

**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN *ACTIVE PACKAGING* BERBAHAN
ETHYLENE, HUMIDITY, DAN OXYGEN SCAVENGER DALAM
MENGHAMBAT PENURUNAN KUALITAS DAN MEMPERPANJANG
MASA SIMPAN BUAH STROBERI PADA SUHU DINGIN**

(SKRIPSI)

Oleh

**Cut Nurul Hasanah Miswar
2114161053**



**UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN *ACTIVE PACKAGING* BERBAHAN
ETHYLENE, HUMIDITY, DAN OXYGEN SCAVENGER DALAM
MENGHAMBAT PENURUNAN KUALITAS DAN MEMPERPANJANG
MASA SIMPAN BUAH STROBERI PADA SUHU DINGIN**

Oleh

Cut Nurul Hasanah Miswar

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

EFEKTIVITAS PENGGUNAAN *ACTIVE PACKAGING* BERBAHAN *ETHYLENE*, *HUMIDITY*, DAN *OXYGEN SCAVENGER* DALAM MENGHAMBAT PENURUNAN KUALITAS DAN MEMPERPANJANG MASA SIMPAN BUAH STROBERI PADA SUHU DINGIN

Oleh

Cut Nurul Hasanah Miswar

Stroberi sangat bernilai ekonomis tetapi mudah rusak karena teksturnya yang lembut dan kadar air tinggi. *Active packaging* merupakan teknologi pengemasan inovatif yang mampu memperpanjang umur simpan produk dengan mengendalikan kondisi internal kemasan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas *active packaging* yang mengandung KMnO_4 , vitamin C, dan *silica-gel* sebagai terhadap kualitas stroberi selama penyimpanan 8 hari pada suhu 18°C . Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial ($2 \times 2 \times 3$) dengan lima ulangan. Parameter yang diamati meliputi susut bobot, TPT ($^\circ\text{Brix}$), keasaman, dan vitamin C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi nyata antara KMnO_4 , vitamin C, dan *silica-gel* terhadap seluruh parameter pengamatan. Susut bobot tertinggi dicapai pada perlakuan K1V1S2 (19,42%), sedangkan terendah pada K0V0S0 (12,16%). Nilai $^\circ\text{Brix}$ tertinggi diperoleh pada K0V0S2 sebesar 5,68%. Kandungan asam tertinggi terdapat pada K1V0S2 (5,80%), sedangkan total gula tertinggi tercatat pada K1V0S1 (8,08 g/100 g). Kadar vitamin C berkisar antara 0.02-0.03 g/100 mL dan tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan. Secara umum penggunaan *silica-gel* memberikan pengaruh paling besar terhadap peningkatan susut bobot akibat penyerapan kelembapan yang berlebihan. Penggunaan KMnO_4 dan vitamin C cenderung lebih efektif dalam mempertahankan kualitas buah pada kondisi kelembapan yang optimal. Dengan demikian, formulasi *active packaging* perlu disesuaikan agar mampu mempertahankan kualitas stroberi secara optimal selama penyimpanan.

Kata kunci: Stroberi, *active packaging*, KMnO_4 , vitamin C, *silica-gel*.

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF USING ACTIVE PACKAGING BASED ON ETHYLENE, HUMIDITY, AND OXYGEN SCAVENGERS IN INHIBITING QUALITY DECREASE AND EXTENDING THE SHELF-LIFE OF STRAWBERRIES AT COLD TEMPERATURE

By

Cut Nurul Hasanah Miswar

Strawberries are highly perishable due to their soft texture and high moisture content. Active Packaging is an innovative technology that extends shelf life by actively controlling the internal environment of packaging. This study aimed to evaluate the effectiveness of Active Packaging containing KMnO₄ (ethylene scavenger), vitamin C (oxygen scavenger), and silica-gel (humidity absorber) on the physical and chemical quality of strawberries stored at 15°C. A factorial Completely Randomized Design (2 × 2 × 3) with five replications was used. Observed parameters included weight loss, total soluble solids (°Brix), titratable acidity, and vitamin C content. The results showed significant interactions among KMnO₄, vitamin C, and silica-gel for all parameters (p<0.05). The highest weight loss occurred in treatment K1V1S2 (19.42%), while the lowest was found in K0V0S0 (12.16%). The highest °Brix value was recorded in K0V0S2 (5.68%). The highest acidity was observed in K1V0S2 (58.05%), and the highest total sugar content occurred in K1V0S1 (8.08 g/100 g). Vitamin C levels reached up to 30 mg/100 mL in several combinations with KMnO₄ and vitamin C. Overall, silica-gel had the greatest influence on physical deterioration, particularly weight loss. KMnO₄ and vitamin C performed more effectively under moderate humidity conditions. These findings indicate that active packaging formulation must be carefully adjusted to maintain strawberry quality during storage.

Keyword: Strawberry, Active Packaging, KMnO₄, Vitamin C, Silica-gel

Judul Skripsi : **EFEKTIVITAS PENGGUNAAN *ACTIVE PACKAGING* BERBAHAN *ETHYLENE, HUMIDITY, DAN OXYGEN SCAVENGER* DALAM MENGHAMBAT PENURUNAN KUALITAS DAN MEMPERPANJANG MASA SIMPAN BUAH STROBERI PADA SUHU DINGIN**

Nama Mahasiswa : Cut Nurul Hasanah Miswar

Nomor Pokok Mahasiswa : 2114161053

Jurusan : Agronomi dan Hortikultura

Program Studi : Agronomi

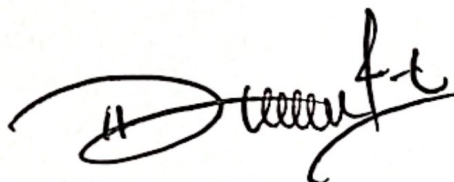
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



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



Dr. RA. Diana Widyastuti, S.P., M.Si.
NIP. 198104132008122001


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. RA. Diana Widyastuti, S.P., M.Si. 

Penguji Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Muhammad Kamal, M.Sc. 

2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 10 April 2026

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Efektifitas Penggunaan *Active Packaging* Berbahan *Ethylene, Humidity, dan Oxygen Scavenger* untuk Menghambat Penurunan Kualitas dan Memperpanjang Masa Simpan Buah Stroberi pada Suhu Dingin”, 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, 9 Juni 2026
Penulis



Cut Nurul Hasanah Miswar
NPM 2114161053

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Jakarta, 12 November 2002, yang merupakan anak pertama dari 2 bersaudara yang lahir dari hasil cinta dan kasih sayang pasangan bapak Teuku Miswar, S.T. dan ibu Puji Astuti. Penulis menamatkan pendidikan Sekolah Dasar Negeri Jatinegara Kaum 06 Pagi, lalu dilanjutkan Madrasah Tsaniwah Negeri 20 Jakarta Timur, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 102 Jakarta Timur.

Penulis kemudian melanjutkan pendidikan tinggi sebagai salah satu mahasiswi Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2021 dengan jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Selama menjadi salah satu mahasiswi Penulis telah berkesempatan menjadi asisten dosen di mata kuliah Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman, Teknologi Benih, Produksi Tanaman Hortikultura, dan Pascapanen Tanaman Budidaya. Penulis juga berkesempatan menjadi anggota salah satu bagian dari bidang media komunikasi dan informasi HIMAGRHO (2023) dan menjadi kepala bidang media komunikasi dan informasi HIMAGRHO (2024). Alhamdulillah Penulis menikah dengan Ajid pada awal tahun 2024 dan dikaruniai anak pada tahun 2025 yang diberi nama Hanaya Aisyah Harsa.

MOTTO

"Cukuplah Allah (menjadi penolong) bagi kami dan Dia adalah sebaik-baik pelindung"
QS. Ali Imran: 173

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
QS. Al-Baqarah: 286

“Tidak peduli seberapa sulitnya, aku tidak akan menyerah”
Naruto Uzumaki

“Jangan pernah biarkan masa mudamu berakhir!”
Might Guy

“Kalo diberi cobaan yaudah kita cobain, hidup hanya sekali rugi kalo nolep”

PERSEMBAHAN

Segala puji Syukur kepada Allah *Subhanahu wa Ta'ala* dan Nabi Muhammad
Shallallahu 'Alaihi wa Sallam saya persembahkan karya ini kepada:

Bapak Teuku Miswar S.T. dan ibu Puji Astuti yang tak pernah lelah menjadi sumber kekuatan dan inspirasi. Keberhasilan ini adalah persembahan cintaku yang tulus untuk membalas kasih sayang kalian yang tak terhingga.

Suamiku Ajid dan anakku tercinta Aisyah, terima kasih atas kesabaran, pengertian, dan cinta yang menjadi kekuatan di setiap langkah perkuliahan. Kalian adalah alasan mengapa aku harus menyelesaikannya.

Keluarga besar yang selalu mendukung dan mendoakanku

Serta Almamater tercinta
Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur Penulis panjatkan ke hadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*, karena atas berkat dan rahmat-Nya Penulis dapat menyelesaikan proses penelitian dan skripsi ini yang berjudul “Efektifitas Penggunaan *Active Packaging* Berbahan *Ethylene*, *Humidity*, dan *Oxygen Scavenger* untuk Menghambat Penurunan Kualitas dan Memperpanjang Masa Simpan Buah Stroberi pada Suhu Dingin”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat sebagai sarjana (S1) 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 dan nasihat selama penelitian dan penyusunan skripsi hingga selesai;
4. Ibu Dr. RA. Diana Widyastuti, S.P., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan waktu, nasihat, dan saran sehingga skripsi ini dapat diselesaikan;
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Kamal, M.Sc. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran, kritik, motivasi dan perbaikan agar skripsi ini menjadi lebih baik;

6. Bapak Dr. Hidayat Pujisiswanto, S.P., 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. Kedua orang tua Penulis bapak Teuku Miswar, S.T., dan ibu Puji Astuti 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. Suami Penulis Ajid dan anak Penulis Aisyah, yang sudah memberikan dukungan, semangat, pengertian dan menjadi sumber kebahagiaan serta motivasi terbesar dalam menyelesaikan studi ini;
10. Adik, Kakak dan Keluarga Besar Penulis yang telah memberikan dukungan serta doa selama ini;
11. Sahabat Penulis Nada yang telah memberikan semangat, doa dan sudah membersamai Penulis sampai saat ini, terima kasih atas dorongan penuh semangat;
12. Sahabat Penulis Fatma Cute (Fadhya, Rahma, Ulan, Fadita, Amanda), Aufa, Anisa, Zhidni, Anandhita yang telah membantu, menyemangati, memotivasi dan membersamai Penulis dalam masa studi;
13. Teman dekat Penulis Nadhila, Pitri, Faisal, Fatimah, Dita, Syaefani, Nur Syifa, dan Nurul yang menyemangati dan membersamai Penulis;
14. Tim yang membantu penelitian stroberi (Zhidni, Anandhita, Faisal, Pitri, Fahrul, Dita, Nadhila, Ike, Pernanda), terima kasih telah membantu Penulis dalam melakukan penelitian dari awal – akhir;
14. Teman-teman tercinta Penulis serta semua pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu-persatu, terima kasih atas dukungan selama ini.

Dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan masukan dari pembaca yang bersifat membangun sangat Penulis harapkan. Semoga Allah *Subhanahu wa Ta'ala* membalas kebaikan mereka dan Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi Penulis dan pembaca.

Bandar Lampung, 9 Juni 2026

Cut Nurul Hasanah Miswar

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Landasan Teori	5
1.5 Kerangka Pemikiran	7
1.6 Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Kualitas Fisik dan Kimia Buah Stroberi.....	9
2.2 Kandungan Nutrisi Stroberi.....	9
2.3 Parameter Kualitas Fisik dan Kimia Stroberi.....	10
2.4 Teknologi <i>Active Packaging</i> Dalam Penyimpanan Buah Stroberi	10
III. METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Metodologi Penelitian	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian	13
3.4.1 Lokasi penelitian.....	13
3.4.2 Pembuatan petak percobaan	14
3.5 Variabel Pengamatan	14
3.5.1 Penurunan bobot buah	14
3.5.2 Kandungan asam bebas	15
3.5.3 Total padatan terlarut	15
3.5.4 Kandungan vitamin C	15
3.5.5 Gula total	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Hasil.....	16

4.1.1 Pengamatan visual	16
4.1.2 Deskripsi umum hasil pengamatan parameter fisik dan kimia buah .. stroberi terhadap perlakuan tunggal.....	21
4.1.3 Analisis kombinasi perlakuan terhadap parameter fisik dan kimia buah stroberi	24
4.2 Pembahasan	27
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	30
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA.....	32
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Susut bobot, total padatan terlarut ($^{\circ}$ Brix), gula total, kandungan asam,	21
2. Susut bobot, total padatan terlarut ($^{\circ}$ Brix), gula total, kandungan asam,	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran	8
2. Wadah <i>active packaging</i>	12
3. Stroberi segar yang baru dipetik	14
4. Denah tata letak percobaan	14
5. Kondisi stroberi selama penyimpanan	17

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil analisis tabel anara °Brix	37
2. Hasil analisis tabel anara susut bobot.....	37
3. Hasil analisis tabel anara asam bebas.....	38
4. Hasil analisis tabel anara vit C	38
5. Hasil analisis tabel anara gula total.....	39
6. Hasil analisis tabel anara °Brix/ <i>acidity</i>	39
7. Tabel uji BNT	40
8. Penimbangan bobot buah	42
9. Pembuatan cairan bahan aktif	43
10. Ekstrak stroberi	43
11. Tata letak penempatan.....	43
12. Kondisi kemasan berembun	43
13. Suhu ruang selama penyimpanan.....	43

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah stroberi (*Fragaria ananassa*) merupakan salah satu komoditas hortikultura bernilai ekonomis tinggi yang banyak diminati masyarakat karena memiliki rasa manis-asam yang khas, warna menarik, serta kandungan nutrisi yang tinggi seperti vitamin C, antioksidan, serat, dan senyawa fenolik yang bermanfaat bagi kesehatan (Newerli *et al.*, 2023). Selain dikonsumsi segar, stroberi juga banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pangan seperti selai, jus, yoghurt, dan produk olahan lainnya. Tingginya permintaan pasar terhadap buah stroberi menjadikan komoditas ini memiliki prospek yang baik dalam pengembangan agribisnis hortikultura, khususnya pada sektor pascapanen.

Stroberi termasuk buah yang sangat mudah rusak (*highly perishable*) karena memiliki tekstur yang lunak, kadar air tinggi, serta tidak memiliki lapisan pelindung kulit yang tebal seperti buah berry lainnya. Kondisi tersebut menyebabkan stroberi sangat rentan mengalami kerusakan fisik, kehilangan air, serangan mikroorganisme, serta penurunan kualitas kimia selama penyimpanan dan distribusi (Putri *et al.*, 2024). Gas etilen yang dihasilkan selama penyimpanan dapat mempercepat proses pematangan dan pelunakan buah, sedangkan keberadaan oksigen dan kelembapan berlebih dapat memicu pertumbuhan jamur dan bakteri penyebab pembusukan. Kadar air yang tinggi pada stroberi juga mempercepat proses pembusukan, yang mengakibatkan penurunan kualitas dan umur simpan menjadi pendek. Akibatnya, umur simpan stroberi menjadi sangat pendek dan kerugian pascapanen menjadi tinggi. Oleh karena itu, penanganan pascapanen yang tepat sangat penting untuk mempertahankan kualitas dan umur simpan buah stroberi (Wulandari, 2021).

Faktor lingkungan seperti oksigen, etilen, dan kelembapan tinggi mempercepat respirasi, pertumbuhan mikroorganisme, dan pembusukan stroberi selama penyimpanan. Suhu ruang juga dapat mempercepat aktivitas enzim dan respirasi yang memicu perubahan warna, penurunan kadar vitamin C, serta peningkatan pertumbuhan mikroorganisme penyebab pembusukan. Gas etilen yang dihasilkan selama penyimpanan juga mempercepat pemasakan dan pelunakan pada buah, sehingga memperpendek masa konsumsi stroberi (Gupta, 2024).

Penanganan pascapanen stroberi secara konvensional umumnya dilakukan melalui penyimpanan suhu rendah, penggunaan kemasan biasa, atau pengendalian kelembapan secara sederhana. Namun, metode tersebut sering kali belum mampu memberikan perlindungan optimal terhadap perubahan lingkungan di dalam kemasan. Penyimpanan dingin saja tidak cukup untuk mengendalikan akumulasi etilen, oksidasi akibat oksigen, maupun kondensasi udara yang menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme. Selain itu, kemasan konvensional hanya berfungsi sebagai pelindung pasif tanpa mampu berinteraksi langsung dengan kondisi internal produk, sehingga kualitas stroberi tetap cepat menurun selama penyimpanan (Chiabrando *et al.*, 2019).

Salah satu inovasi 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 dan penjerap oksigen (Dutta *et al.*, 2023).

Penambahan penjerap oksigen dalam *active packaging* efektif mampu mencegah oksidasi dan pertumbuhan mikroorganisme aerob (jamur) yang dapat menurunkan kualitas buah. Pengendalian kelembapan juga penting untuk mencegah pertumbuhan jamur dan bakteri yang dapat merusak stroberi (Trinetta *et al.*, 2020). Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan kemasan aktif mampu memperpanjang umur simpan stroberi. Menurut Shahida dan Swarup (2024), kemasan aktif yang mengandung salah satu bahan aktif

seperti penjerap etilen, penjerap oksigen, atau pengontrol kelembaban dapat memperpanjang umur simpan stroberi hingga 7 hari dibandingkan kontrol yang hanya bertahan 3 hari. Utami dkk. (2021) juga melaporkan bahwa kemasan aktif mampu mempertahankan kualitas stroberi hingga 12 hari penyimpanan. Namun, penelitian yang mengkaji kombinasi spesifik antara KMnO_4 sebagai *ethylene scavenger*, vitamin C sebagai *oksigen scavenger*, dan silika-gel sebagai *Humidity scavenger* dalam satu sistem kemasan masih terbatas, terutama terhadap pengaruhnya pada parameter fisik dan kimia seperti susut bobot, total padatan terlarut (TPT), gula total, pengeringan, dan vitamin C. Inilah yang menjadi *gap penelitian* dalam penelitian ini.

Teknologi *active packaging* memberikan solusi dengan mengintegrasikan bahan aktif ke dalam kemasan untuk mengendalikan faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan buah. Penyerapan etilen dapat mengurangi konsentrasi etilen di sekitar buah, sehingga memperlambat proses pemasakan (*ripening*). Penyerapan oksigen berfungsi menurunkan oksigen dalam kemasan, mencegah oksidasi dan pertumbuhan aerob seperti jamur. Sementara itu, pengendali kelembaban menjaga keseimbangan air, mencegah kondensasi yang dapat memicu pertumbuhan jamur dan bakteri (Gaikwad *et al.*, 2019).

Active packaging sendiri merupakan teknologi pengemasan inovatif yang dirancang untuk berinteraksi secara aktif dengan produk dan lingkungannya guna memperpanjang umur masa simpan serta menjaga kualitas produk. Teknologi ini melibatkan penambahan komponen fungsional ke dalam material kemasan seperti penyerap oksigen, pengendali kelembaban dan agen anti mikroba, yang bekerja untuk mencegah kerusakan dan mempertahankan kesegaran produk. Penggunaan *active packaging* dapat secara signifikan mengurangi laju kerusakan dan meningkatkan keamanan produk, dengan demikian, *active packaging* menjadi solusi potensial dalam industri pangan untuk memenuhi permintaan konsumen akan produk yang lebih segar dan tahan lama (Yildirim *et al.*, 2017).

Utami *et al.* (2021) menyatakan beberapa penelitian telah menunjukkan efektivitas *active packaging* dalam memperpanjang umur simpan buah. Misalnya,

penggunaan kemasan kertas aktif yang diperkaya oleoresin dari limbah temulawak terbukti mampu mempertahankan kualitas stroberi hingga 12 hari penyimpanan. Namun, studi yang mengkaji kombinasi penyerapan etilen, penyerapan oksigen dan kelembapan dalam satu kemasan masih terbatas. Oleh karena itu, pengembangan sistem *active packaging* berbasis kombinasi bahan aktif seperti KMnO_4 (sebagai *ethylene scavenger*), *silica-gel* (sebagai *humidity scavenger*), dan vitamin C (sebagai *oxygen scavenger*) menjadi penting untuk dikaji lebih lanjut karena kombinasi ini diharapkan dapat memberikan perlindungan yang lebih efektif terhadap penurunan kualitas buah selama penyimpanan, khususnya pada stroberi yang bersifat mudah rusak (*perishable*).

1.2 Perumusan Masalah

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

1. Apakah penggunaan wadah *active packaging* berbahan aktif KMnO_4 sebagai *ethylene scavenger* berpengaruh terhadap perubahan kualitas fisik buah stroberi selama penyimpanan?
2. Apakah penggunaan wadah *active packaging* berbahan aktif *silica-gel* sebagai *humidity scavenger* berpengaruh terhadap perubahan kualitas fisik buah stroberi selama penyimpanan?
3. Apakah penggunaan wadah *active packaging* berbahan aktif vitamin C (*L-ascorbic acid*) sebagai *oxygen scavenger* berpengaruh terhadap perubahan kualitas fisik buah stroberi selama penyimpanan?
4. Apakah penggunaan kombinasi berbahan *ethylene*, *humidity*, dan *oxygen scavenger* dalam *active packaging* berpengaruh terhadap perubahan kualitas fisik dan kimia buah stroberi selama penyimpanan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menguji pengaruh penggunaan *active packaging* berbahan aktif KMnO_4 dalam mempertahankan kualitas fisik dan kimia buah stroberi selama penyimpanan;
2. Menguji pengaruh penggunaan *active packaging* berbahan aktif *silica-gel* dalam mempertahankan kualitas fisik dan kimia buah stroberi selama penyimpanan;
3. Menguji pengaruh penggunaan *active packaging* berbahan aktif vitamin C (*L-ascorbic acid*) dalam mempertahankan kualitas fisik dan kimia buah stroberi selama penyimpanan;
4. Menguji pengaruh penggunaan *active packaging* berbahan kombinasi *ethylene*, *humidity*, dan *oxygen scavenger* dalam mempertahankan kualitas fisik dan kimia buah stroberi selama penyimpanan.

1.4 Landasan Teori

Stroberi (*Fragaria ananassa*) dikenal sebagai buah yang kaya nutrisi dan senyawa bioaktif, namun memiliki kelemahan berupa umur simpan yang pendek akibat kerentanannya terhadap kerusakan fisik dan kontaminasi mikroba. Kerusakan ini seringkali disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang mengubah sifat sensoris buah, seperti tekstur dan aroma, sehingga mempercepat proses pembusukan. Selain itu, aktivitas enzimatis dan oksidatif dalam buah juga berkontribusi terhadap penurunan kualitas selama penyimpanan. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengemasan yang efektif untuk memperpanjang umur simpan dan menjaga kualitas pascapanen buah stroberi (Ruskova *et al.*, 2023).

Pengemasan aktif telah muncul sebagai solusi inovatif dalam memperpanjang umur simpan produk hortikultura, termasuk stroberi. Teknologi ini melibatkan penggunaan bahan pengemas yang tidak hanya berfungsi sebagai pelindung fisik, tetapi juga berinteraksi dengan lingkungan internal kemasan untuk mengendalikan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas produk (Mulla *et al.*, 2025).

Contohnya, penambahan agen antimikroba alami seperti minyak atsiri ke dalam bahan pengemas dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen, sehingga menjaga kesegaran dan keamanan buah selama penyimpanan (Syska, 2023).

Salah satu komponen kunci dalam pengemasan aktif adalah penggunaan *oxygen scavenger* yang berfungsi mengurangi kadar oksigen di dalam kemasan. Oksigen dalam kemasan dapat memicu oksidasi lemak dan pigmen, serta mendukung pertumbuhan mikroba aerob (jamur), yang semuanya berkontribusi pada penurunan kualitas stroberi (Catherine, 2023). Dengan mengurangi oksigen, *oxygen scavenger* membantu mencegah kerusakan oksidatif dan memperlambat pertumbuhan mikroba, sehingga memperpanjang umur simpan produk. Bahan yang umum digunakan sebagai *oxygen scavenger* antara lain asam askorbat, besi dan enzim seperti glukosa oksidase (Gupta, 2024).

Selain pengendalian oksigen, pengaturan kelembapan dalam kemasan juga krusial untuk menjaga kualitas stroberi. Kelembapan yang berlebihan dapat menyebabkan kondensasi yang menyebabkan pertumbuhan jamur dan bakteri, sementara kelembapan yang terlalu rendah dapat menyebabkan dehidrasi dan pengerutan pada buah. Oleh karena itu, penggunaan *moisture absorber (silica-gel)* dalam *active packaging* dapat membantu menjaga keseimbangan kelembapan yang optimal, mencegah kerusakan akibat kelembapan dan mempertahankan tekstur serta penampilan stroberi (Ihsan dan Derosya, 2024).

Hormon tanaman yang berperan dalam proses pematangan buah adalah etilen. Pada stroberi sendiri, akumulasi etilen dapat mempercepat pematangan dan pembusukan, sehingga pengendalian kadar etilen dalam kemasan menjadi penting (Kanaya *et al.*, 2021). Penggunaan *ethylene scavenger* dalam pengemasan aktif dapat menyerap atau menetralkan etilen, memperlambat proses pematangan, dan memperpanjang umur simpan stroberi. Bahan seperti kalium permanganat sering digunakan sebagai *ethylene scavenger* dalam kemasan buah-buahan (Shahida dan Swarup, 2024).

Implementasi pengemasan aktif yang menggabungkan *oxygen scavenger*, *moisture absorber*, dan *ethylene scavenger* telah terbukti efektif dalam mempertahankan kualitas fisik dan kimia stroberi selama penyimpanan. Tidak hanya memperpanjang umur simpan, tetapi juga menjaga nilai nutrisi dan sensori buah seperti rasa, aroma dan tekstur. Dengan demikian, pengemasan aktif

berbahan aktif tersebut merupakan strategi yang menjanjikan dalam penanganan pascapanen stroberi untuk memenuhi permintaan konsumen akan produk segar dan berkualitas tinggi (Ruskova *et al.*, 2023).

1.5 Kerangka Pemikiran

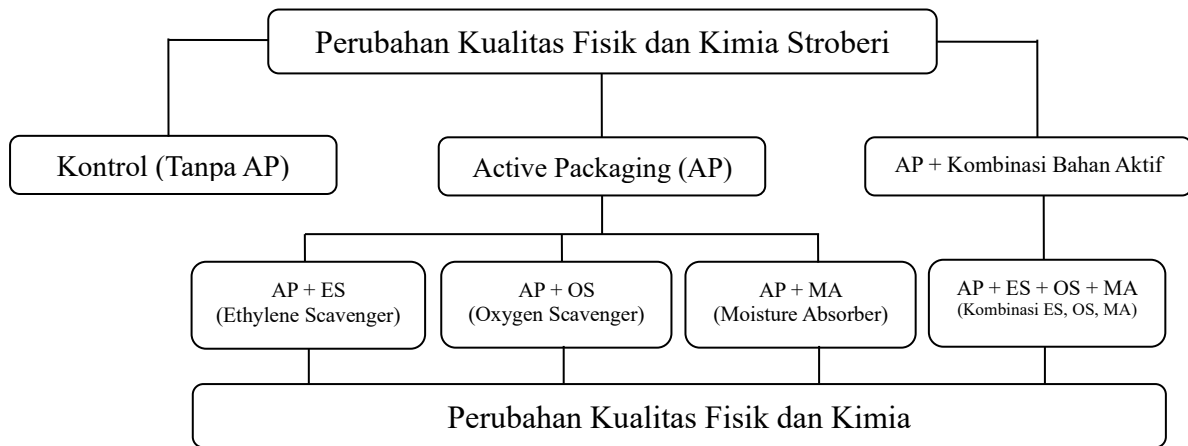
Stroberi merupakan buah klimakterik yang menghasilkan etilen, hormon yang mempercepat pemasakan dan pelunakan buah. Penggunaan *ethylene scavenger* seperti kalium permanganat (KMnO₄) yang diimobilisasi pada *silica-gel* atau alumina dapat menyerap etilen yang dilepaskan selama penyimpanan, sehingga memperlambat proses pematangan dan mempertahankan tekstur buah (Khairunnisa, 2021).

Kelembapan 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).

Oksigen dalam kemasan dapat menyebabkan oksidasi vitamin, lemak, dan pigmen, yang mengakibatkan perubahan warna, rasa, dan nilai gizi buah. Vitamin C (asam L-askorbat) berfungsi sebagai *oxygen scavenger* alami yang mengurangi kadar oksigen dalam kemasan, sehingga memperlambat reaksi oksidatif dan mempertahankan kualitas buah (Emai dan Jati, 2024).

Penerapan dengan kombinasi scavenger (KMnO₄, *silica-gel*, dan vitamin C) dalam *active packaging* dapat memberikan perlindungan menyeluruh terhadap faktor-faktor yang mempercepat kerusakan buah. Kombinasi ini diharapkan lebih efektif dalam mempertahankan kualitas fisik (tekstur, warna) dan kimia (vitamin, pH) stroberi selama penyimpanan dibandingkan penggunaan scavenger tunggal. Hubungan kausal antara bahan aktif dan perbaikan kualitas buah merupakan inti dari kerangka pemikiran ini. Dengan demikian (Gambar 1), penelitian ini akan menguji apakah modifikasi lingkungan penyimpanan melalui *active packaging*

berbanding lurus dengan penurunan laju degradasi kualitas buah (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 memperlambat penurunan mutu dan memperpanjang masa simpan buah stroberi selama penyimpanan, dibandingkan dengan kontrol;
2. Penggunaan *active packaging* dengan *silica-gel* sebagai *humidity scavenger* akan memperlambat penurunan mutu dan memperpanjang masa simpan buah stroberi selama penyimpanan, dibandingkan dengan kontrol;
3. Penggunaan *active packaging* dengan vitamin C sebagai *oxygen scavenger* akan memperlambat penurunan mutu dan memperpanjang masa simpan buah stroberi selama penyimpanan, dibandingkan dengan kontrol;
4. Penggunaan kombinasi KMnO_4 , *silica-gel*, dan vitamin C dalam wadah *active packaging* akan lebih efektif dalam mempertahankan kualitas fisik dan kimia stroberi dibandingkan dengan kontrol dan penggunaan masing-masing *scavenger* secara terpisah.

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. Tekstur buah cenderung melunak seiring waktu akibat degradasi pektin dan hemiselulosa, sementara susut bobot terjadi karena penguapan air selama penyimpanan. 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 (Olechnikov *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, pigmen yang memberikan warna merah pada stroberi juga rentan terhadap degradasi, terutama jika terpapar cahaya dan suhu yang tinggi.

2.2 Kandungan Nutrisi Stroberi

Stroberi (*Fragaria ananassa*) merupakan buah yang kaya nutrisi dan rendah kalori yang penting bagi kesehatan. Dalam 100 g stroberi segar terkandung sekitar 37 kal, 0,8 g protein, 0,5 g lemak, dan 8 g karbohidrat, menjadikan stroberi pilihan yang tepat untuk diet. Selain itu, stroberi juga mengandung serat pangan yang bermanfaat bagi pencernaan. Stroberi kaya akan vitamin C, dengan kandungan mencapai 60 mg/100 g yang berperan sebagai antioksidan dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Harsanti, 2022).

Mineral penting seperti kalsium (28 mg), fosfor (27 mg), dan zat besi (0,8 mg) juga terdapat dalam stroberi yang mendukung fungsi tubuh secara optimal. Selain itu, stroberi juga mengandung asam ellagic dan asam malat, yang memiliki sifat antioksidan dan berkontribusi pada kesehatan gigi. Dengan nutrisi yang cukup banyak ini, menjadikan stroberi tidak hanya lezat tetapi juga memberikan berbagai manfaat kesehatan (Hamrun dan Darlan, 2023).

2.3 Parameter Kualitas Fisik dan Kimia Stroberi

Buah stroberi dikenal mudah mengalami kerusakan fisik dan kimia selama penyimpanan, seperti perubahan warna, tekstur, dan kekerasan akibat proses respirasi dan transpirasi. Selain itu, perubahan fisik seperti pelunakan dan perubahan warna selama penyimpanan menunjukkan menurunnya kualitas dan umur simpan stroberi. Perubahan warna sering terjadi karena degradasi pigmen antosianin, sementara tekstur dan kekerasan menurun akibat degradasi pektin dan hemiselulosa (Ladika *et al.*, 2024). Kadar air dalam buah juga berkurang seiring waktu akibat proses transpirasi, kandungan vitamin C menurun selama penyimpanan karena sifatnya yang mudah teroksidasi. Total padatan terlarut meningkat seiring pemasakan buah akibat konversi pati menjadi gula sederhana. Penggunaan *active packaging* dengan bahan aktif seperti etilen, *oxygen scavenger*, dan *silica-gel* dapat memperlambat laju kerusakan ini. Utami *et al.* (2021) menyatakan bahwa *active packaging* dapat mempertahankan kualitas fisik dan kimia stroberi lebih baik dibandingkan dengan kemasan konvensional.

2.4 Teknologi *Active Packaging* Dalam Penyimpanan Buah Stroberi

Teknologi *active packaging* merupakan pendekatan inovatif dalam pengemasan buah yang mampu memperpanjang umur simpan melalui interaksi aktif dengan produk atau lingkungannya (Rodriguez *et al.*, 2024). Prinsip kerjanya melibatkan penambahan komponen aktif ke dalam bahan kemasan yang dapat menyerap atau melepaskan zat tertentu seperti oksigen, etilen atau kelembapan sesuai kebutuhan produk yang akan dikemas. Keunggulan *active packaging* dibandingkan dengan kemasan konvensional terletak pada kemampuannya untuk proaktif

mengendalikan kondisi internal kemasan, sehingga lebih efektif dalam mencegah kerusakan dan mempertahankan kesegaran produk (Banua dan Jati, 2024).

Selain itu, *active packaging* dapat mengurangi atau menghilangkan kebutuhan akan bahan pengawet kimia, menjadikannya pilihan yang lebih aman dan alami bagi konsumen. Jenis bahan aktif yang umum digunakan dalam kemasan pangan meliputi penyerap oksigen (*oxygen scavenger*), penyerap etilen, dan *silica-gel* (Banua dan Jati, 2024). Penyerap etilen membantu mengendalikan hormon pematangan pada buah dan sayuran, sehingga memperlambat proses pematangan dan pembusukan. Sementara itu, *silica-gel* menjaga keseimbangan kadar air dalam kemasan, mencegah kondensasi yang dapat memicu pertumbuhan jamur dan bakteri (Achmadi, 2023).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Hortikultura dan Pascapanen, Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini berlangsung pada bulan Juni-Juli 2025.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah wadah *active packaging* (Gambar 2), *hand-refractometer*, timbangan digital, gelas ukur, botol timbang, jangka sorong, *glasswares*, oase, gunting, *handphone*, spektrofotometer UV-Vis, alat tulis. Bahan yang digunakan adalah stroberi segar, KMnO_4 , *silica-gel*, dan asam askorbat (vitamin C). Stroberi segar diperoleh dari petani di Ciwidey, Bandung, Jawa Barat.



Gambar 2. Wadah *active packaging*.

3.3 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial ($2 \times 2 \times 3$), dengan faktor I: KMnO_4 (0 dan 60 mg/mL), II: vitamin C (0 dan 0,4 mg/mL), III: *silica-gel* (0, 5, dan 10 g/sachet), diulang 5 kali, sampel buah 250 g/unit. Larutan KMnO_4 dan vitamin C (asam L-askorbat) yang digunakan pada setiap unit adalah sebanyak 10 mL, dan dijerapkan ke spon (oase kering berwarna hijau yang biasa digunakan dalam vas bunga), sebelum dimasukkan ke dalam sachet masing-masing.

KMnO_4 akan bereaksi mengikat etilen berdasarkan reaksi sebagai berikut: $2 \text{KMnO}_4 + 3 \text{C}_2\text{H}_4 + 4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{MnO}_2 + 3 \text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH} + 2 \text{KOH}$, sedangkan vitamin C (asam L-askorbat) akan bereaksi dengan O_2 berdasarkan reaksi sebagai berikut: $\text{Asam L-Askorbat} + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{Asam dehidro L-askorbat} + \text{H}_2\text{O}$. Untuk mengaktifkan reaksi oksidasi vitamin C (asam L-askorbat), vitamin C yang terjerap di spon akan ditetesi dengan 1-2 tetes jus jeruk orange (*Citrus sinensis*).

Sampel di dalam kemasan *active packaging* disimpan di ruangan berpendingin ($18 \pm 1^\circ\text{C}$) dan diamati hingga buah menampakkan penurunan mutu (mulai keriput maupun berpenyakit). Peubah yang diamati adalah susut bobot buah, gula total, $^\circ\text{Brix}$, kandungan asam bebas, vitamin C. Untuk susut bobot buah dan $^\circ\text{Brix}$ dianalisis di Laboratorium Hortikultura dan Pascapanen, Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, sedangkan kandungan asam bebas, gula total dan vitamin C dianalisis di Laboratorium Terpadu IPB, Bogor. Data penelitian dianalisis dengan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil pada taraf nyata 5%.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Hortikultura dan Pascapanen, Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan buah stroberi segar (Gambar 3) diperoleh langsung dari petani di Ciwidey, Bandung, Jawa Barat.



Gambar 3. Stroberi segar yang baru dipetik.

3.4.2 Pembuatan petak percobaan

Berikut merupakan gambar tata letak percobaan.

Baris / Kolom	Baris 1	Baris 2	Baris 3	Baris 4	Baris 5	Baris 6
Kolom 1	A1B0C1	A1B0C2	A1B1C0	H0	A0B1C0	A1B1C0
Kolom 2	A0B0C2	A0B0C0	A1B0C2	A1B0C1	A1B0C0	A0B0C0
Kolom 3	H0	A1B1C0	A0B1C1	A0B1C2	H0	A1B1C2
Kolom 4	A0B0C1	A0B1C2	A0B0C0	H0	A1B1C1	A0B0C1
Kolom 5	A1B0C0	H0	A0B1C1	A1B1C2	A0B1C1	A0B1C0
Kolom 6	H0	A0B0C1	A1B0C0	H0	A0B1C0	A1B0C1
Kolom 7	A1B1C2	A1B0C2	A1B1C2	A0B0C2	A1B0C2	A1B0C1
Kolom 8	H0	A1B1C1	A0B1C1	A0B1C2	A1B1C0	A0B1C1
Kolom 9	A1B1C1	H0	A1B1C0	A1B1C1	H0	A0B1C0
Kolom 10	A0B0C2	A1B0C1	A0B0C1	A0B0C1	A0B0C0	H0
Kolom 11	A0B1C2	A1B1C1	A1B0C0	A0B0C2	A1B0C0	A0B0C0
Kolom 12	A1B0C2	A0B0C2	A0B1C0	A0B1C2	A1B1C2	H0

Gambar 4. Denah tata letak percobaan.

Keterangan: A0 dan A1 adalah 0 dan 60 mg/mL KMnO_4 . B0 dan B1 adalah 0 dan 0,4 mg/mL Vitamin C. C0, C1 dan C2 adalah 0, 5 dan 10 g *Silica-gel*

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Penurunan bobot buah

Pengukuran bobot dilakukan dengan timbangan analitik sebelum dan sesudah penyimpanan untuk mengetahui persentase penurunan bobot buah. Cara mengukur bobot buah, yaitu sampel stroberi ditimbang sebelum stroberi disimpan [dimasukkan ke dalam wadah *active packaging* (Gambar 2)]. Pengamatan

selanjutnya adalah dengan menimbang sampel dengan timbangan analitik sebelum penyimpanan (hari pertama) dan setelah penyimpanan (hari terakhir, ke-8).

3.5.2 Kandungan asam bebas

Pengukuran kandungan asam bebas dilakukan di Laboratorium Terpadu IPB setelah pengamatan selama 8 hari selesai. Penetapan kandungan asam bebas dalam sari buah dilakukan dengan titrasi asam-basa: 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

Total padatan terlarut diukur dengan menggunakan alat refraktometer digital. Pengukuran dilakukan pada hari pertama untuk H0 dan hari terakhir (ke-8) untuk setiap sampel. Stroberi terlebih dahulu dihaluskan dengan cara ditumbuk, 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 %.

3.5.4 Kandungan vitamin C

Pengukuran kandungan vitamin C dilakukan di Laboratorium Terpadu IPB setelah masa pengamatan selesai (setelah hari ke-8) menggunakan metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC).

3.5.5 Gula total

Pengukuran kandungan total gula dilakukan di Laboratorium Terpadu IPB setelah masa pengamatan selesai (setelah hari ke-8) dilakukan secara kimiawi menggunakan metode *Luff-Schoorl* dan dinyatakan dalam satuan %.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat interaksi antar-perlakuan KMnO_4 x *Silica-gel* x Vitamin C, oleh karena itu dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Penggunaan KMnO_4 dalam sistem *active packaging* memberikan pengaruh terhadap beberapa karakteristik kualitas fisik dan kimia buah stroberi selama penyimpanan, terutama pada parameter total padatan terlarut ($^{\circ}\text{Brix}$), gula total, kandungan asam, dan rasio gula total/asam.
2. Penggunaan vitamin C dalam sistem *active packaging* memberikan pengaruh terhadap susut bobot buah stroberi selama penyimpanan, namun tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap parameter kimia lainnya yang diamati.
3. Penggunaan *silica-gel* dalam sistem *active packaging* memberikan pengaruh terhadap total padatan terlarut ($^{\circ}\text{Brix}$) dan kandungan asam buah stroberi. Peningkatan jumlah *silica-gel* cenderung meningkatkan kehilangan air dari buah sehingga susut bobot menjadi lebih besar.
4. Kombinasi KMnO_4 , vitamin C, dan *silica-gel* memberikan pengaruh terhadap kualitas fisik dan kimia buah stroberi selama penyimpanan. Kombinasi perlakuan K1V0S1 dan K0V0S2 mampu mempertahankan kandungan gula total, tingkat kemanisan, dan total padatan terlarut lebih baik dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya. Namun, *active packaging* yang digunakan belum mampu mempertahankan mutu stroberi secara optimal hingga akhir masa penyimpanan.

5.2 Saran

1. Disarankan untuk penelitian lanjutan melakukan optimalisasi pada jumlah dosis *silica-gel* untuk mengurangi kehilangan air yang berlebihan tanpa menurunkan efektivitas pengendalian kelembapan di dalam kemasan.
2. Perlu dilakukan pengembangan desain *active packaging* yang dapat mengurangi kondensasi dan pertumbuhan jamur sehingga mutu stroberi dapat dipertahankan lebih lama selama penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, E. R. 2023. Strategies managing smart packaging for food application. *Journal of Food and Agricultural Product*, 3(1):9-26.
<http://journal.univetbantara.ac.id/index.php/jfap>
- 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>
- Barikloo, H., and Ahmadi, E. 2018. Shelf life extension of strawberry by temperatures conditioning, chitosan coating, modified atmosphere, and clay and silica nanocomposite packaging. *Scientia Horticulturae*, 240:496-508
DOI: [10.1016/j.scienta.2018.06.012](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.06.012)
- 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/5179/3484/5363>
- Chiabrande, V., Garavaglia, L., and Giacalone, G. 2019. The Postharvest Quality of Fresh Sweet Cherries and Strawberries with an Active Packaging System. *Foods*, 8:335. DOI: [10.3390/foods8080335](https://doi.org/10.3390/foods8080335)
- Cordenunsi, B. R., Nascimento, J. R. O., Genovese, M. E., and Lajolo, F. M. 2002. Influence of Cultivar on Quality Parameters and Chemical Composition of Strawberry Fruits Following Harvest. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(9):2581–2586.
DOI: <https://doi.org/10.1021/jf011421i>
- Dutta, S. A., Barua, P. C., Sharma, S., and 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/>
- 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):119-131.
<https://journal.ukwms.ac.id/index.php/zigma/article/download/7222/5178/21562>

- 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>
- 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. DOI: [10.1007/s10311-019-00938-1](https://doi.org/10.1007/s10311-019-00938-1)
- 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.
<http://ejurnal.fkg.umi.ac.id/index.php/Sinnunmaxillofacial>
- 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 Hlm. <https://repository.binawan.ac.id/2198/1/GIZI-2022-FEBRY%20HARSANTY.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.
DOI: [10.14710/jil.22.4.1078-1087](https://doi.org/10.14710/jil.22.4.1078-1087)
- Kanaya, O. N., Hasanah, N., Asshydiqie, M., Septianingsih, V., Violita, V., Ratnasari, E., dan Dewi, K. S. 2021. Pengaruh Etilen Daun Lamtoro, Daun Mangga dan Buah Mangga Terhadap Pematangan Buah Pisang Jantan (*Musa acuminata* Colla.). *Prosiding*, 1(2):576-587.
DOI: <https://doi.org/10.24036/prosemmasbio/vol1/167>
- Khairunnisa, A. 2021. Aplikasi zeolit-kmno₄ dan silika gel untuk memperpanjang *green life* mangga arumanis (*Mangifera indica* L.). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 9(3):135–142.
DOI: <https://doi.org/10.19028/jtep.09.3.135-142>
- 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.
DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13020234>
- Lee, S. K., and Kader, A. A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20(3):207-220.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00133-](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00133-)
- 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.

DOI: <https://doi.org/10.24843/JBETA.2024.v12.i01.p08>

- Lufu, R., Ambaw, A., and Opara, U., L. 2020. Water loss of fresh fruit: Influencing pre-harvest, harvest and postharvest factors. *Scintia Horticulturae*, 272.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109519>
- 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>
- Newerli-Guz, J., Smiechowska, M., Drzewiecka, A. and Tylingo R. 2023. Bioactive Ingredients with Health-Promoting Properties of Strawberry Fruit (*Fragaria x ananassa Duchesne*). *Molecules*, 28:2711
DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules28062711>
- 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).
DOI: [10.1088/17551315/759/1/012020](https://doi.org/10.1088/17551315/759/1/012020)
- Olechnikov, 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.
DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100975>
- 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):27-33. DOI: <https://doi.org/10.37366/juthap.v1i1.3407>
- 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):29-33. DOI: [10.25299/jrec.2022.vol4\(1\).9363](https://doi.org/10.25299/jrec.2022.vol4(1).9363)
- 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.
DOI: <https://doi.org/10.3390/polym16243518>
- Romanazzi, G., Smilanick, J. L., Feliziani, E., and Droby, S. 2016. Integrated management of postharvest gray mold on fruit crops. *Postharvest Biology and Technology*, 113:69–76
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.11.003>

- Rusková, M., Opálková Šišková, A., Mosnáčková, K., Gago, C., Guerreiro, A., Bučková, M., Puškárová, A., Pangallo, D., and Antunes, M. D. 2023. Biodegradable active packaging enriched with essential oils for enhancing the shelf life of strawberries. *Antioxidants* (Basel), 12(3):755.
DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox12030755>
- 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.
DOI: [10.9734/IJECC/2024/v14i13842](https://doi.org/10.9734/IJECC/2024/v14i13842)
- Suci, P. R., Hapsari, N., dan Dwi, R. 2021. Analisis kadar beta karoten dan vitamin C buah juwet (*Syzygium cumini*) secara spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 4(1):121–128.
DOI: <https://doi.org/10.36387/jifi.v4i1.601>
- Syska, K. 2023. Ulasan kritis: kemajuan nanoformulasi minyak atsiri untuk pengawetan pangan. *Agritech*, 17(2):149-159.
[Http://agritech.unhas.ac.id/ojs/index.php/at](http://agritech.unhas.ac.id/ojs/index.php/at)
- 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.
<http://www.mdpi.com/journal/antibiotics>
- 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.
DOI: <http://dx.doi.org/10.20961/carakatani.v36i1.43027>
- Wulandari, D. 2021. Karakteristik fisik dan kimia *fresh cheese* dengan ekstrak stroberi sebagai koagulan. *Jurnal Ilmu Ternak*, 21(2):117-123.
DOI: [10.24198/jit.v21i2.36318](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., and Coma, V. 2018. Active packaging applications for food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(1):65–199.
DOI: [10.1111/1541-4337.12322](https://doi.org/10.1111/1541-4337.12322)