



## Pengaruh Perubahan Buah Jambu Biji (*Psidium Guajava L*) Selama Penyimpanan dalam Suhu Rendah dengan Metode Pembungkusan

Dimas Pratama<sup>1</sup>, Desi Sri Pasca Sari Sembiring<sup>2\*</sup>, Maimunah Siregar<sup>3</sup>,  
Mohd. Syaifudin Bin Abdul Rahman<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Agroteknologi,  
Universitas Pembangunan Panca Budi, Indonesia

<sup>2-3</sup>Magister Ilmu Pertanian, Universitas Pembangunan Panca Budi, Indonesia

<sup>4</sup>Malaysian Agriculture Research and development Institute (MARDI), Malaysia

\*Penulis Korespondensi: [desisripascasari@dosen.pancabudi.ac.id](mailto:desisripascasari@dosen.pancabudi.ac.id)

**Abstract.** This study aimed to determine the effect of packaging methods on the quality of guava fruit (*Psidium guajava L.*) during low-temperature storage. The research was conducted at the Horticulture Laboratory of the Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI), Malaysia, from July to August 2025. The research method used was an experimental approach with five packaging treatments, namely T1 (PP650 without MAP), T2 (PP650 + MAP PP), T3 (PP650 + MAP PE), T4 (vacuum packaging PP), and T5 (450-micron MAP seal). The observed parameters included fruit weight, pH, malic acid content, tartaric acid content, and fruit size on day 0, day 4, day 8, and day 12 of storage. The results showed that packaging methods affected the quality of guava fruit during low-temperature storage. The treatment without MAP experienced a faster decline in quality, indicated by an increase in pH, a decrease in organic acid content, and fruit weight loss. In contrast, MAP and vacuum packaging treatments were able to maintain fruit weight, acid content, and fruit size better until the 12th day of storage. Treatment T2 (PP650 + MAP PP) and T3 (PP650 + MAP PE) showed the best results in maintaining fruit quality compared to the other treatments. Based on the results of this study, the use of MAP and vacuum packaging methods is recommended for guava storage because they can slow down quality deterioration and extend the shelf life of the fruit, which aligns with recent parameters of low-temperature fruit handling (Chen et al., 2024; Etemadipoor et al., 2020; Fan et al., 2022).

**Keywords:** Fruit Quality; Guava; Low-Temperature Storage; MAP; Vacuum Packaging.

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh metode pembungkusan terhadap kualitas buah jambu biji (*Psidium guajava L.*) selama penyimpanan suhu rendah. Penelitian dilakukan di Laboratorium Hortikultura, Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI), Malaysia, selama bulan Juli hingga Agustus 2025. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan lima perlakuan kemasan, yaitu T1 (PP650 tanpa MAP), T2 (PP650 + MAP PP), T3 (PP650 + MAP PE), T4 (vacuum packaging PP), dan T5 (MAP seal 450 mikron). Parameter yang diamati meliputi berat buah, pH, kandungan *malic acid*, *tartaric acid*, dan ukuran buah pada hari ke-0, hari ke-4, hari ke-8, dan hari ke-12 penyimpanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode pembungkusan berpengaruh terhadap kualitas buah jambu biji selama penyimpanan suhu rendah. Perlakuan tanpa MAP mengalami penurunan mutu lebih cepat yang ditandai dengan peningkatan pH, penurunan kandungan asam organik, serta kehilangan berat buah. Sebaliknya, perlakuan MAP dan *vacuum packaging* mampu mempertahankan berat, kandungan asam, dan ukuran buah lebih baik hingga hari ke-12 penyimpanan. Perlakuan T2 (PP650 + MAP PP) dan T3 (PP650 + MAP PE) menunjukkan hasil terbaik dalam menjaga mutu buah dibandingkan perlakuan lainnya. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan metode MAP dan *vacuum packaging* direkomendasikan dalam penyimpanan buah jambu biji karena mampu memperlambat penurunan mutu dan memperpanjang umur simpan buah, sebagaimana efektivitas kombinasi kemasan aktif dan suhu dingin ini juga telah diuji pada komoditas buah tropis sejenis (Ralle et al., 2025; Wardani et al., 2025).

**Kata Kunci:** Jambu Biji; Kualitas Buah; MAP; Penyimpanan Suhu Rendah; *Vacuum Packaging*.

### 1. LATAR BELAKANG

Jambu biji (*Psidium guajava L.*) merupakan buah bernilai komersial tinggi di Indonesia. Buah ini dipasarkan mulai dari pasar tradisional hingga pasar modern, sehingga menunjukkan bahwa jambu biji dikonsumsi secara luas oleh masyarakat dan memiliki daya saing tinggi.

Untuk meningkatkan daya saing tersebut, buah jambu biji yang dipasarkan harus memenuhi standar mutu pasar. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, produksi jambu biji di Indonesia mengalami peningkatan yang cukup pesat dari tahun 2017 hingga 2021. Pada tahun 2017 total produksi jambu biji mencapai 200.697ton dan meningkat menjadi 422.491ton pada tahun 2021 (Statistik, 2022).

Secara ekonomi, jambu biji memiliki nilai jual yang kompetitif dan permintaan pasar yang tinggi, baik untuk konsumsi segar maupun sebagai bahan baku industri makanan dan minuman. Permintaan terhadap jambu biji terus meningkat karena buah ini banyak diolah menjadi jus, minuman sari buah, selai, dan produk olahan lainnya. Selain itu, tingginya kandungan gizi jambu biji membuat permintaan pasar terhadap buah ini terus meningkat di berbagai daerah (Ayub & Fitrilinda, 2024). Data produksi hortikultura juga menunjukkan bahwa luas panen dan produksi jambu biji di Indonesia terus meningkat dalam beberapa tahun terakhir karena tingginya minat masyarakat terhadap buah yang kaya vitamin C ini (Statistik, 2022).

Penanganan pascapanen yang kurang tepat dapat mempercepat penurunan mutu buah, baik dari segi berat, tekstur, kandungan asam, maupun umur simpan. Oleh karena itu, diperlukan metode penyimpanan dan pengemasan yang mampu mempertahankan kualitas buah agar tetap layak dikonsumsi dan memiliki nilai jual yang tinggi (Sasti et al., 2025).

Dari segi gizi, jambu biji dikenal sebagai salah satu sumber vitamin C tertinggi di antara buah tropis lainnya. Selain itu, jambu biji juga mengandung serat pangan, mineral seperti kalsium, fosfor, dan zat besi, serta senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan likopen (Melinda et al., 2024). Kandungan senyawa tersebut berperan sebagai antioksidan alami yang bermanfaat untuk menjaga daya tahan tubuh dan menangkal radikal bebas. Oleh karena itu, jambu biji sering digolongkan sebagai buah fungsional (*functional food*) yang tidak hanya memiliki nilai gizi, tetapi juga memberikan efek fisiologis yang baik bagi kesehatan tubuh (Hanif1 et al., 2021).

## 2. KAJIAN TEORITIS

Jambu biji (*Psidium guajava L.*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta kandungan gizi yang baik bagi kesehatan. Buah ini kaya akan vitamin C, serat, serta senyawa bioaktif seperti flavonoid dan likopen yang berfungsi sebagai antioksidan (Pratiwi et al., 2024). Meskipun demikian, jambu biji tergolong buah klimakterik yang masih mengalami proses respirasi setelah panen, sehingga mudah mengalami penurunan kualitas seperti perubahan warna, tekstur, dan aroma (Kalsum et al., 2017).

Penanganan pascapanen yang tepat diperlukan untuk mempertahankan mutu buah. Salah satu metode yang umum digunakan adalah penyimpanan suhu rendah. Suhu rendah mampu menekan laju respirasi, aktivitas enzim, serta pertumbuhan mikroorganisme sehingga dapat memperpanjang umur simpan buah (Prabasari, 2024). Namun, efektivitas penyimpanan dingin dapat ditingkatkan dengan penggunaan teknologi pengemasan. Penelitian oleh (Prabasari, 2024), menunjukkan bahwa kombinasi suhu dingin 10°C mampu mempertahankan kualitas buah jambu biji merah selama penyimpanan hingga 30 hari.

### **Modified Atmosphere Packaging (MAP)**

Merupakan teknologi pengemasan yang mengatur komposisi gas di dalam kemasan dengan menurunkan kadar oksigen dan meningkatkan karbon dioksida. Kondisi ini dapat memperlambat proses pematangan dan kerusakan buah. Selain itu, vacuum packaging juga dapat digunakan untuk mengurangi kandungan oksigen dalam kemasan sehingga menghambat reaksi oksidatif dan pertumbuhan mikroorganisme (Yadav et al., 2022).

Penggunaan bahan kemasan seperti polyethylene (PE) dan polypropylene (PP) juga berpengaruh terhadap kualitas buah selama penyimpanan. Kedua bahan tersebut memiliki sifat permeabilitas gas dan uap air yang berbeda, sehingga mempengaruhi tingkat kelembapan dan pertukaran gas di dalam kemasan (Yousaf et al., 2024). Oleh karena itu, kombinasi antara jenis kemasan dan penyimpanan suhu rendah diharapkan mampu mempertahankan kualitas jambu biji lebih baik selama penyimpanan (Yousaf et al., 2024).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan MAP dan vacuum packaging memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap mutu jambu biji dibandingkan tanpa perlakuan. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa perlakuan tertentu dapat membantu mempertahankan berat, ukuran, dan kualitas produk pertanian. Selain itu, kemampuan kemasan dalam menjaga kelembapan dan mengurangi kehilangan air juga berpengaruh terhadap kestabilan mutu selama penyimpanan (Harahap et al., 2023).

## **3. METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hortikultura, Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI), Malaysia. Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia. Penelitian ini dilaksanakan di Minggu kedua bulan July sampai awal agustus 2025 di lab hortikultur Mardi yang berfokus ke tanaman hortikultura, termasuk buah buahan, sayur sayuran, bunga, dan tanaman hias.

## **Bahan dan Alat**

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah jambu biji (*Psidium guajava* L.) dengan tingkat kematangan seragam. Pemilihan bahan pembungkus berbasis polimer semipermeabel ini merujuk pada standar proteksi mekanis dan pengelolaan uap air pascapanen (Adistye et al., 2025; Perez-Vazquez et al., 2023). Bahan pendukung berupa plastik pembungkus yang terdiri dari beberapa jenis, yaitu plastik PACK, polyethylene (PE), polypropylene (PP), serta kemasan dengan teknologi Modified Atmosphere Packaging (MAP) dan vacuum packaging. Karakteristik permeabilitas uap air dan ketahanan mekanik dari polimer kemasan ini sangat krusial dalam menahan transpirasi (Adistye et al., 2025; Perez-Vazquez et al., 2023).

Alat yang digunakan meliputi timbangan digital, lemari pendingin (suhu rendah  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ), pH meter, pisau, talenan, colorimeter, penetrometer, chroma meter, serta alat pengukur gas ( $\text{O}_2$  dan  $\text{CO}_2$ ) yang terhubung dengan perangkat komputer/laptop. Pengukuran stabilitas fisikokimia ini sejalan dengan standarisasi pengujian kualitas interior buah pascapanen (Putri et al., 2026; Nurrahmah et al., 2024).

## **Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen dengan metode Modified Atmosphere Packaging (MAP) yang dikombinasikan dengan berbagai jenis bahan pembungkus. Perlakuan yang diuji terdiri dari lima jenis kemasan, yaitu:

- a. T1: Pembungkus plastik PACK
- b. T2: Pembungkus plastik PE
- c. T3: Pembungkus + MAP (PE)
- d. T4: Pembungkus + vacuum packaging (PP)
- e. T5: Kemasan MAP seal 450 mikron

## **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Kondisi Awal Jambu Lohan**

Berdasarkan perlakuan yang digunakan, T1 merupakan perlakuan kontrol berupa PP650 tanpa MAP sehingga digunakan sebagai pembanding terhadap perlakuan lainnya. T2 menggunakan PP650 yang dikombinasikan dengan MAP berbahan PP, sedangkan T3 menggunakan PP650 dengan MAP berbahan PE. T4 merupakan perlakuan vacuum packaging berbahan PP yang bertujuan mengurangi kandungan oksigen di dalam kemasan, sedangkan T5 menggunakan MAP seal 450 mikron. Kelima perlakuan ini diterapkan untuk mengetahui kemampuan masing-masing jenis kemasan dalam mempertahankan kualitas jambu lohan

selama penyimpanan suhu rendah. Parameter yang diamati meliputi berat buah, pH, kandungan malic acid, tartaric acid, dan ukuran buah. Data hasil pengamatan disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

**Tabel 1.** Data Hari Awal Jambu Lohan.

| No. | Perlakuan                    | Berat   | pH   | Malic | Tartaric | Ukuran |
|-----|------------------------------|---------|------|-------|----------|--------|
| 1.  | T1 = PP650<br>tanpa Map      | 30.2611 | 3.78 | 0.264 | 0.295    | 5.01   |
| 2.  | T2 = PP650 +<br>Map PP       | 30.0212 | 3.78 | 0.205 | 0.229    | 5.01   |
| 3.  | T3 = PP650 +<br>Map PE       | 30.4825 | 3.82 | 0.236 | 0.264    | 5      |
| 4.  | T4 = PP650<br>Vacuum Pack PP | 30.4604 | 3.86 | 0.213 | 0.239    | 5.07   |
| 5.  | T5 = 450 Map<br>Seal         | 30.503  | 3.85 | 0.217 | 0.241    | 5.04   |

*Sumber : Analisis Data Primer, 2025.*

Pada Tabel 1 terlihat bahwa kondisi awal buah jambu lohan pada seluruh perlakuan masih relatif seragam. Berat buah berada pada kisaran 30,02–30,48 gram, pH antara 3,78–3,86, kandungan malic acid berkisar 0,205–0,264, tartaric acid 0,229–0,295, dan ukuran buah sekitar 5,00–5,07 cm. Keseragaman data awal ini menunjukkan bahwa bahan penelitian yang digunakan cukup homogen sehingga perbedaan yang muncul pada pengamatan berikutnya lebih dipengaruhi oleh perlakuan kemasan daripada perbedaan mutu awal buah. Perlakuan T3 memiliki berat awal tertinggi yaitu 30,4825 gram, sedangkan T2 memiliki berat terendah yaitu 30,0212 gram. Nilai pH awal yang masih rendah menunjukkan bahwa buah masih berada pada fase segar dengan kandungan asam organik yang cukup tinggi. Kandungan malic acid dan tartaric acid yang relatif tinggi pada tahap awal juga menunjukkan bahwa buah belum mengalami proses respirasi dan pematangan secara intensif.

Pada pengamatan awal, pengukuran kadar gas CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> dilakukan untuk mengetahui kondisi atmosfer di dalam kemasan pada masing-masing perlakuan. Perbedaan konsentrasi gas ini sangat penting karena dapat memengaruhi laju respirasi buah selama penyimpanan. Perlakuan tanpa MAP umumnya memiliki kadar CO<sub>2</sub> lebih rendah dan O<sub>2</sub> lebih tinggi karena tidak ada modifikasi atmosfer di dalam kemasan. Sebaliknya, perlakuan MAP dan vacuum packaging mulai menunjukkan perubahan komposisi gas, yaitu peningkatan CO<sub>2</sub> dan penurunan O<sub>2</sub>. Kondisi ini menunjukkan bahwa kemasan mampu menciptakan lingkungan yang dapat menekan respirasi buah sehingga proses pematangan berlangsung lebih lambat.

**Tabel 2.** Data Kadar CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> Awal Jambu Lohan.

| No. | Perlakuan                 | Gas             |                |
|-----|---------------------------|-----------------|----------------|
|     |                           | CO <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> |
| 1.  | T1 = PP650 tanpa Map      | 0.5459          | 18.76          |
|     |                           | 0.4797          | 16.19          |
|     |                           | 0.867           | 17.26          |
| 2.  | T2 = PP650 + Map PP       | 0.7165          | 20.08          |
|     |                           | 0.7452          | 19.27          |
|     |                           | 1.595           | 19.51          |
| 3.  | T3 = PP650 + Map PE       | 0.6732          | 19.22          |
|     |                           | 0.7654          | 20.96          |
|     |                           | 0.6654          | 20.12          |
| 4.  | T4 = PP650 Vacuum Pack PP | 0.5426          | 20.22          |
|     |                           | 0.5428          | 20.12          |
|     |                           | 0.5298          | 19.29          |
| 5.  | T5 = 450 Map Seal         | 0.5422          | 19.32          |
|     |                           | 0.4236          | 19.32          |
|     |                           | 0.4312          | 20.17          |

Sumber : Analisis Data Primer, 2025.

Berdasarkan data pada tabel, perlakuan T2 dan T3 menunjukkan kadar CO<sub>2</sub> yang relatif lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya, sedangkan kadar O<sub>2</sub> masih berada pada kisaran yang cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pada awal penyimpanan proses respirasi buah masih berlangsung normal dan belum terjadi akumulasi gas yang terlalu besar di dalam kemasan. Perlakuan tanpa MAP memiliki kadar CO<sub>2</sub> yang lebih rendah karena tidak terdapat modifikasi atmosfer, sedangkan perlakuan MAP dan vacuum packaging mulai membentuk kondisi lingkungan yang lebih terkendali untuk memperlambat proses pematangan buah.

#### Pengamatan Hari ke-4 Jambu Lohan

**Tabel 3.** Data Jambu Lohan Hari ke-4.

| No. | Perlakuan                 | Waktu  | Berat   | pH   | Malic | Tartaric | Ukuran |
|-----|---------------------------|--------|---------|------|-------|----------|--------|
| 1.  | T1 = PP650 Tanpa Map      | Hari-4 | 30.2458 | 3.85 | 0.233 | 0.261    | 5      |
|     |                           |        | 29.5929 | 3.74 | 0.21  | 0.235    | 5.2    |
|     |                           |        | 29.7688 | 3.92 | 0.203 | 0.277    | 5.1    |
|     |                           |        | 29.9237 | 3.9  | 0.211 | 0.237    | 5.11   |
| 2.  | T2 = PP650 + Map PP       | Hari-4 | 33.149  | 3.76 | 0.266 | 0.298    | 5.21   |
|     |                           |        | 29.8717 | 3.77 | 0.272 | 0.305    | 5.18   |
|     |                           |        | 30.1015 | 3.7  | 0.276 | 0.309    | 5.19   |
|     |                           |        | 29.5238 | 3.7  | 0.297 | 0.332    | 5.12   |
| 3.  | T3 = PP650 + Map Pe       | Hari-4 | 30.5733 | 3.80 | 0.271 | 0.304    | 5.05   |
|     |                           |        | 30.0525 | 3.81 | 0.244 | 0.274    | 5.08   |
|     |                           |        | 30.3881 | 3.72 | 0.284 | 0.317    | 5.25   |
|     |                           |        | 31.5727 | 3.79 | 0.272 | 0.304    | 5.02   |
| 4.  | T4 = PP650 Vacuum Pack PP | Hari-4 | 30.1687 | 3.78 | 0.275 | 0.308    | 5.08   |
|     |                           |        | 30.56   | 3.75 | 0.255 | 0.286    | 5.18   |
|     |                           |        | 29.9455 | 3.77 | 0.262 | 0.293    | 5.14   |
|     |                           |        | 29.5357 | 3.78 | 0.273 | 0.306    | 5.08   |
| 5.  | T5 = 450 Map Seal         | Hari-4 | 30.1541 | 3.76 | 0.289 | 0.324    | 5.04   |
|     |                           |        | 30.6583 | 3.74 | 0.303 | 0.339    | 5.14   |
|     |                           |        | 30.3882 | 3.73 | 0.233 | 0.253    | 5.25   |
|     |                           |        | 29.5233 | 3.32 | 0.214 | 0.256    | 5.21   |

Sumber : Analisis Data Primer, 2025.

Pada Tabel 3 atau pengamatan hari ke-4, mulai terlihat adanya perubahan mutu buah akibat proses penyimpanan. Berat buah pada perlakuan T1 cenderung menurun dibanding kondisi awal, yang menunjukkan adanya kehilangan air akibat respirasi dan transpirasi. Perlakuan T2 dan T3 justru masih mampu mempertahankan berat buah lebih baik, terutama T2 yang memiliki berat hingga 33,149gram pada salah satu ulangan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan MAP mampu mengurangi kehilangan kadar air sehingga buah tetap memiliki bobot yang relatif stabil. Nilai pH pada sebagian besar perlakuan mulai meningkat dibanding kondisi awal. Peningkatan pH ini menunjukkan bahwa kandungan asam organik di dalam buah mulai berkurang akibat digunakan dalam proses respirasi. Pada perlakuan T1, pH mencapai 3,92, sedangkan pada T3 bahkan terdapat nilai pH 5,79 yang menunjukkan adanya percepatan pematangan atau kemungkinan kerusakan pada salah satu sampel. Kandungan malic acid dan tartaric acid pada perlakuan T2 dan T4 cenderung lebih tinggi dibanding T1, yang berarti perlakuan tersebut lebih mampu mempertahankan kandungan asam buah selama penyimpanan. Dari segi ukuran, seluruh perlakuan masih menunjukkan ukuran yang relatif stabil di kisaran 5,00–5,25 cm, sehingga pada hari ke-4 belum terjadi penyusutan ukuran yang terlalu besar. Secara umum, pada tahap ini perlakuan MAP dan vacuum packaging mulai menunjukkan kemampuan dalam menjaga mutu buah lebih baik dibanding perlakuan tanpa MAP.

Pada hari ke-4 penyimpanan, perubahan komposisi gas di dalam kemasan mulai terlihat lebih jelas. Kadar CO<sub>2</sub> pada seluruh perlakuan meningkat dibanding kondisi awal, sedangkan kadar O<sub>2</sub> cenderung menurun. Peningkatan CO<sub>2</sub> terjadi akibat aktivitas respirasi buah yang menghasilkan gas karbon dioksida selama penyimpanan. Perlakuan MAP dan vacuum packaging menunjukkan akumulasi CO<sub>2</sub> yang lebih tinggi dibanding perlakuan tanpa MAP karena gas tertahan di dalam kemasan. Di sisi lain, kadar O<sub>2</sub> yang lebih rendah pada perlakuan tersebut menunjukkan bahwa respirasi buah dapat ditekan sehingga laju pematangan berjalan lebih lambat. Kondisi ini mendukung kemampuan MAP dan vacuum packaging dalam mempertahankan mutu buah pada hari ke-4 penyimpanan.

**Tabel 4.** Data Kadar CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> Jambu Lohan Hari ke-4.

| No. | Perlakuan                 | Gas             |                |
|-----|---------------------------|-----------------|----------------|
|     |                           | CO <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> |
| 1.  | T1 = PP650 tanpa Map      | 2.9033          | 15.89          |
|     |                           | 2.2858          | 16.43          |
|     |                           | 2.8087          | 17.91          |
| 2.  | T2 = PP650 + Map PP       | 3.6112          | 18.43          |
|     |                           | 4.1575          | 16.74          |
|     |                           | 4.0506          | 18.1           |
| 3.  | T3 = PP650 + Map PE       | 3.7716          | 15.36          |
|     |                           | 4.1741          | 17.82          |
|     |                           | 2.731           | 16.69          |
| 4.  | T4 = PP650 Vacuum Pack PP | 3.6917          | 17.34          |
|     |                           | 3.9138          | 18.43          |
|     |                           | 1.8923          | 16.76          |
| 5.  | T5 = 450 Map Seal         | 2.1523          | 17.66          |
|     |                           | 2.1176          | 18.32          |
|     |                           | 1.8823          | 17.32          |

Sumber : Analisis Data Primer, 2025.

Berdasarkan data pada hari ke-4, kadar CO<sub>2</sub> pada seluruh perlakuan mengalami peningkatan dibanding kondisi awal, sedangkan kadar O<sub>2</sub> mulai menurun. Perlakuan T2, T3, dan T4 menunjukkan kadar CO<sub>2</sub> yang lebih tinggi dibanding T1, yang menandakan bahwa kemasan MAP dan vacuum packaging mampu menahan gas hasil respirasi di dalam kemasan. Penurunan kadar O<sub>2</sub> pada perlakuan tersebut juga menunjukkan bahwa aktivitas respirasi buah mulai ditekan, sehingga proses pematangan berlangsung lebih lambat dibanding perlakuan tanpa MAP.

#### **Pengamatan Hari ke-8 Jambu Lohan**

Pada hari ke-8, perubahan kadar gas semakin nyata seiring meningkatnya aktivitas fisiologis buah selama penyimpanan. Konsentrasi CO<sub>2</sub> pada sebagian besar perlakuan terus meningkat, sedangkan kadar O<sub>2</sub> semakin menurun. Perlakuan T2 dan T3 menunjukkan kadar CO<sub>2</sub> yang relatif tinggi disertai penurunan O<sub>2</sub>, yang menandakan bahwa atmosfer di dalam kemasan telah berubah dan mampu menghambat laju respirasi buah. Sementara itu, perlakuan tanpa MAP masih menunjukkan fluktuasi gas yang lebih besar sehingga buah lebih cepat mengalami penurunan mutu. Semakin tinggi CO<sub>2</sub> dan semakin rendah O<sub>2</sub> di dalam kemasan, maka proses pematangan dan kerusakan buah cenderung lebih lambat karena aktivitas metabolisme buah dapat ditekan.

**Tabel 5.** Data Jambu Lohan Hari ke-8.

| No. | Perlakuan                       | Waktu  | Berat   | pH   | Malic | Tartaric | Ukuran |
|-----|---------------------------------|--------|---------|------|-------|----------|--------|
| 1.  | T1 = PP650<br>tanpa Map         | Hari-8 | 30.2197 | 4.09 | 0.326 | 0.365    | 5.15   |
|     |                                 |        | 29.8885 | 4.11 | 0.255 | 0.285    | 5.14   |
|     |                                 |        | 30.7401 | 3.84 | 0.263 | 0.295    | 5.2    |
|     |                                 |        | 31.849  | 3.96 | 0.218 | 0.244    | 5.11   |
| 2.  | T2 = PP650 +<br>Map PP          | Hari-8 | 30.1065 | 3.91 | 0.303 | 0.339    | 5.02   |
|     |                                 |        | 31.0458 | 3.78 | 0.304 | 0.34     | 5.19   |
|     |                                 |        | 31.0419 | 3.98 | 0.272 | 0.305    | 5.08   |
|     |                                 |        | 30.7567 | 4    | 0.303 | 0.339    | 5      |
| 3.  | T3 = PP650<br>+Map PE           | Hari-8 | 30.8386 | 3.94 | 0.288 | 0.322    | 5.01   |
|     |                                 |        | 30.0718 | 3.94 | 0.285 | 0.1319   | 5      |
|     |                                 |        | 26.3836 | 4.01 | 0.282 | 0.315    | 5.01   |
|     |                                 |        | 30.3561 | 4.07 | 0.282 | 0.316    | 5      |
| 4.  | T4 = PP650<br>Vacuum Pack<br>PP | Hari-8 | 31.9254 | 3.78 | 0.282 | 0.315    | 5.06   |
|     |                                 |        | 32.9609 | 3.75 | 0.298 | 0.311    | 5      |
|     |                                 |        | 30.1712 | 3.77 | 0.278 | 0.311    | 5.01   |
|     |                                 |        | 314,065 | 3.78 | 0.235 | 0.243    | 5.08   |
| 5.  | T5 = 450 Map<br>Seal            | Hari-8 | 33.093  | 4.01 | 0.239 | 0.27     | 5.04   |
|     |                                 |        | 30.9252 | 4,0  | 0.243 | 0.267    | 5.14   |
|     |                                 |        | 30.5872 | 4.06 | 0.233 | 0.272    | 5.25   |
|     |                                 |        | 29.9439 | 4.08 | 0.235 | 0.2763   | 5.21   |
|     |                                 |        |         | 4.01 | 0.217 | 0.2439   |        |

*Sumber : Analisis Data Primer, 2025 Data Jambu Lohan Hari ke – 8 Jambu Lohan.*

Pada Tabel 5 atau pengamatan hari ke-8, perubahan mutu buah menjadi lebih jelas terlihat. Berat buah pada T1 masih berfluktuasi dan menunjukkan adanya kehilangan bobot akibat penguapan air. Sebaliknya, perlakuan T4 dan T5 cenderung mampu mempertahankan berat buah lebih baik. Pada T4 terdapat berat mencapai sekitar 32,9609 gram, sedangkan pada T5 mencapai 33,093 gram. Hal ini menunjukkan bahwa vacuum packaging dan MAP seal mampu menekan kehilangan kadar air selama penyimpanan. Nilai pH pada hari ke-8 umumnya meningkat menjadi sekitar 3,91–4,11. Peningkatan pH ini menunjukkan bahwa kandungan asam dalam buah semakin berkurang seiring berlangsungnya proses pematangan. Perlakuan T1 menunjukkan nilai pH yang lebih tinggi dibanding perlakuan lain, yang menandakan buah tanpa perlakuan MAP mengalami pematangan lebih cepat. Kandungan malic acid dan tartaric acid juga mulai mengalami penurunan pada sebagian besar perlakuan. Penurunan asam organik terjadi karena senyawa tersebut digunakan sebagai substrat respirasi selama penyimpanan. Perlakuan T2 dan T4 masih mampu mempertahankan kandungan asam lebih baik dibanding perlakuan lain, sehingga menunjukkan bahwa kemasan MAP dan vacuum packaging efektif dalam memperlambat laju respirasi. Dari sisi ukuran, buah relatif tetap stabil pada kisaran 5,00–5,20 cm. Hal ini menunjukkan bahwa walaupun terjadi perubahan internal seperti penurunan asam dan peningkatan pH, perubahan fisik luar buah masih belum terlalu signifikan pada hari ke-8.

**Tabel 6.** Data Kadar CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> Jambu Lohan Hari ke-8.

| No. | Perlakuan                 | Gas             |                |
|-----|---------------------------|-----------------|----------------|
|     |                           | CO <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> |
| 1.  | T1 = PP650 tanpa Map      | 5.4341          | 15.44          |
|     |                           | 3.3661          | 15.76          |
|     |                           | 3.7238          | 16.32          |
| 2.  | T2 = PP650 + Map PP       | 4.1328          | 17.32          |
|     |                           | 4.6621          | 14.62          |
|     |                           | 4.3329          | 15.32          |
| 3.  | T3 = PP650 + Map PE       | 4.1165          | 16.11          |
|     |                           | 5.1127          | 14.54          |
|     |                           | 4.1312          | 18.21          |
| 4.  | T4 = PP650 Vacuum Pack PP | 3.9916          | 17.42          |
|     |                           | 4.1328          | 14.34          |
|     |                           | 3.2187          | 14.59          |
| 5.  | T5 = 450 Map Seal         | 3.3126          | 14.11          |
|     |                           | 3.3336          | 14.87          |
|     |                           | 2.9376          | 14.11          |

*Sumber : Analisis Data Primer, 2025.*

Berdasarkan data pada hari ke-8, kadar CO<sub>2</sub> semakin meningkat pada hampir seluruh perlakuan, terutama pada T1, T2, dan T3. Peningkatan ini menunjukkan bahwa respirasi buah masih berlangsung aktif selama penyimpanan. Sementara itu, kadar O<sub>2</sub> semakin menurun, terutama pada perlakuan T2, T4, dan T5. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kemasan MAP dan vacuum packaging mampu menciptakan atmosfer yang lebih stabil dengan kandungan O<sub>2</sub> rendah dan CO<sub>2</sub> lebih tinggi, sehingga laju respirasi, pematangan, dan kerusakan buah dapat ditekan.

#### **Pengamatan Hari ke-12 Jambu Lohan**

Pada hari ke-12 penyimpanan, kadar CO<sub>2</sub> pada seluruh perlakuan mengalami peningkatan yang cukup tinggi, sedangkan kadar O<sub>2</sub> terus mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa respirasi buah masih berlangsung selama penyimpanan dan menghasilkan akumulasi karbon dioksida di dalam kemasan. Perlakuan T2 dan T3 masih menunjukkan keseimbangan gas yang lebih baik dibanding perlakuan lainnya karena mampu mempertahankan kadar CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> pada tingkat yang mendukung penyimpanan buah. Sebaliknya, perlakuan tanpa MAP mengalami perubahan gas yang lebih ekstrem sehingga buah lebih cepat matang dan mendekati pembusukan. Dengan demikian, data gas pada hari ke-12 memperkuat bahwa penggunaan MAP dan vacuum packaging efektif dalam memperlambat respirasi dan mempertahankan mutu jambu lohan selama penyimpanan suhu rendah.

**Tabel 7.** Data Jambu Lohan Hari ke-12.

| No. | Perlakuan                 | Waktu   | Berat   | pH   | Malic | Tartaric | Ukuran |
|-----|---------------------------|---------|---------|------|-------|----------|--------|
| 1.  | T1 = PP650 tanpa Map      | Hari-12 | 29.7265 | 3.83 | 0.36  | 0.403    | 5.04   |
|     |                           |         | 30.3999 | 3.92 | 0.312 | 0.349    | 5.06   |
|     |                           |         | 30.4414 | 4.05 | 0.261 | 0.292    | 5.09   |
|     |                           |         | 31.6214 | 4.1  | 0.26  | 0.291    | 5.04   |
| 2.  | T2 = PP650 + Map PP       | Hari-12 | 29.9526 | 4.08 | 0.256 | 0.286    | 5      |
|     |                           |         | 30.1303 | 4.14 | 0.24  | 0.269    | 5.04   |
|     |                           |         | 30.0851 | 4.13 | 0.273 | 0.286    | 5.01   |
|     |                           |         | 31.0936 | 4.09 | 0.222 | 0.267    | 5      |
| 3.  | T3 = PP650 +Map PE        | Hari-12 | 31.8715 | 4.1  | 0.214 | 0.306    | 5      |
|     |                           |         | 32.9092 | 4.03 | 0.31  | 0.249    | 5      |
|     |                           |         | 29.5617 | 3.86 | 0.29  | 0.24     | 5.01   |
|     |                           |         | 30.1756 | 3.95 | 0.297 | 0.347    | 5.07   |
| 4.  | T4 = PP650 Vacuum Pack PP | Hari-12 | 30.1756 | 3.78 | 0,33  | 0.325    | 5.06   |
|     |                           |         | 30.2755 | 3.75 | 0,624 | 0.333    | 5      |
|     |                           |         | 30.064  | 3.77 | 0,327 | 0.369    | 5.01   |
|     |                           |         | 30      | 3.78 | 0,327 | 0.698    | 5.08   |
| 5.  | T5 = 450 Map Seal         | Hari-12 | 30.0352 | 4.06 | 0.312 | 0.366    | 5.06   |
|     |                           |         | 29.831  | 4.19 | 0.275 | 0.417    | 5.05   |
|     |                           |         | 32.8803 | 4.19 | 0.269 | 0.349    | 5.06   |
|     |                           |         | 31.1974 | 4.18 | 0.269 | 0.307    | 5.01   |
|     |                           |         |         | 4.18 | 0.332 | 0.301    | 5.02   |
|     |                           |         |         | 4.12 | 0.221 | 0.301    | 5.03   |

*Sumber : Analisis Data Primer, 2025.*

Pada Tabel 7 atau pengamatan hari ke-12, mutu buah menunjukkan penurunan yang lebih nyata. Sebagian besar perlakuan mengalami peningkatan pH hingga mendekati atau melebihi 4,00. Hal ini menunjukkan bahwa buah telah memasuki fase matang lanjut, bahkan mendekati pembusukan pada beberapa sampel. Perlakuan T1 tanpa MAP menunjukkan peningkatan pH yang cukup tinggi hingga 4,10, sedangkan T2 dan T5 juga mencapai kisaran 4,08–4,19. Kondisi ini menunjukkan bahwa kandungan asam organik telah banyak berkurang selama penyimpanan. Kandungan malic acid dan tartaric acid pada sebagian besar perlakuan juga mengalami penurunan dibanding hari awal. Namun, T2 dan T3 masih relatif mampu mempertahankan kandungan asam dibanding T1, sehingga menunjukkan efektivitas MAP dalam memperlambat degradasi mutu buah. Berat buah pada hari ke-12 cenderung mengalami fluktuasi, tetapi secara umum menunjukkan adanya kehilangan bobot akibat respirasi dan penguapan air. Perlakuan T3 masih menunjukkan berat yang relatif tinggi dibanding perlakuan lain, sehingga dapat dikatakan bahwa kombinasi MAP PE cukup efektif dalam mempertahankan kadar air buah. Dari segi ukuran, perubahan tidak terlalu besar karena seluruh perlakuan masih berada pada kisaran 5,00–5,09 cm. Akan tetapi, secara fisiologis buah sebenarnya telah mengalami perubahan internal yang cukup besar, terutama pada kandungan asam dan pH. Berdasarkan hasil hingga hari ke-12, perlakuan MAP terutama pada T2 dan T3 dapat dikatakan lebih efektif dalam mempertahankan mutu jambu lohan dibanding perlakuan tanpa MAP.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyimpanan suhu rendah yang dikombinasikan dengan metode pembungkusan berpengaruh terhadap kualitas jambu lohan selama penyimpanan. Perlakuan tanpa MAP cenderung mengalami penurunan mutu lebih cepat, ditandai dengan peningkatan pH, penurunan kandungan asam organik, dan kehilangan berat buah. Sebaliknya, perlakuan MAP dan vacuum packaging lebih mampu mempertahankan berat, kandungan asam, serta ukuran buah hingga hari ke-12. Di antara seluruh perlakuan, T2 dan T3 menunjukkan hasil yang paling baik dalam menjaga mutu buah selama penyimpanan.

**Tabel 8.** Data Kadar CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> Jambu Lohan Hari ke-12.

| No. | Perlakuan                      | Gas             |                |
|-----|--------------------------------|-----------------|----------------|
|     |                                | CO <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> |
| 1.  | T1 = PP650 tanpa MAP           | 6.2243          | 13.43          |
|     |                                | 4.7752          | 13.67          |
|     |                                | 5.6744          | 14.11          |
| 2.  | T2 = PP650 + MAP PP            | 6.771           | 14.65          |
|     |                                | 5.2242          | 13.99          |
|     |                                | 4.5727          | 12.65          |
| 3.  | T3 = PP650 + MAP PE            | 4.3327          | 14.22          |
|     |                                | 5.1154          | 13.94          |
|     |                                | 3.9842          | 12.91          |
| 4.  | T4 = PP650 Vacuum Packaging PP | 4.7827          | 11.76          |
|     |                                | 4.0032          | 12.99          |
|     |                                | 5.7621          | 13.76          |
| 5.  | T5 = 450 MAP Seal              | 8.2361          | 13.72          |
|     |                                | 7.7735          | 12.99          |
|     |                                | 6.6638          | 15.12          |

Sumber : Analisis Data Primer, 2025.

Berdasarkan data pada hari ke-12, kadar CO<sub>2</sub> mencapai nilai tertinggi dibanding hari-hari sebelumnya, sedangkan kadar O<sub>2</sub> terus mengalami penurunan. Perlakuan T5 menunjukkan kadar CO<sub>2</sub> paling tinggi, sedangkan T4 memiliki kadar O<sub>2</sub> paling rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa respirasi buah terus berlangsung hingga akhir penyimpanan. Namun, perlakuan MAP dan vacuum packaging masih mampu mempertahankan keseimbangan gas lebih baik dibanding perlakuan tanpa MAP, sehingga mutu buah tetap lebih terjaga hingga hari ke-12.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, metode pembungkusan berpengaruh terhadap kualitas buah jambu biji selama penyimpanan suhu rendah. Perlakuan MAP dan vacuum packaging terbukti lebih efektif dibandingkan perlakuan tanpa MAP dalam mempertahankan berat, pH, kandungan malic acid, tartaric acid, ukuran buah, serta kestabilan kadar CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> di dalam kemasan. Perlakuan T2 (PP650 + MAP PP) dan T3 (PP650 + MAP PE) menunjukkan hasil

terbaik dalam menjaga mutu buah hingga hari ke-12 penyimpanan. Sementara itu, perlakuan tanpa MAP mengalami penurunan mutu lebih cepat yang ditandai dengan peningkatan pH, penurunan kandungan asam organik, peningkatan kadar CO<sub>2</sub>, serta penurunan kadar O<sub>2</sub> yang lebih tidak stabil. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa MAP dan vacuum packaging mampu menekan laju respirasi sehingga proses pematangan dan kerusakan buah berlangsung lebih lambat.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar penggunaan metode Modified Atmosphere Packaging (MAP) dan vacuum packaging diterapkan dalam penyimpanan buah jambu biji karena terbukti mampu mempertahankan mutu buah lebih lama dibandingkan perlakuan tanpa MAP. Perlakuan ini mampu menekan peningkatan pH, mempertahankan kandungan asam organik, mengurangi kehilangan berat, serta menjaga ukuran buah selama penyimpanan. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan parameter pengamatan lain seperti warna kulit buah, tekstur, kadar vitamin C, tingkat susut bobot, dan total padatan terlarut agar hasil penelitian menjadi lebih lengkap. Selain itu, penelitian lanjutan juga dapat dilakukan dengan variasi suhu penyimpanan, jenis kemasan, dan lama penyimpanan yang lebih panjang untuk mengetahui perlakuan terbaik dalam mempertahankan kualitas buah jambu biji.

### DAFTAR REFERENSI

- Adistye, S., Budirokhman, D., and Saleh, I. (2025). Pengaruh pelapisan kitosan terhadap sifat fisik dan kimia buah mangga (*mangifera indica* l.) kultivar gedong gincu. *Agroswagati Jurnal Agronomi*, 13(1):26–42.
- Ayub, D., & Fitrilinda, D. (2024). Budidaya Jambu Biji dalam Meningkatkan Perekonomian Masyarakat ( Studi Literature ). *Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(12), 14304–14309.
- Chen, N., Wei, W., Yang, Y., Chen, L., Shan, W., Chen, J., Lu, W., Kuang, J., and Wu, C. (2024). Postharvest physiology and handling of guava fruit. *Foods*, 13(5):805.
- Etemadipoor, R., Mirzaalian Dastjerdi, A., Ramezani, A., and Ehteshami, S. (2020). Ameliorative effect of gum arabic, oleic acid and/or cinnamon essential oil on chilling injury and quality loss of guava fruit. *Scientia Horticulturae*, 266:109255.
- Fan, S., Xiong, T., Lei, Q., Tan, Q., Cai, J., Song, Z., Yang, M., Chen, W., Li, X., and Zhu, X. (2022). Melatonin treatment improves postharvest preservation and resistance of guava fruit (*psidium guajava* l.). *Foods*, 11(3):262.
- Hanif1, A. A., Fauziyah, A., & Nasrulloh, N. (2021). Pengaruh Penambahan Jambu Biji Terhadap Kadar Vitamin C, Aktivitas Antioksidan dan Organoleptik Es Krim Tomat. *Jurnal Gizi Dan Kesehatan*, 5(2), 171–178. <https://doi.org/https://doi.org/10.22487/ghidza.v5i2.232>

- Harahap, A. S., Siregar, M., & Angin, F. R. P. (2023). Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Kedelai Terhadap Pemberian Pupuk Kotoran Sapi dan Poc Kulit Pisang. *JURNAL Agroplasma*, 10(2), 641–647. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.36987/agroplasma.v10i2.4932>
- Kalsum, U., Sukma, D., & Susanto, S. (2017). Pertanian Presisi Journal of Precision Agriculture. *Jurnal Pertanian Presisi*, 01(1).
- Melinda, R., Daulay, A. S., & Nasution, M. A. (2024). Penetapan Kadar Vitamin C dan Aktivitas Antioksidan Hasil Perasan Buah Jambu Biji Kristal. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 4(3), 438–449. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v4i3.28891>
- Nurrahmah, N. S., Rochima, E., Rostini, I., and Pratama, R. I. (2024). Gelatin, chitosan, and beeswax based edible packaging for food product: A review. *Asian Food Science Journal*, 23(11):10–23.
- Perez-Vazquez, A., Barciela, P., Carpena, M., and Prieto, M. (2023). Edible coatings as a natural packaging system to improve fruit and vegetable shelf life and quality. *Foods*, 12(19):3570.
- Prabasari, I. (2024). Kombinasi Perlakuan 1-Mcp Dan Suhu Dingin Dalam Mempertahankan Kualitas Buah Jambu Biji (*Psidium Guajava* L) Selama Penyimpanan. *Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian*, 9(1), 57–64. <https://doi.org/https://doi.org/10.31604/jap.v9i1.15774>
- Pratiwi, S. W., Nurmallasari, R., Rahmat, A., Pinarti, I., & Hamidah, S. (2024). Analisis Kadar Vitamin C Dalam Buah Jambu Biji Merah Iodimetri. *Jurnal Analis Kimia*, 08(02), 24–27.
- Putri, T. A., Rai, I. N., and Sugiarta, A. A. G. (2026). Physicochemical study of tejakula tangerinet fruit (*citrus reticulata* cv. tejakula) on the difference in edible coating concentration to shelf life. *Formosa Journal of Science and Technology*, 5(5):1251–1264.
- Ralle, A., Sabahannur, S., Alimuddin, S., and Dwizahra, A. (2025). Efektivitas pengemasan vakum dan penyimpanan dingin terhadap umur simpan cabai rawit (*capsicum frutescens* l.). *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 14(1):102–111.
- Sasti, I. D., Ramadhan, E. W., & Sembiring, D. S. P. S. (2025). Pengaruh Pupuk Organik Cair ( Poc ) Air Leri terhadap Pertumbuhan Pisang Barangan Merah (*Musa Acuminata* Colla). *Jurnal Studi Islam Dan Humaniora*, 5(2), 2221–2230. <https://doi.org/https://doi.org/10.37680/almikraj.v5i2.6211>
- Statistik, B. P. (2022). *Produksi Tanaman Buah-Buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Jenis Tanaman*, 2022.
- Wardani, N. P. Z. K., Suketi, K., and Arif, A. B. (2025). Karakter fisikokimia buah melon cantaloupe (*cucumis melo* l. var. cantaloupe) yang dipanen awal: Physicochemical characteristics of early harvested cantaloupe melon (*cucumis melo* l. var. cantaloupe). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 16(1):17–23.
- Yadav, A., Kumar, N., Upadhyay, A., Fawole, O. A., Mahawar, M. K., Jalgaonkar, K., Chandran, D., Rajalingam, S., Zengin, G., Kumar, M., & Mekhemar, M. (2022). Recent Advances in Novel Packaging Technologies for Shelf-Life Extension of Guava Fruits for Retaining Health Benefits for Longer Duration. *Plant*, 11(547), 2–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/plants11040547>

Yousaf, A. A., Abbasi, K. S., Suhail, M., Ibrahim, A. S., Faiz, M., & Khadim, M. (2024). Storage Stability Assessment Of Guava Fruit (*Psidium Guajava* L.) Cv. ‘Gola’ In Response To Different Packaging Materials. *Sustainable Food Technology*, 2, 210–221. <https://doi.org/10.1039/D3FB00113J>