengan pengendalian oksigen untuk menjaga kualitas stroberi. Kelembapan yang berlebihan bisa menyebabkan kondensasi, yang memicu pertumbuhan jamur dan bakteri. Sebaliknya, kadar kelembapan yang terlalu rendah dapat mengakibatkan dehidrasi dan pengerutan pada buah. Untuk mengatasi hal tersebut diatas penjerap kelembapan (*moisture absorber*) seperti *silica gel* dapat digunakan dalam kemasan aktif. Fungsinya adalah menjaga kelembapan pada tingkat optimal, sehingga mencegah kerusakan dan mempertahankan tekstur serta penampilan stroberi (Ihsan dan Derosya, 2024).

Etilen merupakan hormon tumbuhan yang berperan dalam proses pemasakan (*ripening*) buah. Penumpukan etilen pada stroberi bisa mempercepat *ripening* dan pembusukan, oleh karena itu untuk mengendalikan kadar etilen di dalam kemasan menjadi hal yang penting (Suriati, 2022). Penjerap etilen (*ethylene scavenger*) yang digunakan dalam kemasan aktif dapat menyerap atau menetralkan gas etilen, sehingga memperlambat *ripening* dan memperpanjang masa simpan stroberi.

Bahan seperti kalium permanganat sering kali digunakan sebagai penjerap etilen dalam kemasan buah-buahan (Shahida and Swarup, 2024).

Penerapan kemasan aktif dengan kombinasi penjerap oksigen, penjerap kelembapan, dan penjerap etilen telah terbukti berhasil mempertahankan kualitas fisik dan kimia stroberi selama penyimpanan. Metode ini tidak hanya memperpanjang masa simpan, tetapi juga mampu menjaga nutrisi dan sifat sensoris buah, seperti rasa, aroma, dan tekstur. Dengan demikian, penggunaan kemasan aktif berbahan aktif ini menjadi strategi yang sangat menjanjikan dalam penanganan pascapanen stroberi, guna memenuhi kebutuhan konsumen akan produk yang lebih segar dan berkualitas (Ruskova *et al.*, 2023).

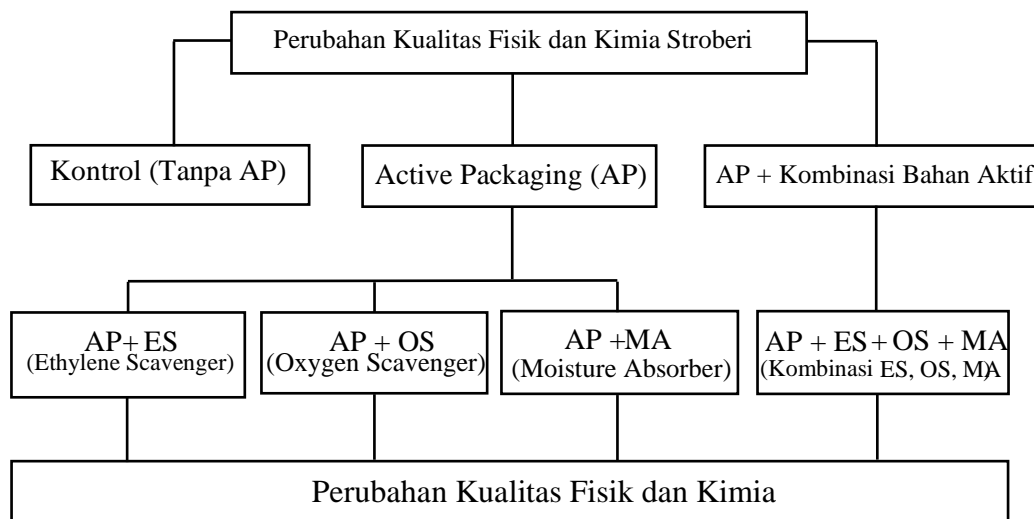
1.5 Kerangka Pemikiran

Stroberi merupakan buah non-klimakterik yang menghasilkan etilen, hormon yang berperan dalam proses pemasakan (*ripening*) dan pelunakan buah.

Penggunaan *ethylene scavenger* seperti KMnO_4 yang diimobilisasi pada *silica gel* dapat menyerap etilen yang dilepaskan selama penyimpanan, sehingga memperlambat proses pemasakan (*ripening*) dan mempertahankan tekstur buah (Khairunnisa, 2021). Kadar kelembapan yang tinggi dalam kemasan dapat menyebabkan kondensasi, mendorong pertumbuhan mikroorganisme, dan mempercepat pembusukan buah. *Silica gel* sebagai *humidity scavenger* efektif menyerap kelembapan berlebih, menjaga kondisi kering dalam kemasan, dan mengurangi risiko kerusakan akibat kelembapan (Catherine, 2023).

Keberadaan oksigen di dalam kemasan dapat memicu oksidasi vitamin, lemak, dan pigmen. Proses ini mengakibatkan perubahan warna, rasa, dan nilai gizi buah. Vitamin C (asam L-askorbat) dapat berfungsi sebagai penjerap oksigen (*oxygen scavenger*) alami yang mengurangi kadar oksigen dalam kemasan sehingga memperlambat reaksi oksidatif dan mempertahankan kualitas buah (Emai dan Jati, 2024). Penerapan kemasan aktif yang menggabungkan berbagai penjerap (KMnO_4 , *silica gel*, dan vitamin C) bertujuan memberikan perlindungan terhadap faktor-faktor pemicu kerusakan buah. Kombinasi ini akan lebih efektif dalam

menjaga kualitas fisik (seperti tekstur dan warna) dan kimia (seperti kandungan vitamin dan pH) stroberi selama penyimpanan, dibandingkan jika menggunakan penjerap tunggal. Kerangka pemikiran ini berlandaskan teori yang berhubungan antara bahan aktif yang digunakan dan perbaikan kualitas buah. Oleh karena itu, penelitian ini akan menguji penyimpanan yang dilakukan oleh kemasan aktif memiliki hubungan positif dengan penurunan laju degradasi kualitas stroberi (Lestari *et al.*, 2024).



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran.

1.6 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, maka dapat disusun hipotesis sebagai berikut.

1. Penggunaan *active packaging* dengan KMnO_4 sebagai *ethylene scavenger* akan mempertahankan kualitas fisik dan kimia buah stroberi dengan masa simpan yang panjang;
2. Penggunaan *active packaging* dengan *silica gel* sebagai *humidity scavenger* akan mempertahankan kualitas fisik dan kimia buah stroberi dengan masa simpan yang panjang;
3. Penggunaan *active packaging* dengan vitamin C sebagai *oxygen scavenger* akan mempertahankan kualitas fisik dan kimia buah stroberi dengan masa simpan yang panjang;

4. Penggunaan kombinasi antara KMnO_4 , *silica gel*, dan vitamin C dalam wadah *active packaging* lebih efektif dalam mempertahankan kualitas fisik dan kimia stroberi dengan masa simpan yang panjang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Fisik dan Kimia Buah Stroberi

Buah stroberi (*Fragaria ananassa*) memiliki karakteristik fisik yang mudah rusak, ditandai dengan perubahan tekstur, susut bobot, dan perubahan warna selama penyimpanan. Perubahan-perubahan ini dipicu oleh proses respirasi dan transpirasi. Selain itu, pelunakan dan perubahan warna menjadi indikator utama penurunan kualitas dan umur simpan buah. Menurut Ladika *et al.* (2024), perubahan warna terjadi akibat degradasi pigmen antosianin, sementara penurunan tekstur dan kekerasan disebabkan oleh degradasi pektin dan hemiselulosa. Kualitas fisik buah stroberi dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti warna, tekstur, dan ukuran yang menjadi indikator kesegaran dan daya tarik konsumen (Nugroho *et al.*, 2021).

Kualitas kimia stroberi meliputi kandungan vitamin C, asam organik, senyawa fenolik, dan aktivitas antioksidan yang tinggi (Olennikov *et al.*, 2022). Kandungan vitamin C dapat menurun selama penyimpanan akibat proses oksidasi, sementara total padatan terlarut yang berkontribusi pada rasa manis dapat meningkat seiring pemasakan. Antosianin menjadi pigmen yang memberikan warna merah pada stroberi juga rentan terhadap degradasi, terutama jika terpapar cahaya dan suhu yang tinggi. Penggunaan kemasan aktif (*active packaging*) dengan bahan-bahan aktif seperti penjerap etilen, penjerap oksigen, dan *silica gel* dapat memperlambat laju kerusakan ini. Menurut Utami *et al.* (2021), kemasan aktif mampu menjaga kualitas fisik dan kimia stroberi lebih baik daripada kemasan konvensional.

2.2 Kandungan Nutrisi Stroberi

Stroberi (*Fragaria ananassa*) dikenal sebagai buah yang kaya nutrisi dan rendah kalori, menjadikannya baik untuk kesehatan. Dalam setiap 100 gram stroberi segar, terkandung sekitar 37 kalori, 0,8 gram protein, 0,5 gram lemak, dan 8 gram karbohidrat sehingga buah stroberi cocok untuk program diet. Stroberi juga mengandung serat pangan yang bermanfaat bagi pencernaan. Selain itu, stroberi kaya akan vitamin C, dengan kandungan mencapai 60 mg per 100 gram, yang berperan sebagai antioksidan dan membantu meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Harsanti, 2022). Berbagai mineral penting seperti kalsium (28 mg), fosfor (27 mg), dan zat besi (0,8 mg) juga ditemukan dalam stroberi untuk mendukung fungsi tubuh secara optimal. Buah ini pun mengandung asam ellagic dan asam malat yang bersifat antioksidan dan bermanfaat bagi kesehatan gigi. Dengan demikian, banyaknya nutrisi yang terkandung menjadikan stroberi tidak hanya nikmat dikonsumsi, tetapi juga memberikan banyak manfaat kesehatan (Hamrun dan Darlan, 2023).

2.3 Teknologi *Active packaging*

Kemasan aktif (*active packaging*) merupakan sebuah teknologi inovatif dalam penyimpanan stroberi. Teknologi ini memperpanjang umur simpan buah dengan cara berinteraksi secara aktif dengan produk atau lingkungan di dalamnya (Rodriguez *et al.*, 2024). Menurut Achmadi (2023) *active packaging* adalah bahan yang dirancang untuk melepas komponen aktif ke dalam makanan seperti antioksidan, aroma, warna, atau bahan yang disebut *scavenging system*. Cara kerjanya adalah dengan menambahkan komponen aktif ke dalam bahan kemasan yang berfungsi menyerap atau melepaskan oksigen, etilen, atau kelembapan, sesuai kebutuhan buah stroberi. Kemasan aktif memiliki keunggulan dibandingkan dengan kemasan konvensional karena mampu secara proaktif mengendalikan kondisi internal kemasan hingga menjadikannya lebih efektif dalam mencegah kerusakan dan menjaga kesegaran buah (Banua dan Jati, 2024).

Kemasan aktif dimungkinkan dapat menyebabkan perubahan komposisi dan karakteristik organoleptik buah. Bahan aktif (*active agent*) dapat ditambahkan ke

dalam bahan kemasan atau ke dalam permukaan kemasan, dalam struktur multilayer atau dalam elemen khusus yang dimasukkan ke dalam kemasan seperti *sachet*, label atau tutup botol (Rahayu *et.al.*, 2025). Teknologi ini menjadi pilihan yang lebih aman dan alami bagi konsumen karena tidak memerlukan bahan pengawet kimia. Menurut Rahayu *et.al.* (2025) secara umum kemasan aktif dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu:

- a. Sistem Penjerap (*scavenging/absorbing systems*) Sistem kemasan yang mampu menghilangkan senyawa-senyawa yang tidak diinginkan seperti oksigen (O₂), air yg berlebih, etilen, karbondioksida (CO₂), bau, dan senyawa pangan tertentu lainnya.
- b. Sistem pelepas (*releasing systems*) Secara aktif menambahkan senyawa senyawa seperti karbondioksida (CO₂), antioksidan atau pengawet.

2.4 Bahan Aktif

Jenis bahan aktif yang umum digunakan dalam kemasan pangan meliputi penjerap oksigen (*oxygen scavenger*), penjerap etilen, dan *silica gel* (Banua dan Jati, 2024). Penggunaan *oxygen scavenger* mampu menekan kehilangan dan memperlambat deteriorasi pada buah stroberi yang memiliki sifat mudah berespirasi menurun, sehingga kenampakan buah yang diharapkan dapat pula dipertahankan. *Silica gel* berperan menjaga keseimbangan kadar air dalam kemasan, sehingga dapat mencegah kondensasi yang memicu pertumbuhan jamur dan bakteri (Achmadi, 2023).

Oxygen scavenger merupakan salah satu inovasi dalam bidang pengemasan yang tergolong sebagai *active packaging*. *Oxygen scavenger* dapat dibuat menggunakan bahan reduktor seperti campuran bubuk berbasis besi, asam askorbat, garam askorbat, katekol atau menggunakan enzim seperti glukosa oksidase dan etanol oksidase. Vitamin C (asam L-askorbat) akan bereaksi dengan O₂ berdasarkan reaksi Asam L-Askorbat + O₂ ↔ Asam dehidro Askorbat + H₂O. Penggunaan *oxygen scavenger* menjadikan jumlah oksigen dalam kemasan dapat berkurang, sehingga dapat menjaga produk pangan dari respirasi. Salah satu *oxygen scavenger* yang banyak digunakan adalah bubuk besi yang dikemas dalam bentuk

saset. Penggunaan bubuk besi sebagai *oxygen scavenger* dapat menurunkan konsentrasi oksigen dalam kemasan hingga kurang dari 0,01% dalam waktu yang singkat (Catherine, 2023).

KMnO₄ merupakan salah satu senyawa oksidator kuat yang efektif menyerap etilen dengan cara mengoksidasi etilen menjadi senyawa tidak aktif seperti etilen glikol atau asam asetat, karbon dioksida, dan air. KMnO₄ akan bereaksi mengikat etilen berdasarkan reaksi $2 \text{KMnO}_4 + 3 \text{C}_2\text{H}_4 + 4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{MnO}_2 + 3 \text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH} + 2 \text{KOH}$, karena KMnO₄ bersifat toksik dan tidak boleh kontak langsung dengan buah, maka diperlukan media pembawa yang dapat menahan dan menstabilkan senyawa ini selama penyimpanan.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hortikultura dan Pascapanen, Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penelitian ini berlangsung pada bulan Agustus-September 2025.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *hand-refractometer*, timbangan digital, gelas ukur, botol timbang, jangka sorong, *glasswares*, gunting, kamera, *spektrofotometer UV-Vis*, alat tulis, spatula, saringan, corong, blender, kulkas, pisau, labu ukur 1000 ml, stopwatch dan pipet tetes. Bahan yang digunakan adalah wadah *active packaging* (Gambar 2), stroberi segar diperoleh dari petani di Ciwidey, Jawa Barat, KMnO_4 , *silica gel*, asam askorbat (vitamin C), CH_3COOH , aquades, *Citrus sinensis*, kasa steril, botol, oase, kantung teh, selotip dan label.



Gambar 2. Wadah *active packaging* dan stroberi segar.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial ($2 \times 2 \times 3$), dengan faktor I KMnO_4 (0 dan 60 mg/ml), faktor II vitamin C (0 dan 0,4 mg/ml), faktor III *silica gel* (0, 5,10 g/sachet), dengan 5 kali ulangan dan setiap unit percobaan menggunakan 250 g buah stroberi. Larutan KMnO_4 dan vitamin C (asam L-askorbat) sebanyak 10 ml dijerapkan pada spons (oase kering) sebelum dimasukkan ke dalam masing-masing saset.

Sampel buah yang berada di dalam kemasan aktif disimpan pada suhu kamar ($25 \pm 5^\circ\text{C}$). Pengamatan dilakukan tiap pukul 17.00 WIB hingga buah menunjukkan tanda-tanda penurunan kualitas, seperti mulai adanya tanda jamur dan kondensasi. Variabel yang diukur meliputi susut bobot, °Brix, kandungan asam bebas, dan vitamin C, gula total, dan kemanisan. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada tingkat signifikansi 5% menggunakan SPSS (*Statistical Package for The Social Sciences*).

Tabel 1. Konsentrasi KMnO_4 , *silica gel* dan L-askorbat (vitamin C) pada wadah *active packaging*

No.	Perlakuan	Konsentrasi
1.	KMnO_4	60 mg/ml
2.	<i>Silica gel</i>	5-10 g/sachet
3.	L-askorbat (vitamin C)	0,4 mg/ml

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dimulai dengan mempersiapkan stroberi segar yang baru dipetik di Ciwidey, Jawa Barat. Stroberi yang telah dipetik diberi perlakuan sortasi dengan menyeleksi buah stroberi yang sesuai. Buah stroberi yang digunakan sebanyak 250 g yang ditimbang tiap perlakuan dengan tampak visual besar, merah, oval dan permukaan halus. Buah yang telah disortasi kemudian direndam selama 2 menit pada larutan desinfektan yang menggunakan CH_3COOH sebanyak 250 ml yang selanjutnya ditera menjadi 1000 ml menggunakan aquades.

Larutan desinfektan tersebut diganti setiap 3 kali perendaman agar buah tidak terkontaminasi spora jamur atau bakteri. Tujuan perendaman dengan CH_3COOH ini ialah untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme dan membersihkan permukaan buah dari spora jamur agar buah stroberi tahan lama saat disimpan. Buah yang telah direndam dengan desinfektan kemudian dibilas dengan air mengalir, selanjutnya dikeringkan hingga tidak adanya sisa CH_3COOH atau air dipermukaan buah stroberi.

Pengukuran °Brix awal dilakukan sebelum penyimpanan dimulai menggunakan refraktometer digital yang bertujuan untuk analisis pembandingan data awal sebelum penyimpanan. Untuk data awal pada variabel gula total, asam bebas, dan vitamin C digunakan jus stroberi segar tanpa perlakuan dan penyimpanan. 250 g stroberi segar sebanyak 12 sampel dihaluskan menggunakan blender lalu jus disaring untuk diambil ekstraknya dan disimpan di botol steril. Selanjutnya jus tersebut diberi label SA1, SA2, SA3, SA4, SA5, SA6, SA7, SA8, SA9, SA10, SA11, dan SA12.

Bahan aktif KMnO_4 ditimbang sebanyak 60 mg/ml persatu *sachet* perlakuan, dengan adanya 30 perlakuan KMnO_4 (60 mg/ml) sehingga KMnO_4 ditimbang sebanyak 1800 mg dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 300 ml. KMnO_4 yang telah dilarutkan selanjutnya larutan tersebut dijerap dengan oase kering sebanyak 10 ml menggunakan cawan petri. Oase yang berisikan larutan KMnO_4 , selanjutnya dimasukkan kedalam kantung teh lalu diikat. Kemudian isi bahan aktif KMnO_4 tersebut pada sekat tiap *active packaging* yang menggunakan perlakuan bahan aktif tersebut.

Bahan aktif vitamin C ditimbang sebanyak 0,4 mg/ml persatu *sachet* perlakuan, dengan adanya 30 perlakuan vitamin C (0,4 mg/ml) sehingga vitamin C ditimbang sebanyak 12 mg dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 300 ml. Vitamin C yang telah dilarutkan selanjutnya larutan tersebut dijerap dengan oase kering sebanyak 10 ml menggunakan cawan petri. Oase yang berisikan larutan vitamin C, selanjutnya dimasukkan kedalam kantung teh lalu diikat. Kemudian isi bahan

aktif vitamin C tersebut pada sekat tiap *active packaging* yang menggunakan perlakuan bahan aktif tersebut.

Siapkan *silica gel* 5 gram sebanyak 20 dan 10 gram sebanyak 20 sesuai dengan dosis dan jumlah perlakuan yang digunakan. *Silica gel* tersebut dimasukkan kedalam *active packaging* sesuai dengan perlakuan dan letakkan *silica gel* agar tidak kontak langsung dengan KMnO_4 dan Vitamin C yang bersifat toksik. Stroberi yang telah dikeringkan kemudian dimasukkan per 250 g kedalam *active packaging* yang telah berisikan bahan aktif sesuai dengan perlakuan. Setelah itu tutup *active packaging* dengan rapat dan berikan nama setiap perlakuan lalu selotip agar O_2 tidak masuk ke dalam *active packaging*.

Active packaging yang telah berisikan stroberi dan bahan aktif disusun sesuai denah tata letak percobaan dan diletakkan pada ruangan bersuhu ($25 \pm 5^\circ\text{C}$). Pengamatan dilakukan setiap hari pada pukul 17.00 WIB dengan menimbang bobot buah, menghitung jumlah stroberi yang terkontaminasi jamur, dan melihat tekstur stroberi hingga terlihat penurunan kualitas fisik dan kimia buah stroberi. Pada hari ke 7 penyimpanan dihentikan karena terlihat penurunan kualitas fisik dan kimia buah stroberi.

Timbang bobot akhir stroberi lalu buka *active packaging*, selanjutnya amati kualitas fisik stroberi yang meliputi tekstur, warna, dan jumlah stroberi yang terkontaminasi jamur. Sortasi buah stroberi yang menunjukkan tidak terjadinya perubahan kualitas fisik sesuai dengan perlakuan yang digunakan, lalu haluskan buah tersebut menggunakan blender untuk diambil jus nya. Jus tersebut diberi label sesuai perlakuan kemudian dianalisis jus tersebut untuk analisis parameter/variabel akhir gula total, asam bebas, dan vitamin C.

Berikut merupakan gambar tata letak percobaan pada Gambar 3.

Baris/Kolom	Baris 1	Baris 2	Baris 3	Baris 4	Baris 5
Kolom 1	A1B1C0	A0B1C0	A1B1C0	A1B1C0	A1B0C2
Kolom 2	A0B0C0	A1B0C0	A1B0C1	A1B0C2	A0B0C0
Kolom 3	A1B1C2	A1B0C1	A0B1C2	A0B1C1	A1B1C0
Kolom 4	A0B0C1	A1B1C1	A1B0C0	A0B0C0	A0B1C2
Kolom 5	A0B1C0	A0B1C1	A1B1C2	A1B1C1	A1B1C2
Kolom 6	A1B0C1	A0B1C0	A1B0C2	A1B0C0	A0B0C1
Kolom 7	A1B0C1	A1B0C2	A0B0C2	A1B1C2	A1B0C2
Kolom 8	A0B1C1	A1B1C0	A0B1C2	A0B1C1	A1B1C1
Kolom 9	A0B1C0	A0B0C1	A1B1C1	A0B0C2	A0B1C2
Kolom 10	A0B0C2	A0B0C0	A0B0C1	A0B0C1	A1B0C1
Kolom 11	A0B0C0	A1B0C0	A0B0C2	A0B1C1	A1B1C1
Kolom 12	A1B0C0	A1B1C2	A0B1C2	A0B1C0	A0B0C2

Gambar 3. Denah tata letak percobaan.

Keterangan:

- Faktor I (A – KMnO₄): 2 taraf → 0 dan 60 mg/ml
- Faktor II (B – Vitamin C): 2 taraf → 0 dan 0,4 mg/ml
- Faktor III (C – *Silica gel*): 3 taraf → 0, 5, dan 10 g/sachet

Penamaan Taraf Percobaan:

- A0 = KMnO₄ → 0 mg/ml
- A1 = KMnO₄ → 60 mg/ml
- B0 = Vitamin C → 0 mg/ml
- B1 = Vitamin C → 0,4 mg/ml
- C0 = *Silica gel* → 0 g
- C1 = *Silica gel* → 5 g
- C2 = *Silica gel* → 10 g

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Penurunan bobot buah

Penurunan bobot stroberi selama penyimpanan disebabkan oleh kehilangan air melalui evaporasi dan respirasi. Menentukan persentase penurunan bobot, sampel buah ditimbang menggunakan timbangan analitik sebelum dan sesudah disimpan. Sampel ditimbang sebelum dimasukkan ke dalam wadah kemasan aktif (*active packaging*) terlihat pada gambar 2, kemudian ditimbang kembali setelah periode penyimpanan berakhir.

3.5.2 Kandungan asam bebas

Pengukuran kandungan asam bebas dilakukan secara titrasi dan dinyatakan dalam satuan % asam sitrat. Penetapan kandungan asam bebas dalam sari buah dilakukan dengan titrasi asam-basa. Prosedur yang dilakukan adalah sampel sari buah yang telah disaring ditakar volumenya, kemudian dititrasi secara perlahan dengan larutan NaOH standar (biasanya 0,1 N) hingga perubahan warna fenolftalein menjadi merah muda yang stabil, menandakan titik ekuivalen volume NaOH yang digunakan dicatat dan selanjutnya dihitung kadar asam bebas sebagai % asam sitrat.

3.5.3 Total padatan terlarut

Pengukuran TPT dilakukan menggunakan refraktometer untuk mendapatkan nilai dalam satuan °Brix. Total padatan terlarut diukur dengan menggunakan alat refraktometer. Prosedur yang dilakukan ialah stroberi terlebih dahulu dihaluskan dengan cara diblender, setelah itu cairan dari sampel yang telah ditumbuk diletakkan di atas obyek gelas yang terdapat pada alat sehingga total padatan terlarut akan terbaca langsung pada *display* dalam satuan % (Rivaldi *et al.*, 2019).

3.5.4 Kandungan vitamin C

Kandungan vitamin C dalam stroberi diukur menggunakan metode titrasi iodometri. Sampel buah yang telah diperoleh jusnya diencerkan dengan akuades hingga mencapai volume yang dibutuhkan untuk analisis. Selanjutnya 10 ml sari buah dipindahkan ke labu Erlenmeyer, ditambahkan beberapa tetes larutan asam sulfat encer untuk menjaga pH asam, dan 1–2 tetes indikator amilum. Larutan ini kemudian dititrasi dengan larutan iodium standar 0,01 N hingga muncul warna biru tua yang stabil. Volume iodium yang digunakan dicatat dan konsentrasi vitamin C (mg/100 g sampel) dihitung menggunakan persamaan (Rahayuningsih *et al.*, 2022).

3.5.5 Gula total

Menghitung kandungan gula total pada buah stroberi diawali dengan proses hidrolisis sampel untuk mengubah karbohidrat menjadi gula pereduksi dengan menggunakan asam (HCl) ke dalam filtrat lalu dipanaskan 5 menit dan netralkan kembali dengan NaOH. Encerkan filtrat hingga 100 ml dalam labu ukur agar konsentrasi gula berada dalam rentang pembacaan alat yang ideal. Selanjutnya larutan standar dan kurva kalibrasi dibuat. Filtrat stroberi diambil beberapa volume lalu ditambahkan reagen warna yang sama seperti pada pembuatan larutan standar. Setelah itu homogenkan dan inkubasi hingga warna terbentuk sempurna.

Spektrofotometer UV-Vis dinyalakan dan atur panjang gelombang dalam rentang 540 nm untuk metode Nelson-Somogyi. Selanjutnya bilas kuvet dengan aquades dan isi kuvet dengan larutan blanko lalu masukkan ke alat dan tekan auto zero. Setelah itu ganti dengan larutan sampel stroberi, lalu baca dan catat nilai absorbansi. Menghitung kadar gula total menggunakan rumus perhitungan pengenceran untuk kembali ke berat awal stroberi.

3.5.6 Tingkat kemanisan

Tingkat kemanisan buah stroberi berbanding lurus dengan kandungan gula total (%) dan berbanding terbalik dengan total asam bebas buah stroberi (%). Kemanisan buah stroberi akan dipengaruhi oleh gula total dan asam bebas jika nilai kandungan dari 2 hal tersebut tidak sinkron.

Tingkat kemanisan (R) dihitung menggunakan formulasi berikut.

$$R = \frac{\text{Kandungan Gula Total (\%)}}{\text{Total Asam Bebas (\%)}}$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini ialah sebagai berikut.

1. *Active packaging* berbahan aktif KMnO_4 tidak mampu mempertahankan kualitas fisik dan kimia buah stroberi pada penyimpanan di suhu ruang.
2. *Active packaging* berbahan aktif *silica gel* dosis 5 g mampu memperpendek penurunan °Brix stroberi saat penyimpanan selama 7 hari di suhu ruang.
3. *Active packaging* berbahan aktif vitamin C tidak mampu mempertahankan kualitas fisik dan kimia buah stroberi pada penyimpanan di suhu ruang.
4. *Active packaging* berbahan aktif kombinasi *sachet* pada perlakuan KMnO_4 60 mg/ml, Vit C 0 mg/ml, dan *Silica gel* 5 g mampu mempertahankan penurunan °Brix stroberi dan perlakuan KMnO_4 0 mg/ml, Vitamin C 0 mg/ml, dan *Silica gel* 5 g mampu mempertahankan penurunan kandungan vitamin C saat penyimpanan selama 7 hari.

5.2 Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai variasi dosis KMnO_4 yang digunakan dalam dosis lebih tinggi untuk melihat ambang batas tertentu yang dapat memengaruhi metabolisme gula pada stroberi.
2. Penggunaan *silica gel* dosis 5 gram perlu diuji pada skala pengemasan yang lebih besar untuk memastikan efektivitas distribusi penjerapan kelembaban.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, E. R., 2023. Strategies managing smart packaging for food application. *Journal fo Food and Agricultural Product*. 3(1): 9-26.
<https://doi.org/10.32585/jfap.v3i1.3593>
- Ansiska, P., Anggraini, S., Sari, I. M., Windari, E. H., dan Oktoyoki, H. 2023. Isolasi dan identifikasi jamur patogen buah stroberi selama penyimpanan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 25 (1): 34-39.
<https://doi.org/10.31186/JIPI.25.1.34-39>
- Ayu, D.C. 2025. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap kadar vitamin C buah stroberi (*Fragaria x Ananassa duch*) asal malino. *Disertasi*. Institut Ilmu Kesehatan Pelamonia. <https://repository.iikpelamonia.id/id/eprint/146>
- Banua, A. C., dan Jati, I. R. A. P. 2024. Penggunaan *active packaging* pada kemasan produk bakery. *Zigma*. 39(2): 132-143.
<https://journal.ukwms.ac.id/index.php/zigma/article/download/7221/5175/21556>
- Catherine. 2023. Inovasi smart packaging untuk menjaga kualitas produk pangan dari kerusakan oksidatif. *Zigma*. 38(2): 19-28.
<https://journal.ukwms.ac.id/index.php/zigma/article/download/5179/3484/15363>
- Chun H. H., Kang J. H., and Song K. B. 2013. Effects of aqueous chlorine dioxidetreatment and cold storage on microbialgrowth and quality of blueberries. *J.Korean Soc. Appl. Biol. Chem*. 56: 309-315.
<https://doi.org/10.1007/s13765-013-3017-9>
- Darmawati, E. 2023. Aplikasi etilen absorber untuk menunda kematangan dan dampaknya terhadap eating quality pisang mas kirana (*Musa* sp.) Aa group. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 11(1): 54-65
<https://doi.org/10.19028/jtep.011.1.54-65>

- Devi dan Handarini, K (2025). Pengaruh perbedaan konsentrasi karagenan sebagai edible coating terhadap sifat fisik, kimia dan mikrobiologi buah stroberi. *Jurnal Agrosains: Karya Kreatif dan Inovatif*. 10(1): 19-33. <https://doi.org/10.31102/agrosains.2025.10.1.19-33>
- Dutta, S. A., Barua, P. C., Sharma, S., dan Kalita, P. 2023. Role of *active packaging* in enhancing the shelf life of strawberry (*Fragaria x Ananassa duch.*). *The Pharma Innovation Journal*. 12(2): 1104-1108. <https://www.thepharmajournal.com/archives/2023/vol12issue2/PartN/12-2-98-582.pdf>
- Emai, R. J., dan Jati, I. R. A. P. 2024. Kajian pemanfaatan asam askorbat pada *active packaging* untuk memperpanjang umur simpan pangan berlemak. *Zigma*. 39(2): 19-131. <https://journal.ukwms.ac.id/index.php/zigma/article/download/7222/5178/21562>
- Falah, M. A. F., Yuliasuti, P., Hanifah, R., dan Saroyo, P. Jumeri. 2018. Kualitas buah stroberi (*Fragaria sp cv holibert*) segar dan penyimpanannya dalam lingkungan tropis dari kebun ketep magelang jawa tengah. *Jurnal Agroindustri*. 8(1): 1-10. <https://ejournal.unib.ac.id/agroindustri/article/view/4475/pdf>
- Gaikwad, K. K., Singh, S., and Negi, Y. S. 2019. Ethylene scavengers for *active packaging* of fresh food produce. *Environmental Chemistry Letters*. 18 (2): 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10311-019-00938-1>
- Gol, N. B., Patel. P. R. and Rao, T. V. R. 2013. Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coating senriched with chitosan. *Postharvest Biol.Technol*. 85: 185-195. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.06.008>
- Guerreiro, C. M. L., Gago, M. L., Faleiro, M. G.C., Miguel, M. D. C., and Antunes. 2015. The use of polysaccharide-based ediblecoatings enriched with essential oils toimprove shelf-life of strawberries. *Postharvest Biology and Technology*. 110: 51-60. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.06.019>
- Gupta, P. 2024. Role of oxygen absorbers in food as packaging material, their characterization and applications. *J Food Sci. Technol*. 61(2): 242–252. <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05681-8>
- Hamrun, N., dan Darlan, N. S. P. 2023. Potensi ekstrak buah stroberi (*Fragaria x Ananassa*) dalam meningkatkan kecerahan email gigi. *Sinnun Maxillofacial Journal*. 5(1): 24-31. <https://doi.org/10.33096/smj.v5i01.111>

- Harsanti, F. 2022. Pengaruh substitusi buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) terhadap karakteristik organoleptik, kadar proksimik dan kadar serat snack bar untuk penderita diabetes mellitus. *Skripsi*. Universitas Binawan. Jakarta. 84. <https://repository.binawan.ac.id/2198/1/GIZI-2022-FEBRY%20HARSANTY.pdf>
- Hossain, M.S., and Iqbal A., 2016. Effect of shrimp chitosan coating on postharvest quality of banana (*Musa sapientum* L.) fruits. *International Food Research Journal*. 23(1): 277-283. [http://www.ifrj.upm.edu.my/23%20\(01\)%202016/\(41\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/23%20(01)%202016/(41).pdf)
- Ihsan, T. dan Derosya, V. 2024. Tinjauan strategi pengemasan buah dan sayur dalam memerangi food loss dalam rantai pasokan pascapanen di Indonesia. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 22(4): 1078-1087. <https://doi.org/10.14710/jil.22.4.1078-1087>
- Inggrid, M., dan Santoso, H. 2015. Aktivitas antioksidan dan senyawa bioaktif dalam buah stroberi. *Research Report-Engineering Science. Jurnal Unpar*. 2. <https://doi.org/10.26593/rres.V2i0.1646.%25p>
- Khairunnisa, A. 2021. Aplikasi zeolit-kmno₄ dan *silica gel* untuk memperpanjang green life mangga arumanis (*Mangifera indica* L.). *Jurnal Keteknik Pertanian*. 9(3): 135–142. <https://doi.org/10.19028/jtep.09.3.135142>
- Ladika, G., Strati, I. F., Tsiaka, T., Cavouras, D. and Sinanoglou, V. J. 2024. On the assessment of strawberries' shelf-life and quality, based on image analysis, physicochemical methods, and chemometrics. *Foods*. 13(2): 234. <https://doi.org/10.3390/foods13020234>
- Lestari, K. I. D., Yulianti, N. L., dan Gunadnya, I. B. P. 2024. Pengaruh variasi konsentrasi KMnO₄ dan suhu gelatinisasi terhadap karakteristik fisik dan efektivitas kemasan aktif bioplastik. *Jurnal Beta*. 12(1): 71-79. <https://doi.org/10.24843/JBETA.2024.v12.i01.p08>
- Malakar, T., Hazarika, D. N., Langthasa, S., Goswami, R. K., and Kalita, M. K. 2022. The screening of variety/varieties of strawberry suitable for assam condition. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 11(5): 36-45. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2022.1105.006>
- Maula, R. N., Astuti, A. P., dan Maharani, E. T. W. 2020. Analisis efektifitas penggunaan eco-enzyme pada pengawetan buah stroberi dan tomat dengan perbandingan konsentrasi. *Edusaintek*. <https://prosiding.unimus.ac.id/index.php/edusaintek/article/viewFile/585/586>

- Mulla, M. F. Z., Shonte, T. T., and Pathania, S. 2025. Quality parameters and shelf life of strawberry (cv. Centenary) fruits as affected by active modified atmosphere packaging. *International Journal of Food Science and Technology*. 60(1). <https://doi.org/10.1093/ijfood/vvaf010>
- Nugroho, C. S., Ainuri, M., and Falah, M. A. F. 2021. Physical quality determination of fresh strawberry (*Fragaria x ananassa* var. *Osogrande*) fruit in tropical environment using image processing approach. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 759(1). <https://doi.org/10.1088/17551315/759/1/012020>
- Olennikov, D. N., Khandy, M. T., and Chirikova, N. K. 2022. Oriental strawberry metabolites: lc–ms profiling, antioxidant potential, and postharvest changes of *fragaria orientalis* fruits. *Horticulturae*. 8(10): 975. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100975>
- Pasquariello, M. S., Rega, P., Migliozi, T., Capuano, L. R., Scortichini, M., and Petriccione, M. 2013. Effect of cold storage and shelf life on physiological and quality traits of early ripening pearcultivars. *Sci. Hortic*. 162: 341-350. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.08.034>.
- Plaza, J.L., De la, and Merodio, C. 1988. Effect of ethylene chemisorption on refrigerated strawberry fruit. *International Strawberry Symposium*. 265. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1989.265.64>
- Putri, I. M., Rukmansyah, A., Endah, R. N., dan Riandani, A. P. 2024. Studi literatur: kandungan gizi dan aktivitas senyawa antioksidan pada buah stroberi (*Fragaria x ananassa*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 1(1): 2733. <https://doi.org/10.37366/juthap.v1i1.3407>
- Rahayu, I., Gusnita, W., and Lofandri, W. 2025. The role of smart packaging in improving the quality and safety of bakery products. *Jurnal Multidisiplin Sahombu*. 5(03): 606-609. [10.58471/jms.v5i03](https://doi.org/10.58471/jms.v5i03)
- Rahayuningsih, J., Vivi, S. dan Angasa, E. E. 2022. Analisis vitamin c pada buah jeruk pasaman untuk meningkatkan kekebalan tubuh pada masa pandemi Covid-19. *Journal of Research and Education Chemistry (JREC)*. 4(1): 2933. [10.25299/jrec.2022.vol4\(1\).9363](https://doi.org/10.25299/jrec.2022.vol4(1).9363)
- Rivaldi, S., Yunus, Y., dan Munawar, A. A. 2019. Prediksi kadar total padatan terlarut (TPT) dan vitamin c buah mangga arumanis (*Mangifera indica* L.) menggunakan near infrared spectroscopy (NIRS) dengan metode partial least square (PLS). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 4(2): 349-358. [10.17969/jimfp.v4i2.10916](https://doi.org/10.17969/jimfp.v4i2.10916)

- Rodriguez, O. T., Valero, M. F., Gómez-Tejedor, J. A., and Diaz, L. 2024. Performance of biodegradable *active packaging* in the preservation of fresh cut fruits: a systematic review. *Polymers*. 16(24): 3518.
<https://doi.org/10.3390/polym16243518>
- Shahida, C. and Swarup, D. 2024. *Active packaging* for improving the shelf life and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa Duch.*). *International Journal of Environment and Climate Change*. 14(1): 369-373.
[10.9734/IJECC/2024/v14i13842](https://doi.org/10.9734/IJECC/2024/v14i13842).
- Suriati, I. L. 2022. *Aplikasi aloe-coating untuk meningkatkan masa simpan dan pemasaran buah stroberi*. Scopindo Media Pustaka.
<https://e-library.itk.ac.id/read/51232?fr=desktop>
- Syska, K. 2023. Ulasan kritis: kemajuan nanoformulasi minyak atsiri untuk pengawetan pangan. *Agritech*. 17(2): 149-159.
<https://agritech.unhas.ac.id/ojs/index.php/at/article/view/1443>
- Tosetti, R, Elmi, F, Pradas, I, and Cools, K,. 2020. Continuous exposure to ethylene differentially affects senescence in receptacle and achene tissues in strawberry fruit. *Frontiers in plant science*. 11: 174.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00174>
- Trinetta, V., McDaniel, A., Batziakas, K. G., Yucel, U., Nwadike, L., and Pliakoni, E. 2020. Antifungal packaging film to maintain quality and control postharvest diseases in strawberries. *Antibiotics*. 9(9): 618.
<https://doi.org/10.3390/antibiotics9090618>
- Utami, R., Kawiji, Atmaka, W., Nurmaya, L., Khasanah, L. U., and Manuhara, G. J. 2021. The effect of active paper packaging enriched with oleoresin from solid waste of pressed curcuma xanthorrhiza roxb. Placement methods on quality of refrigerated strawberry (*Fragaria x ananassa*). *Journal of Sustainable Agriculture*. 36(1): 155-164.
<http://doi.org/10.20961/carakatani.v36i1.43027>
- Velickova ,E., Winkelhausen ,E., KuzmAnova, S., Alves ,V. D., and Moldao Martins, M. 2013. Impact of chitosan-bees wax ediblecoatings on the quality of freshstrawberries (*Fragaria ananassa cv. Camarosa*) under commercial storageconditions. *LWT-Food Sci. Technol*. 52: 80-92.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.02.004>
- Wills, R. H., Lee, T. H., Graham, D., and Mcglasson, W. B. 1981. *An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables*. Postharvest.
<https://doi.org/10.5555/19820304400>

Wulandari, D. 2021. Karakteristik fisik dan kimia fresh cheese dengan ekstrak stroberi sebagai koagulan. *Jurnal Ilmu Ternak*. 21(2): 117-123. <https://doi.org/10.24198/jit.v21i2.36318>

Yildirim, S., Röcker, B., Pettersen, M. K., Nilsen-Nygaard, J., Ayhan, Z., Rutkaite, R., Radusin, T., Suminska, P., Marcos, B., dan Coma, V. 2018. *Active packaging applications for food. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 17(1): 65-199. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12322>