

## Pengaruh Variasi Suhu Alat *Modified Atmosphere Storage* (MAS) Terhadap Kualitas Buah Tomat Segar Selama Proses Penyimpanan

*The Effect of Temperature Variation in the Modified Atmosphere Storage (MAS) System on the Quality of Fresh Tomato Fruit During the Storage Process*

Eusabius Paul Pega<sup>1\*</sup>, Rosalia Silaban<sup>1</sup>, Mitha Rabiyyatul Nufus<sup>1</sup>, Esra Frandika Karo-Karo<sup>1</sup>, Christin H. Bonnu<sup>1</sup>, Viona Nainggolan<sup>1</sup>, Heny M.C. Sine<sup>1</sup>

### AFILIASI

<sup>1</sup>Politeknik Pertanian Negeri  
Kupang, Kupang

\*Korespondensi:

[pegapaul1993@gmail.com](mailto:pegapaul1993@gmail.com)

**Diterima:** 26-04-2026

**Disetujui:** 05-06-2026

**COPYRIGHT @ 2026 by**  
**Agricola: Jurnal Pertanian.**  
This work is licensed under a  
Creative Commons  
Attributions 4.0 International  
License

### ABSTRACT

Tomato is one horticultural commodity with high economic value and has the potential to be exported. Domestic and international market demands for tomatoes are increasing along with the increased consumption of tomatoes in various countries. Tomatoes need serious handling, especially in improving yield, quality, and postharvest. This study aims to design and make tools to control the temperature and modified the gas composition inside the closed room (*Modified Atmosphere Storage*), to do mathematical and statistical studies regarding the effect of gas composition and temperature on quality change of tomato, and to determine the best treatment combination between the oxygen concentration and temperature for tomato storage. This research is done with the analysis of respiration rate, and quality such as water content, fruit diameter, and fruit color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). The *Modified Atmosphere Storage* tool could be made to change the gas composition inside the storage room with drain the nitrogen gas to reduce the oxygen concentration. Quality parameters such as water content, diameter, and color  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  indicate that storage at low temperatures (10–15°C) and low oxygen concentrations tends to maintain fruit quality better than storage at room temperature. However, temperatures that are too low also have the potential to cause physiological damage such as chilling injury. In addition, it can also be concluded that the best treatment combination is a combination of 10% oxygen concentration and 15°C temperature. Based on the results of statistical analysis, the combination of oxygen concentration variations and temperature variations of the MAS tool significantly affected the parameters of the respiration rate  $RO_2$  and  $L^*$  color.

**KEYWORDS:** Modified, Atmosphere, Postharvest, Storage

### ABSTRAK

Tomat adalah salah satu komoditas hortikultura yang bernilai ekonomis tinggi dan berpotensi untuk diekspor. Buah tomat memerlukan penanganan serius, terutama dalam hal peningkatan hasil, mutu, dan penanganan pascapanennya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat peralatan untuk mengatur suhu dan memodifikasi komposisi gas di dalam suatu ruangan tertutup (*Modified Atmosphere Storage*), melakukan kajian matematis maupun statistika mengenai pengaruh komposisi gas serta variasi suhu udara ruang simpan terhadap berbagai sifat fisik buah tomat dan menentukan kombinasi perlakuan terbaik antara konsentrasi oksigen dan suhu ruang simpan untuk penyimpanan buah tomat. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis laju respirasi buah selama penyimpanan serta analisis mutu yang meliputi kadar air, diameter buah, serta warna buah ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). Secara umum hasil dari penelitian ini diantaranya adalah alat *Modified Atmosphere Storage* dapat dibuat dengan merubah komposisi gas dari ruang penyimpanan dengan mengalirkan gas nitrogen untuk menurunkan konsentrasi oksigen dalam ruang simpan. Parameter mutu seperti kadar air, diameter, dan warna  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu rendah (10–15°C) dan konsentrasi oksigen rendah cenderung mempertahankan kualitas buah lebih baik dibandingkan penyimpanan pada suhu ruang. Namun, suhu yang terlalu rendah juga berpotensi menyebabkan kerusakan fisiologis seperti *chilling injury*

selain itu juga dapat disimpulkan bahwa kombinasi perlakuan terbaik terdapat pada kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 10% dan suhu 15°C. Berdasarkan hasil analisis statistik kombinasi perlakuan variasi konsentrasi oksigen dan variasi suhu alat MAS berpengaruh nyata terhadap parameter laju respirasi  $RO_2$  dan warna  $L^*$ .

**KATA KUNCI:** Modifikasi, Atmosfer, Pascapanen, Penyimpanan

## 1. PENDAHULUAN

Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*) adalah salah satu komoditas unggulan hortikultura yang memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi di negara Indonesia. Tomat adalah salah satu jenis sayuran buah yang mempunyai prospek dan peluang yang sangat baik dalam pengembangan agribisnis karena memiliki nilai ekonomi dan nilai gizi yang cukup tinggi (Hamidi, 2019). Penyimpanan merupakan salah satu tahapan pascapanen yang sangat penting dalam penanganan produk segar hasil pertanian. Namun, penerapan sistem penyimpanan pascapanen yang baik dan sesuai standar masih belum banyak dijumpai di kalangan petani maupun pedagang pengumpul di Indonesia. Keterbatasan pengetahuan, teknologi, dan sarana penyimpanan menyebabkan sebagian besar petani tidak mampu mempertahankan kesegaran hasil panennya dalam jangka waktu yang lebih lama. Akibatnya, produk yang telah dipanen harus segera dipasarkan meskipun harga jual yang berlaku belum menguntungkan. Situasi tersebut sering kali menempatkan petani pada posisi yang merugikan karena mereka terpaksa menjual hasil panen saat musim panen raya, ketika pasokan melimpah dan harga komoditas cenderung berada pada tingkat yang rendah (Bintoro, 2019).

Keterbatasan perkembangan teknologi penyimpanan pascapanen untuk produk segar telah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kondisi pasar komoditas pertanian di Indonesia, terutama pada sektor buah-buahan. Dampak yang terlihat adalah semakin banyaknya buah-buahan impor yang beredar dan mudah ditemukan di berbagai tempat penjualan di seluruh Indonesia, mulai dari pasar tradisional hingga pusat perbelanjaan modern. Kondisi ini menunjukkan bahwa produk buah impor mampu memenuhi kebutuhan pasar secara lebih konsisten dibandingkan produk lokal yang sering terkendala oleh masalah penyimpanan dan daya simpan pascapanen.

Permintaan produk tomat yang tinggi dapat dikaitkan dengan tingkat konsumsi tomat yang dilakukan oleh masyarakat. Badan Pusat Statistik (2024) menyatakan bahwa pada tahun 2024 tingkat konsumsi tomat untuk masing-masing provinsi di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya. Berdasarkan data tingkat konsumsi masyarakat tersebut, maka tanaman tomat berpotensi untuk dikembangkan dalam segi kuantitas dan kualitas agar dapat memenuhi permintaan masyarakat. Salah satu faktor yang berkontribusi terhadap tingginya nilai impor komoditas pertanian adalah masih terbatasnya perkembangan teknologi pascapanen di Indonesia (Arsy, 2018). Hingga saat ini, berbagai permasalahan pascapanen masih menjadi tantangan yang belum sepenuhnya teratasi. Keterbatasan dukungan teknologi, infrastruktur, serta kebijakan yang belum optimal dalam pengelolaan sektor pertanian, khususnya pada aspek pascapanen, menyebabkan daya saing produk pertanian domestik masih relatif rendah. Kondisi tersebut berdampak pada lambatnya perkembangan teknologi pascapanen dibandingkan dengan beberapa negara berkembang lainnya yang telah lebih maju dalam menerapkan inovasi untuk menjaga kualitas dan memperpanjang umur simpan hasil pertanian. Demikian juga dengan bantuan-bantuan teknis maupun peralatan terkait dengan proses penyimpanan produk segar bagi petani hingga saat ini hampir tidak pernah ada (Chitravati, 2015).

Sebagian besar program bantuan pemerintah di sektor pertanian masih berfokus pada kegiatan budidaya (*on farm*), seperti penyediaan pupuk, benih, insektisida, traktor, mesin panen, dan berbagai sarana produksi lainnya (Sari et al., 2013). Sementara itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan suatu sistem yang mampu mengendalikan suhu serta memodifikasi komposisi gas udara di dalam ruang penyimpanan tertutup yang dikenal sebagai *Modified Atmosphere Storage* (MAS). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis secara matematis dan statistik pengaruh variasi komposisi gas serta suhu penyimpanan terhadap karakteristik fisik buah tomat, serta menentukan kombinasi konsentrasi oksigen dan suhu penyimpanan yang paling efektif dalam mempertahankan mutu buah tomat selama masa penyimpanan.

Berdasarkan penelitian Andriyono., dkk (2023) suhu memiliki peranan penting dalam menentukan laju penguapan air serta kualitas bahan selama penyimpanan dan pengolahan pascapanen. Suhu pengeringan yang optimal (sekitar 48–60°C) mampu menurunkan kadar air hingga 12,2% dan memperpanjang daya simpan bahan. Hal ini relevan dengan penelitian “Pengaruh Variasi Suhu Alat *Modified Atmosphere Storage* (MAS) Terhadap Buah Tomat Segar Selama Proses Penyimpanan”, karena pengendalian suhu pada sistem

penyimpanan seperti MAS juga berfungsi menghambat respirasi dan kerusakan tomat, sehingga kualitas dan kesegaran produk dapat dipertahankan lebih lama.

Menurut penelitian Witdarko., dkk (2023) menekankan pentingnya pengendalian kadar air dan ukuran partikel dalam menjaga mutu produk pangan. Dalam hal penyimpanan tomat, variasi suhu dalam MAS akan mempengaruhi kehilangan air, tekstur, dan kesegaran, sebagaimana kadar air menjadi parameter penting dalam mutu produk pangan hasil olahan. Hasil penelitian Anita., dkk (2023) menunjukkan bahwa perlakuan waktu (yang berkaitan dengan kondisi lingkungan seperti suhu dan aktivitas mikroba) berpengaruh signifikan terhadap perubahan kandungan gizi seperti protein dan serat pada produk pangan. Hal ini berkaitan dengan penelitian MAS pada tomat, dimana variasi suhu selama penyimpanan juga memicu perubahan fisiologis dan kimia pada bahan segar. Dengan demikian, baik pada proses fermentasi maupun penyimpanan menggunakan MAS, pengaturan suhu menjadi faktor kunci yang menentukan perubahan mutu, baik dari sisi kandungan nutrisi maupun kualitas fisik produk.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ma'rufah dkk. (2017) menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen ( $O_2$ ) pada penyimpanan buah tomat dengan teknologi atmosfer termodifikasi berpengaruh terhadap laju respirasi rata-rata buah. Semakin tinggi konsentrasi  $O_2$  yang tersedia, semakin besar pula laju respirasi yang terjadi. Perlakuan dengan konsentrasi  $O_2$  sebesar 21% menghasilkan laju respirasi tertinggi, sedangkan laju respirasi terendah diperoleh pada konsentrasi  $O_2$  sebesar 3%. Variasi konsentrasi  $O_2$  juga memengaruhi karakteristik fisik tomat, seperti susut bobot, kadar air, dan tekstur buah selama penyimpanan. Perlakuan pada kondisi atmosfer normal dengan kandungan  $O_2$  sebesar 21% menunjukkan penurunan mutu yang paling cepat, ditandai dengan perubahan susut bobot, kadar air, dan tekstur yang lebih besar dibandingkan perlakuan lainnya, sehingga kesegaran buah hanya dapat dipertahankan hingga hari ke-6 penyimpanan. Sementara itu, perlakuan dengan konsentrasi  $O_2$  sebesar 3% tidak memberikan hasil yang optimal, yang diduga disebabkan oleh tekanan vakum yang terlalu rendah sehingga menimbulkan kerusakan fisik pada buah. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, konsentrasi  $O_2$  sebesar 5% merupakan kondisi penyimpanan yang paling efektif karena mampu mempertahankan kualitas tomat hingga 12 hari. Pada akhir periode penyimpanan, perlakuan ini menghasilkan laju konsumsi  $O_2$  rata-rata sebesar 272,8426 ml/kg·jam, laju produksi  $CO_2$  sebesar 998,1493 ml/kg·jam, konsentrasi  $O_2$  dalam kemasan sebesar 1,4%, konsentrasi  $CO_2$  sebesar 13,2%, susut bobot sebesar 0,68%, kadar air sebesar 95,35%, serta nilai tekstur sebesar 1,08 kg/cm<sup>2</sup>.

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Oktober 2025 di Laboratorium Hortikultura, Jurusan Tanaman Pangan dan Hortikultura, Politeknik Pertanian Negeri Kupang.

### 2.2. Bahan

Bahan dan komponen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi buah tomat segar varietas *Marta FI* yang dipanen pada umur 70 hari setelah tanam dan masih berada pada fase hijau, gas nitrogen ( $N_2$ ), gas oksigen ( $O_2$ ), serta gas karbon dioksida ( $CO_2$ ). Selain itu, digunakan pula berbagai perlengkapan pendukung, antara lain pipa penyalur berbahan PVC, sepasang kipas komputer merek StarTech.com, kabel listrik, saklar, sepuluh pasang baterai ukuran AA merek ABC, paku, mur, baut, pelat aluminium, insulator, styrofoam, papan kayu, tripleks, vernis, beberapa jenis perekat, plastisin, kontainer plastik berkapasitas 6 liter, karet perapat pintu kulkas, karet ban dalam sepeda motor, *petroleum jelly* (vaselin), serta berbagai bahan pendukung lainnya yang diperlukan dalam proses perakitan dan pengujian alat.

### 2.3. Alat

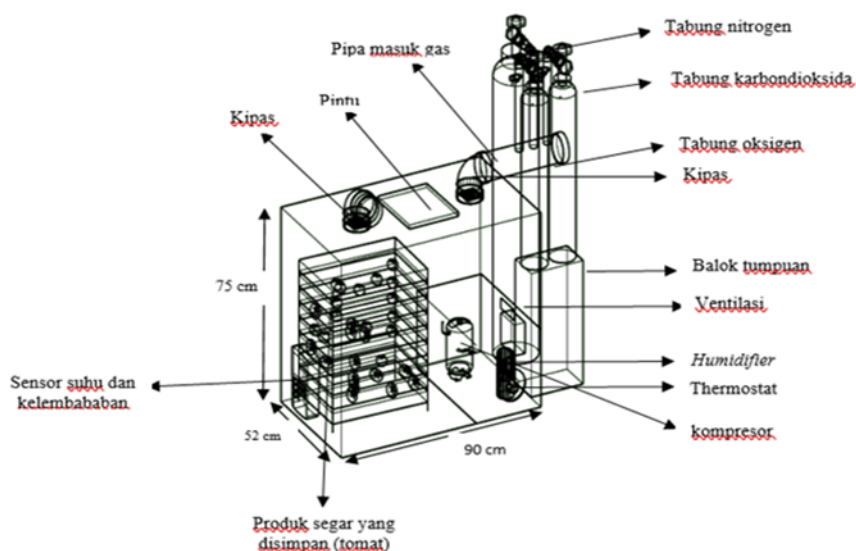
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas berbagai perangkat perbengkelan dan instrumen pengukuran yang mendukung proses pembuatan serta pengujian alat penyimpanan. Peralatan perbengkelan yang digunakan meliputi gergaji kayu, gergaji besi, kuas, kunci pas ukuran 10, 12, dan 14, seperangkat *power supply* komputer, unit mesin pendingin, obeng, palu, motor listrik, solder, gunting, nampan plastik, pisau, dan tang. Selain itu, digunakan pula berbagai instrumen pengukuran dan pengujian, antara lain  $O_2$  and  $CO_2$  Analyzer merek *Quanatek* 902D (249 × 102 × 254 mm; 4,4 kg; *made in USA*), *thermocouple* 12 channel merek *Extech* TM500, refraktometer merek *Star* (55 × 31 × 105 mm; 100 g), serta *texture analyzer* yang terhubung dengan perangkat lunak LV-1000. Peralatan pendukung lainnya meliputi *mist maker ultrasonic atomizer humidifier* dengan kapasitas 0,5 L/jam dan dimensi 36 × 36 × 25 mm, *watt meter* produksi *Power Merchant* dengan berat 400 g dan dimensi 15,5 × 7 × 3,5 cm, *color meter* merek TES 135 dengan dimensi 172 × 118 × 46 mm dan berat 220 g, timbangan analitik *Balance* XPR105 dengan kapasitas maksimum 120 g, oven merek *Fotile* KES6003A, sensor suhu dan kelembapan dengan resolusi 0,1°C (0,1°F) dan 1% RH serta dimensi 115

× 64 × 18 mm, dan *thermostat* merek W1209 NTC. Berbagai peralatan lain yang mendukung pelaksanaan penelitian juga digunakan sesuai kebutuhan selama proses perancangan, pengoperasian, dan pengujian sistem penyimpanan.

#### 2.4. Prosedur Penelitian

Adapun tahapan dalam melakukan rancang bangun alat *Modified Atmosphere Storage* (MAS) adalah sebagai berikut:

1. Tahap pertama penelitian dilakukan dengan merancang dan membuat alat penyimpanan berbentuk kotak berukuran 90 × 52 × 75 cm<sup>3</sup>. Alat ini dilengkapi dengan unit mesin pendingin, mist maker ultrasonic atomizer humidifier, dua buah kipas, thermostat, sensor suhu, serta pintu yang berfungsi untuk memasukkan dan mengeluarkan sampel bahan yang akan disimpan. Selain itu, kotak penyimpanan juga dilengkapi dengan saluran masuk dan saluran keluar gas yang berfungsi untuk mengendalikan komposisi gas di dalam ruang penyimpanan, khususnya dalam upaya menurunkan kadar oksigen.
2. Tahap kedua dilakukan dengan melaksanakan running test atau uji operasional alat untuk mengevaluasi kinerja peralatan dalam menghasilkan berbagai kondisi lingkungan ruang penyimpanan, baik dari aspek suhu maupun komposisi gas yang terdapat di dalamnya.
3. Tahap terakhir adalah melaksanakan penelitian penyimpanan buah tomat serta melakukan pengukuran secara berkala terhadap berbagai parameter yang diperlukan untuk mengevaluasi perubahan selama masa penyimpanan.



**Gambar 1.** Bagan Skematis Alat *Modified Atmosphere Storage* (MAS)

#### 2.5. Proses Pembuatan Campuran Gas

Pembuatan campuran gas dilakukan dengan cara mengalirkan gas O<sub>2</sub> ke dalam ruang penyimpanan. Sementara itu, gas CO<sub>2</sub> tidak ditambahkan secara langsung karena diasumsikan akan terbentuk secara alami sebagai hasil proses respirasi buah tomat selama penyimpanan. Jumlah gas O<sub>2</sub> yang dimasukkan ke dalam ruang simpan disesuaikan dengan variasi perlakuan yang diterapkan dalam penelitian, yaitu konsentrasi O<sub>2</sub> sebesar 3%, 10%, 15%, dan 21%, pada kondisi suhu penyimpanan 10°C, 15°C, dan 28°C. Perhitungan komposisi gas di dalam alat penyimpanan ditentukan berdasarkan perbandingan volume masing-masing gas, sebagaimana dijelaskan pada perhitungan berikut:

$$\% \text{CO}_2 = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{N}_2} + V_{\text{CO}_2} + V_{\text{O}_2}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\% \text{O}_2 = \frac{V_{\text{O}_2}}{V_{\text{N}_2} + V_{\text{CO}_2} + V_{\text{O}_2}} \times 100\% \quad (2)$$

## 2.6. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) atau *Completely Randomized Design* (CRD) sebagaimana dikemukakan oleh. Data yang diperoleh dari seluruh parameter pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf signifikansi 5%. Apabila hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antarperlakuan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan secara lebih rinci (Abdul, 2008).

Faktor pertama yang diuji dalam penelitian ini adalah konsentrasi oksigen di dalam ruang penyimpanan yang terdiri atas empat taraf, yaitu 3%, 10%, 15%, dan 21%. Faktor kedua adalah suhu ruang penyimpanan yang terdiri atas tiga taraf, yaitu 10°C, 15°C, dan 28°C. Kombinasi kedua faktor tersebut menghasilkan 12 kombinasi perlakuan. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak tiga kali, sehingga diperoleh 36 unit percobaan. Masing-masing unit percobaan terdiri atas 9 nampan dengan jumlah sampel sebanyak 30 buah tomat. Total bobot buah tomat yang digunakan untuk seluruh kombinasi perlakuan selama penelitian mencapai 56 kg. Adapun susunan satuan percobaan dalam penelitian ini dapat dijelaskan melalui tata letak (*layout*) penelitian yang disajikan pada tabel berikut :

**Tabel 1.** *Lay out* Kombinasi Perlakuan

Suhu	Oksigen			
	3% (O <sub>1</sub> )	10% (O <sub>2</sub> )	15% (O <sub>3</sub> )	21% (O <sub>4</sub> )
10 <sup>0</sup> C (T <sub>1</sub> )	O <sub>1</sub> T <sub>1</sub>	O <sub>2</sub> T <sub>1</sub>	O <sub>3</sub> T <sub>1</sub>	O <sub>4</sub> T <sub>1</sub>
15 <sup>0</sup> C (T <sub>2</sub> )	O <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	O <sub>3</sub> T <sub>2</sub>	O <sub>4</sub> T <sub>2</sub>
28 <sup>0</sup> C (T <sub>3</sub> )	O <sub>1</sub> T <sub>3</sub>	O <sub>2</sub> T <sub>3</sub>	O <sub>3</sub> T <sub>3</sub>	O <sub>4</sub> T <sub>3</sub>

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Laju Respirasi

Pengukuran laju respirasi buah tomat selama masa penyimpanan dilakukan setiap 24 jam pada waktu yang sama, dimulai dari jam ke-0 hingga jam ke-336 atau setara dengan hari ke-0 sampai hari ke-14. Parameter yang diamati meliputi laju penurunan konsentrasi oksigen (O<sub>2</sub>) dan laju peningkatan konsentrasi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) di dalam ruang penyimpanan. Penurunan kadar oksigen terjadi karena gas tersebut digunakan oleh buah tomat dalam proses respirasi. Sebaliknya, konsentrasi karbondioksida mengalami peningkatan sebagai akibat dari produksi gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh buah tomat selama proses respirasi berlangsung sepanjang periode penyimpanan. (Ryall & Lipton, 1972).

**Tabel 2.** Rata-Rata Laju Respirasi (Konsumsi O<sub>2</sub>) Selama Penyimpanan

Suhu Ruang Penyimpanan (°C)	RO <sub>2</sub> (mm <sup>3</sup> /kg.jam)			
	3 %	5%	15%	21%
10	0,48	0,33	0,70	2,56
15	0,34	1,05	1,07	3,31
28	0,38	2,56	2,16	3,78

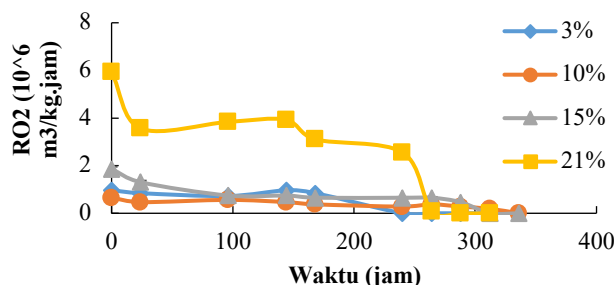
**Tabel 3.** Rata-Rata Laju Respirasi (Produksi CO<sub>2</sub>) Selama Penyimpanan

Suhu Ruang Penyimpanan (°C)	RCO <sub>2</sub> (mm <sup>3</sup> /kg.jam)			
	3 %	5%	15%	21%
10	3,16	0,80	0,71	2,43
15	2,56	4,31	1,00	3,13
28	5,41	3,98	2,79	4,72

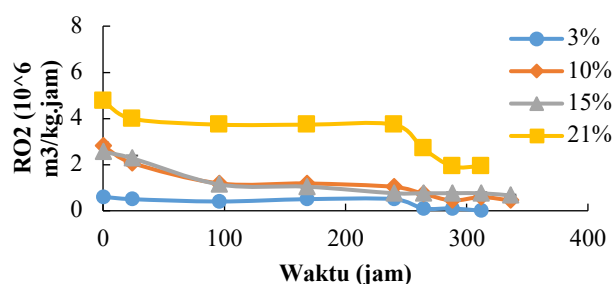
Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa pada suhu penyimpanan 10°C, laju respirasi tertinggi terjadi pada buah tomat yang disimpan pada konsentrasi oksigen ruang simpan sebesar 21%, dengan nilai masing-masing sebesar  $2,56 \times 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/kg.jam dan  $2,43 \times 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/kg.jam. Sementara itu, pada suhu penyimpanan 15°C, laju

respirasi tertinggi juga ditemukan pada perlakuan dengan konsentrasi oksigen 21%, yaitu sebesar  $3,31 \times 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/kg.jam dan  $3,13 \times 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/kg.jam.

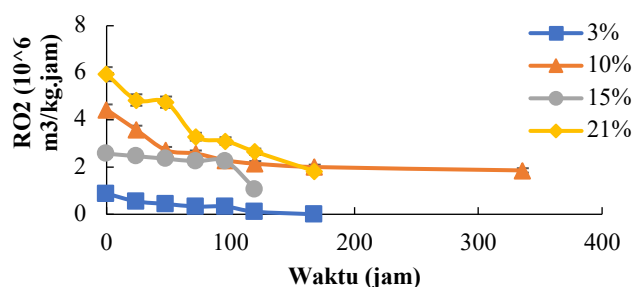
Pada suhu 28<sup>o</sup>C laju respirasi tertinggi juga terdapat pada buah tomat yang disimpan pada kondisi oksigen ruang simpan 21% yaitu sebesar  $3,8 \times 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/kg.jam dan  $4 \times 10^{-6}$  m<sup>3</sup>/kg.jam. Menurut Singh (2013) laju respirasi tomat pada suhu 28<sup>o</sup>C adalah sebesar 70 mg/kg.jam dan pada suhu 15<sup>o</sup>C laju respirasi tomat sebesar 15 mg/kg.jam. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan varietas tanaman tomat yang diteliti, tingkat kematangan buah tomat saat dipanen, dan kondisi fisiologis buah tomat yang digunakan pada saat penelitian berlangsung.



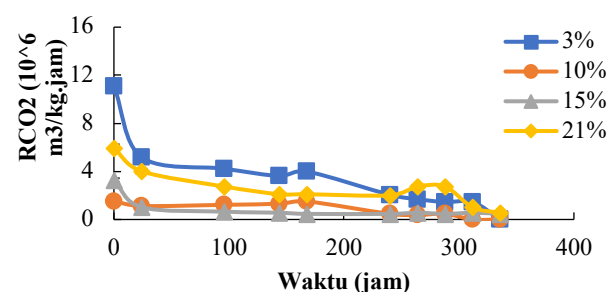
**Gambar 2.** Grafik Laju Respirasi (Konsumsi Oksigen) Pada Suhu 10<sup>o</sup>C



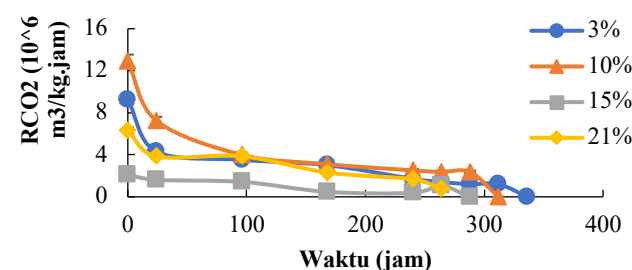
**Gambar 3.** Grafik Laju Respirasi (Konsumsi Oksigen) Pada Suhu 15<sup>o</sup>C



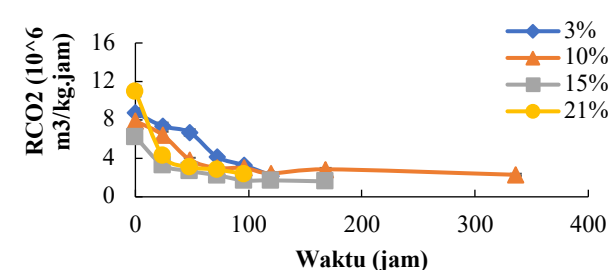
**Gambar 4.** Grafik Laju Respirasi (Konsumsi Oksigen) Pada Suhu 28<sup>o</sup>C



**Gambar 5.** Grafik Laju Respirasi (Produksi Karbondioksida) Pada Suhu 10<sup>o</sup>C



**Gambar 6.** Grafik Laju Respirasi (Produksi Karbondioksida) Pada Suhu 15<sup>o</sup>C



**Gambar 7.** Grafik Laju Respirasi (Produksi Karbondioksida) Pada Suhu 28<sup>o</sup>C

Dari Gambar 2 sampai Gambar 7 dapat diketahui bahwa penyimpanan tomat pada konsentrasi oksigen lingkungan (21%) mengalami laju respirasi yang jauh lebih cepat dibandingkan dengan konsentrasi oksigen pada ruang simpan sebesar 3%, 10%, dan 15%. Hal ini dikarenakan persediaan oksigen dalam ruang simpan pada variasi 21% jauh lebih banyak apabila dibandingkan pada kondisi ruang simpan dengan konsentrasi oksigennya 3%, 10%, dan 15%. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh (Apriyanti, 2017). Selain itu dari hasil analisis juga dapat diketahui bahwa suhu sangat berperan penting dalam mempengaruhi laju respirasi buah tomat. Semakin tinggi suhu maka laju respirasi buah tomat akan berjalan dengan sangat cepat dan sebaliknya semakin rendah suhu maka laju respirasi buah tomat berlangsung lambat akan tetapi dalam hal ini suhu minimum yang dianjurkan dalam penyimpanan buah tomat sebaiknya ialah 13<sup>o</sup>C. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh (Apriyanti, 2017). Tomat yang disimpan pada suhu 10<sup>o</sup>C berpotensi dapat mengalami *chilling injury* (kerusakan akibat suhu dingin), terutama jika disimpan cukup lama. Hal ini dikarenakan tomat termasuk buah yang sensitif terhadap suhu rendah. Gejala *chilling injury* biasanya mulai muncul bila tomat disimpan di bawah suhu 13<sup>o</sup>C, terutama selama beberapa minggu.

Pada Gambar 2 suhu 10<sup>0</sup>C dan konsentrasi oksigen 3% laju penurunan oksigen mengalami keterlambatan ketika umur simpan mencapai 240 jam atau 10 hari setelah disimpan, sedangkan pada suhu 10<sup>0</sup>C dengan konsentrasi oksigen 10%, 15%, dan 21% laju penurunan oksigen mulai melambat ketika umur simpan mencapai 312 jam atau 13 hari setelah simpan. Pada suhu 10<sup>0</sup>C dan konsentrasi oksigen 3%, 10% dan 15% laju produksi karbondioksida mulai melambat ketika umur simpan mencapai 312 jam atau 13 hari setelah simpan sedangkan pada konsentrasi oksigen 21% laju produksi karbondioksida mulai melambat ketika umur simpan mencapai 336 jam atau 14 hari setelah simpan.

Pada Gambar 3 suhu 15<sup>0</sup>C dengan kombinasi setiap variasi konsentrasi oksigen laju penurunan oksigen mengalami keterlambatan ketika umur simpan mencapai 336 jam atau 14 hari setelah disimpan. Sedangkan laju produksi karbondioksida mulai melambat ketika umur simpan mencapai 288 jam atau 12 hari setelah simpan pada variasi konsentrasi oksigen 3%, 10%, dan 15%. Sedangkan pada konsentrasi oksigen 21% laju produksi karbondioksida mulai melambat ketika umur simpan mencapai 336 jam atau 14 hari. Pada suhu ruang (28<sup>0</sup>C) dengan kombinasi semua variasi konsentrasi oksigen 3% laju penurunan oksigen mulai melambat ketika umur simpan mencapai 336 jam atau 14 hari setelah simpan sedangkan laju produksi karbondioksida mulai melambat ketika umur simpan mencapai 264 jam atau 11 hari setelah simpan. Apabila ditinjau dari literatur maka dapat dikatakan bahwa hasil penelitian ini tidak sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya, hal ini dikarenakan adanya perbedaan varietas dan perbedaan umur panen tomat yang menyebabkan perbedaan laju respirasi pada buah tomat selama proses penyimpanan (Biale & Young, 1971).

**Tabel 4.** Konsentrasi O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> pada hari Ke 10

Suhu	Konsentrasi O <sub>2</sub>				Konsentrasi CO <sub>2</sub>			
	3%	10%	15%	21%	3%	10%	15%	21%
10 <sup>0</sup> C	1,1±0,0	8,4±0,0	5,6±3,1	4,3±1,0	10,7±1,2	4,3±1,9	3,1±0,6	10,7±1,8
15 <sup>0</sup> C	1,4±0,1	7,3±0,6	3,5±5,0	8,7±3,4	10,3±2,0	8,7±1,8	10,4±1,8	8,3±3,6
28 <sup>0</sup> C	1,8±0,3	6,1±0,8	7,9±0,6	8,7±0,3	13,6±2,4	8,7±1,8	8,0±1,8	15,1±2,8

Pada Tabel 4 diatas dapat diketahui bahwa konsentrasi oksigen dan karbondioksida dalam ruang simpan pada umumnya tidak linear. Konsentrasi oksigen terkadang mengalami peningkatan dan konsentrasi karbondioksida menurun. Hal ini dikarenakan kondisi gas dalam ruang simpan tidak merata sehingga pada saat pengamatan data yang diperoleh tidak sesuai dengan apa yang diinginkan. Selain itu buah tomat yang disimpan juga menyerap oksigen dalam ruang simpan dan menghasilkan karbondioksida.

**Tabel 5.** Hasil Analisis Statistik Laju Respirasi Buah Tomat

Suhu	Konsentrasi O <sub>2</sub>			
	3%	10%	15%	21%
10 <sup>0</sup> C	1,1±0,0 <sup>a</sup>	8,4±0,0 <sup>f</sup>	5,6±3,1 <sup>e</sup>	4,3±1,0 <sup>d</sup>
15 <sup>0</sup> C	1,4±0,1 <sup>b</sup>	7,3±0,6 <sup>e</sup>	3,5±5,0 <sup>e</sup>	8,7±3,4 <sup>e</sup>
28 <sup>0</sup> C	1,8±0,3 <sup>c</sup>	6,1±0,8 <sup>d</sup>	7,9±0,6 <sup>e</sup>	8,7±0,3 <sup>e</sup>

Keterangan : *Superscript* yang berbeda menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen berbeda nyata pada p<0,05

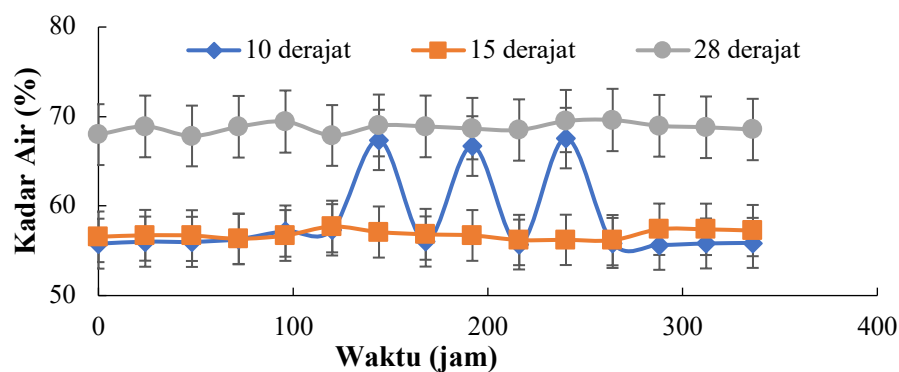
Berdasarkan Tabel 5, dapat diketahui bahwa interaksi antara suhu dan konsentrasi oksigen di dalam ruang penyimpanan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap laju respirasi buah tomat selama masa penyimpanan. Kondisi ini menunjukkan bahwa suhu dan kadar oksigen merupakan faktor penting yang menentukan tingkat konsumsi oksigen oleh buah tomat dalam proses respirasi. Hasil analisis pada Tabel 5 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 3% pada suhu 10<sup>0</sup>C, 15<sup>0</sup>C, dan 28<sup>0</sup>C, serta kombinasi konsentrasi oksigen 10% pada suhu 10<sup>0</sup>C, masing-masing memberikan pengaruh yang berbeda nyata dibandingkan dengan sebagian besar kombinasi perlakuan lainnya. Sementara itu, kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 21% pada suhu 10<sup>0</sup>C, 15<sup>0</sup>C, dan 28<sup>0</sup>C, konsentrasi oksigen 15% pada suhu 15<sup>0</sup>C dan 28<sup>0</sup>C, serta konsentrasi oksigen 10% pada suhu 15<sup>0</sup>C, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata satu sama

lain. Meskipun demikian, keenam kombinasi perlakuan tersebut menunjukkan perbedaan yang nyata apabila dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lainnya.

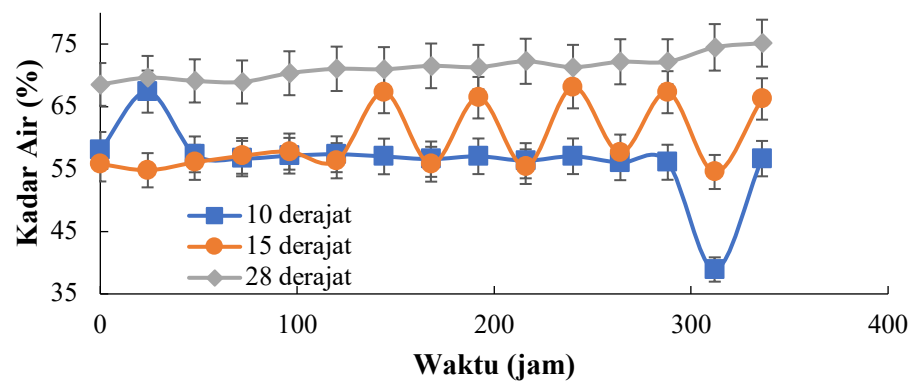
Selain itu dari Tabel 5 juga dapat diketahui bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 21% dan suhu 10°C tidak berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 10% dan suhu 28°C akan tetapi keduanya berbeda nyata dengan sepuluh kombinasi perlakuan lainnya. Hasil analisis varians (ANOVA) dua arah terhadap konsentrasi karbondioksida menunjukkan bahwa interaksi antara variasi konsentrasi oksigen dan variasi suhu ruang penyimpanan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap produksi gas karbondioksida oleh buah tomat selama masa penyimpanan.

### 3.2. Kadar Air

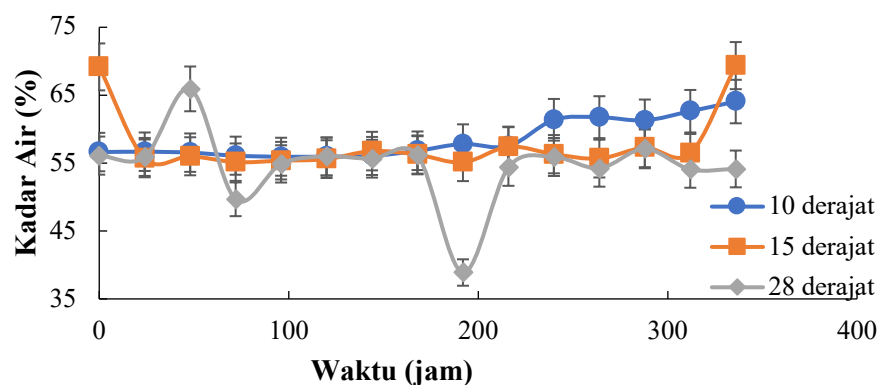
Buah tomat merupakan salah satu produk hortikultura yang memiliki kandungan kadar air buah yang cukup tinggi. Kadar air buah tomat berkisar antara 90-95% (Apriyanti, 2017). Pengamatan dilakukan pada jam ke-22 dan jam ke-24 kemudian dipilih salah satu yang skalanya paling kecil untuk dijadikan bobot setelah dioven. Hasil pengamatan kadar air buah tomat dapat dilihat pada Gambar 8 sampai Gambar 11 berikut:



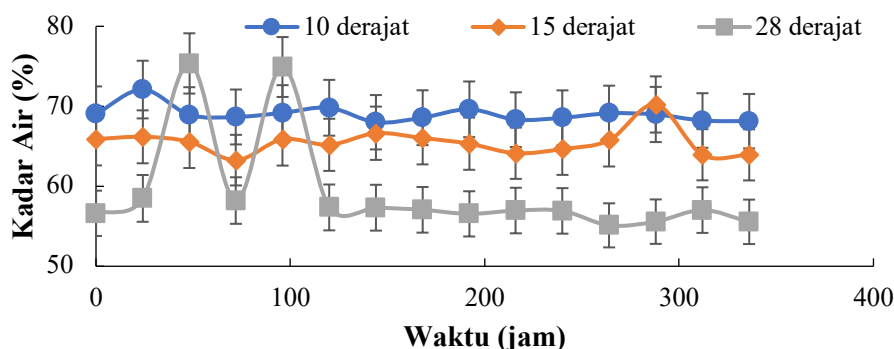
**Gambar 8.** Hasil Pengamatan Kadar Air Buah Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruangan 3%



**Gambar 9.** Hasil Pengamatan Kadar Air Buah Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruangan 10%



**Gambar 10.** Hasil Pengamatan Kadar Air Buah Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruangan 15%



**Gambar 11.** Hasil Pengamatan Kadar Air Buah Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruangan 21%

Menurut Fonseca *et al.*, (2002) kadar air buah tomat segar setelah dipanen ialah melebihi 80% (>80%). Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa kadar air buah tomat yang diteliti tergolong rendah pada setiap kombinasi variasi oksigen dan suhu ruang simpan, hal ini dikarenakan buah tomat yang dipakai bukan buah tomat yang dipanen langsung dari lahan melainkan buah tomat yang dibeli dari pasar Oesapa, Kupang, Nusa Tenggara Timur dimana tomat yang tersedia di pasar induk tersebut sebagian besarnya berasal dari luar kota, sehingga proses transpirasi buah tomat akan berjalan normal selama buah tomat dalam proses pengangkutan menuju ke pasar dan selama buah tomat tersebut berada di pasar. Proses respirasi dan transpirasi akan tetap berlangsung normal dikarenakan kondisi lingkungan yang tidak terkendali.

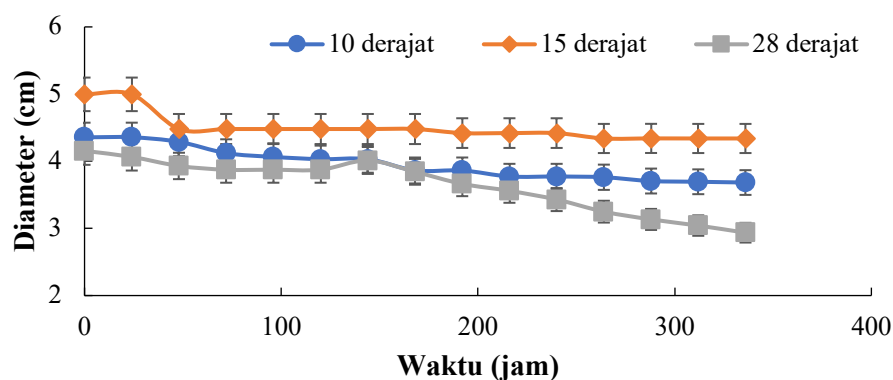
**Tabel 6.** Hasil Analisis Statistik Kadar Air Pada Buah Tomat

Suhu	Konsentrasi O <sub>2</sub>			
	3%	10%	15%	21%
10 <sup>o</sup> C	67,6±0,0	57,0±0,0	61,4±0,0	68,57±0,1
15 <sup>o</sup> C	56,2±0,0	68,1±0,0	56,3±0,0	64,7±0,2
28 <sup>o</sup> C	69,5±0,0	71,3±0,1	55,9±0,0	56,9±0,0

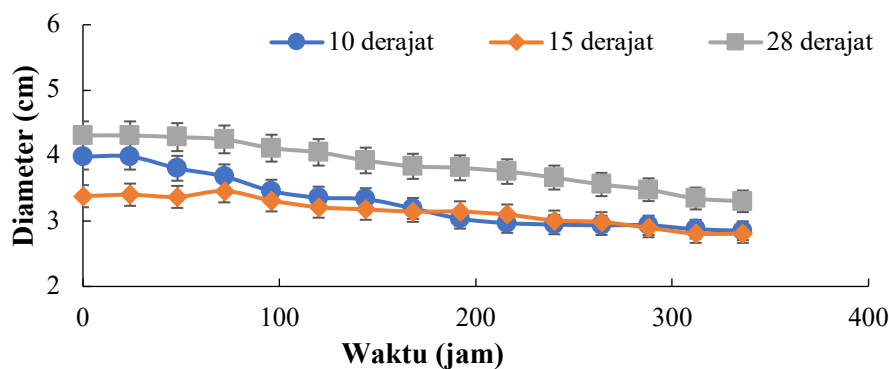
Berdasarkan Tabel 6, hasil analisis statistik terhadap parameter kadar air buah tomat menunjukkan bahwa interaksi antara variasi konsentrasi oksigen dan variasi suhu ruang penyimpanan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan kadar air buah tomat selama masa penyimpanan. Oleh karena itu, pengujian lanjutan menggunakan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) tidak perlu dilakukan.

### 3.3. Diameter Buah

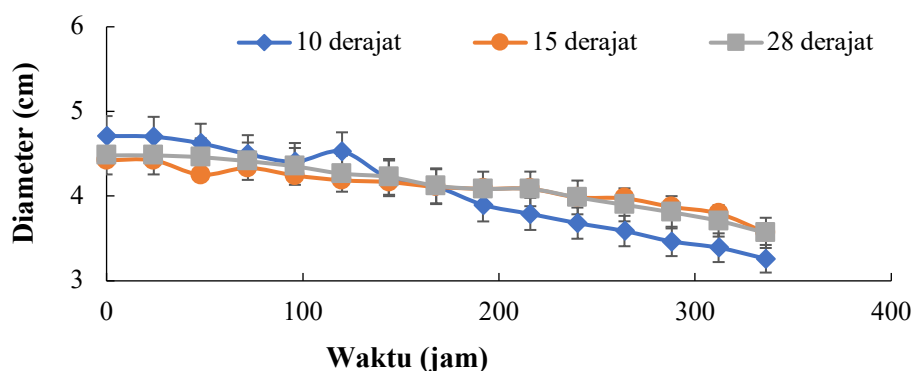
Salah satu cara untuk mendeteksi buah tomat yang matang ialah dengan mengamati diameter buah. Diameter buah merupakan salah satu indikator penting untuk menentukan tingkat kematangan buah tomat (Okiror *et al.*, 2017). Perubahan diameter buah selama proses penyimpanan pada umumnya disebabkan oleh reaksi fisiologis buah seperti reaksi transpirasi dan respirasi. Data diameter buah tomat diperoleh dari hasil pengamatan sejak interval waktu jam ke-0 hingga jam ke-336 (hari ke-0 hingga hari ke-14) pada sampel yang sama. Hasil pengamatan diameter buah tomat dapat dilihat pada Gambar 12 sampai Gambar 15 berikut:



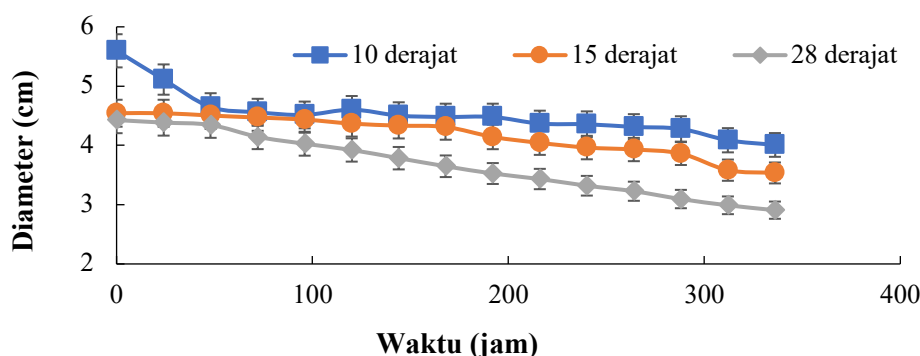
**Gambar 12.** Hasil Pengamatan Diameter Buah Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruangan 3%



**Gambar 13.** Hasil Pengamatan Diameter Buah Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruang 10%



**Gambar 14.** Hasil Pengamatan Diameter Buah Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruang 15%



**Gambar 15.** Hasil Pengamatan Diameter Buah Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruang 21%

Dari Gambar 12 sampai Gambar 15 di atas dapat diketahui bahwa pada suhu 10<sup>0</sup>C dan 15<sup>0</sup>C dengan konsentrasi oksigen ruang simpan 3% perubahan diameter buah berlangsung sangat lambat dan cenderung konstan pada beberapa interval waktu. Perubahan diameter buah berlangsung sangat cepat pada kondisi suhu ruang dengan konsentrasi oksigen ruang simpan 21%.

Pada kondisi suhu ruang dengan konsentrasi oksigen 21% laju respirasi akan berjalan dengan cepat, hal inilah yang menyebabkan penurunan kualitas buah seperti terjadinya penyusutan bobot buah tomat selama penyimpanan. Ketika terjadi penyusutan bobot secara otomatis diameter buah akan ikut berubah menjadi lebih kecil dari waktu ke waktu. Selain itu terjadinya perubahan diameter buah menjadi lebih kecil juga disebabkan karena buah mengalami perkembangan fisiologis menjadi matang. Produk segar hortikultura seperti buah, sayur, bunga, dan umbi masih hidup setelah dipanen. Walaupun sudah terpisah dari tanaman induknya, jaringan produknya tetap melakukan aktivitas fisiologis dan metabolisme (Bintoro, 2019). Untuk menguji apakah kombinasi perlakuan variasi konsentrasi oksigen dan suhu ruang penyimpanan memberikan pengaruh yang signifikan, dilakukan analisis varians dua arah (ANOVA dua arah) pada taraf signifikansi 5%. Hasil analisis statistik terhadap parameter diameter buah tomat disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Hasil Analisis Statistik Diameter Buah Tomat

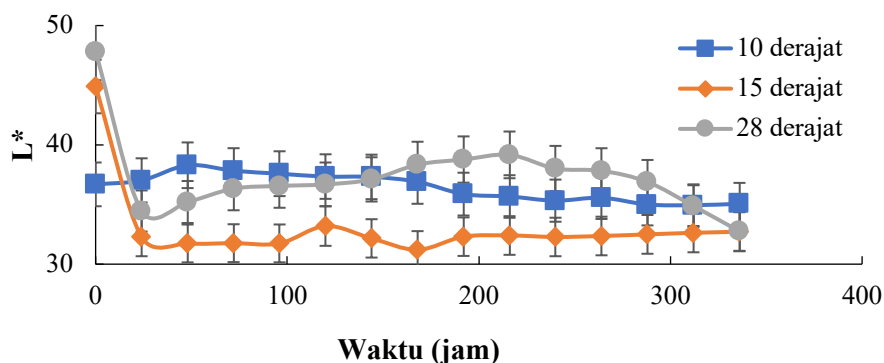
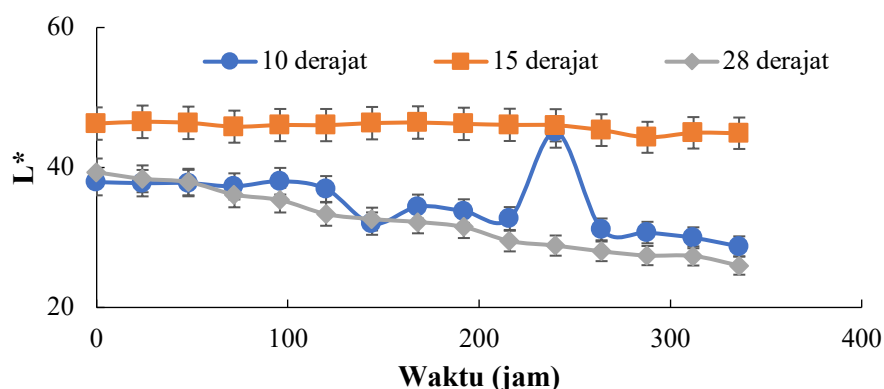
Suhu	Konsentrasi O <sub>2</sub>			
	3%	10%	15%	21%
10 <sup>0</sup> C	3,77±0,12	2,95±0,28	3,68±0,33	4,36 ±0,15
15 <sup>0</sup> C	4,42±0,01	3,01±0,16	3,99±0,39	3,96±0,12
28 <sup>0</sup> C	3,43±0,21	3,66±0,38	3,99±0,10	3,32±0,21

Berdasarkan hasil analisis statistik terhadap diameter buah tomat yang disajikan pada Tabel 7, diketahui bahwa interaksi antara variasi konsentrasi oksigen dan variasi suhu ruang penyimpanan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan diameter buah tomat selama masa penyimpanan. Oleh karena itu, pengujian lanjutan menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) tidak diperlukan.

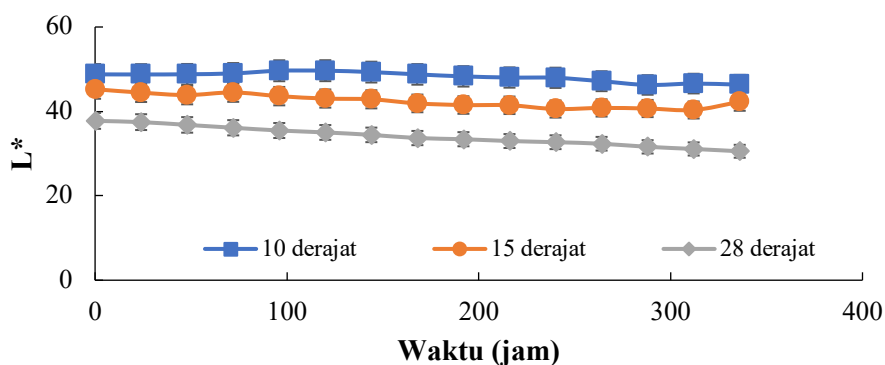
### 3.4. Warna Buah

#### 3.4.1. Nilai Lightness (L\*)

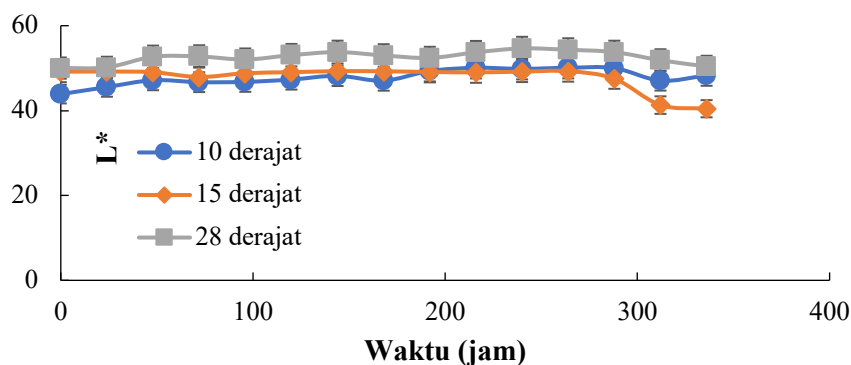
Nilai L\* seringkali dimaknai sebagai indikator yang menyatakan gelap terangnya suatu benda yang sedang diukur. Menurut Pathare *et al.*, (2013) nilai L\* seringkali dimaknai sebagai indikator yang menyatakan tingkat kecerahan atau gelap-terangnya suatu benda yang sedang diukur pada sistem warna CIE Lab\*. Hasil pengamatan nilai L\* dapat dilihat pada Gambar 16 sampai Gambar 19.

**Gambar 16.** Hasil Pengamatan Nilai L\* Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruangan 3%**Gambar 17.** Hasil Pengamatan Nilai L\* Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruangan 10%

Hal ini juga ditegaskan kembali oleh Apriyanti (2013) sebagaimana dikutip dalam Hanis (2017) yang menyatakan bahwa apabila perubahan nilai L\* semakin menurun hal itu menunjukkan bahwa warna benda yang diukur semakin gelap dan apabila perubahan nilai L\* semakin naik hal itu menunjukkan bahwa warna benda yang diukur semakin terang. Dari Gambar 16 sampai Gambar 19 dapat diketahui bahwa seiring berjalannya waktu perubahan nilai L\* terus menurun walaupun laju perubahannya cenderung lambat. Semakin menurunnya nilai L\* menunjukkan bahwa apabila buah tomat disimpan semakin lama maka warna buahnya akan semakin gelap. Nilai L\* semakin menurun juga disebabkan oleh terjadinya *chilling injury* khususnya pada buah tomat yang disimpan pada suhu 10<sup>0</sup>C.



**Gambar 18.** Hasil Pengamatan Nilai L\* Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruang 15%



**Gambar 19.** Hasil Pengamatan Nilai L\* Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruang 21%

Buah tomat yang mengalami *chilling injury* cenderung akan mengalami *browning* (berwarna hitam-kecoklatan). Menurunnya nilai L\* (*Lightness*) pada produk segar hortikultura selama masa penyimpanan sangat berkaitan erat dengan *browning* (Hakim dkk., 2012). Dari hasil pengamatan dapat diketahui bahwa pada perlakuan konsentrasi oksigen 3% dengan kondisi suhu ruang simpan 10°C dan 15°C laju perubahan nilai L\* sangat lambat dan cenderung konstan ketika memasuki interval waktu hari ke-7 hingga hari ke-14. Hal ini membuktikan bahwa pada penyimpanan sistem atmosfer terkendali dengan konsentrasi oksigen ruang simpan 3%, konsentrasi CO<sub>2</sub> diabaikan, dan pada kondisi suhu ruang 13°C dapat mempertahankan warna dan rasa dalam kurun waktu selama 6 minggu (Pantastico, 1973) sebagaimana dikutip dalam (Rohmana, 2000).

Tabel 8 berikut menyajikan hasil analisis statistik mengenai perubahan nilai L\* buah tomat yang terjadi selama periode penyimpanan.

**Tabel 8.** Hasil Analisis Statistik Perubahan Warna (L\*) Buah Tomat

Suhu	Konsentrasi O <sub>2</sub>			
	3%	10%	15%	21%
10°C	35,3±1,6 <sup>b</sup>	45,1±5,6 <sup>a</sup>	48,0±1,0 <sup>f</sup>	49,8±1,3 <sup>f</sup>
15°C	32,3±1,1 <sup>a</sup>	46,0±3,3 <sup>c</sup>	40,6±1,8 <sup>d</sup>	49,2±4,6 <sup>f</sup>
28°C	38,0±1,2 <sup>c</sup>	28,8±3,4 <sup>a</sup>	32,7±1,7 <sup>a</sup>	54,7±0,6 <sup>g</sup>

*Superscript* yang berbeda menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen berbeda nyata pada p<0,05

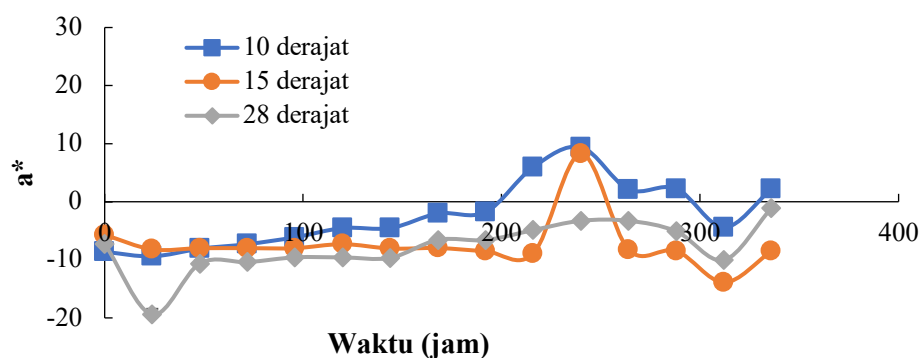
Berdasarkan hasil analisis varians dua arah yang disajikan pada Tabel 8, diketahui bahwa interaksi antara variasi konsentrasi oksigen dan variasi suhu ruang penyimpanan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan nilai L\* buah tomat. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan konsentrasi oksigen maupun suhu penyimpanan dapat memengaruhi tingkat kecerahan buah tomat. Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa penurunan nilai L\* berlangsung lebih cepat pada perlakuan dengan konsentrasi oksigen 21% dan suhu 28°C dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lainnya, yang mengindikasikan percepatan perubahan warna selama penyimpanan.

Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 10% pada suhu 28°C tidak berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi oksigen 10% pada suhu 10°C, konsentrasi oksigen 15% pada suhu 28°C, serta konsentrasi oksigen 3% pada suhu 15°C. Namun, kombinasi perlakuan tersebut berbeda nyata dengan beberapa kombinasi lainnya, yaitu konsentrasi oksigen 3% pada suhu 10°C dan 28°C, konsentrasi oksigen 15% pada suhu 10°C dan 15°C, konsentrasi oksigen 10% pada suhu 15°C, serta seluruh perlakuan dengan konsentrasi oksigen 21% pada suhu 10°C, 15°C, dan 28°C.

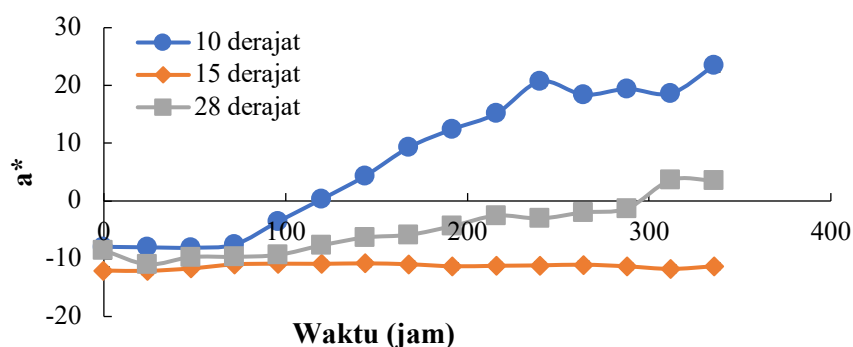
Selain itu, kombinasi perlakuan konsentrasi oksigen 3% pada suhu 10°C dan 28°C, konsentrasi oksigen 15% pada suhu 15°C, konsentrasi oksigen 10% pada suhu 15°C, serta konsentrasi oksigen 21% pada suhu 28°C menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap seluruh kombinasi perlakuan lainnya. Sementara itu, perlakuan dengan konsentrasi oksigen 15% pada suhu 10°C tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi oksigen 21% pada suhu 10°C maupun 15°C.

### 3.4.2. Nilai $a^*$

Menurut Pathare *et al.*, (2013) pengukuran nilai  $a^*$  buah tomat dilakukan untuk mengetahui tingkat warna merah hingga hijau pada permukaan buah, di mana nilai positif menunjukkan kecenderungan warna merah dan nilai negatif menunjukkan kecenderungan warna hijau pada sistem warna CIE Lab\*. Pengukuran nilai  $a^*$  pada buah tomat dilakukan setiap 24 jam pada waktu yang sama selama periode pengamatan, dimulai dari jam ke-0 hingga jam ke-336 atau setara dengan hari ke-0 sampai hari ke-14. Hasil pengamatan terhadap perubahan nilai  $a^*$  selama penyimpanan disajikan pada Gambar 20 hingga Gambar 23.



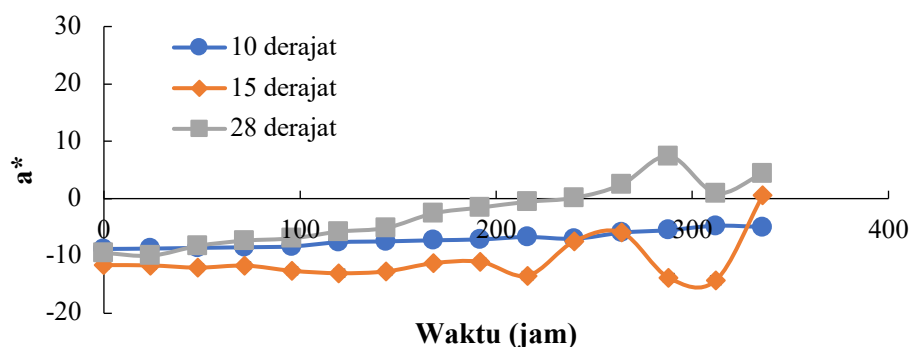
**Gambar 20.** Hasil Pengamatan Nilai  $a^*$  Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruang 3%



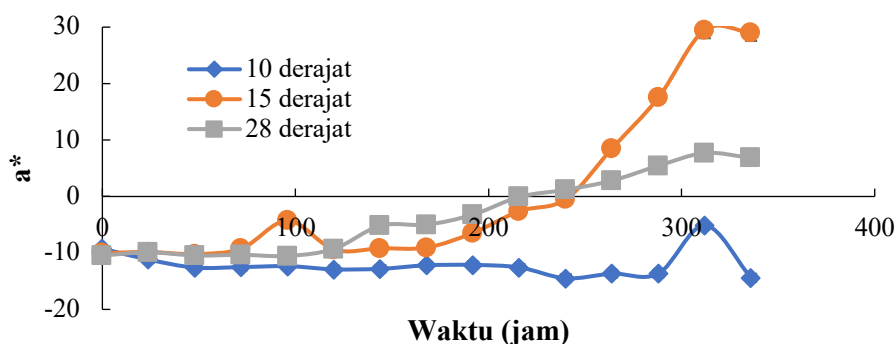
**Gambar 21.** Hasil Pengamatan Nilai  $a^*$  Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruang 10%

Dari Gambar 20 sampai Gambar 23 dapat diketahui bahwa pada konsentrasi oksigen ruang simpan 3% pada suhu 10°C, 15°C, dan 28°C nilai  $a^*$  cenderung menurun hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi oksigen ruang simpan 3% buah tomat masih berwarna hijau selama proses penyimpanan. Pada konsentrasi oksigen ruang simpan 10% nilai  $a^*$  cenderung meningkat pada suhu 10°C dan menurun pada suhu 15°C dan 28°C hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi suhu 10°C buah tomat mulai mengalami perubahan ke warna merah, dan pada kondisi suhu 15°C dan 28°C buah tomat masih berwarna hijau selama proses penyimpanan berlangsung. Hal ini menunjukkan bahwa suhu penyimpanan memberikan pengaruh terhadap proses pemasakan buah tomat, terutama pada perubahan warna kulit buah. Suhu rendah dapat memperlambat proses respirasi dan aktivitas enzim pembentuk pigmen merah (likopen), sedangkan suhu

yang lebih tinggi dapat mempertahankan warna hijau lebih lama apabila proses pemasakan terhambat akibat stres suhu (Kader, 2008).



**Gambar 22.** Hasil Pengamatan Nilai a\* Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruang 15%



**Gambar 23.** Hasil Pengamatan Nilai a\* Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruang 21%

Pada konsentrasi oksigen ruang simpan 15% nilai a\* cenderung meningkat pada suhu 28°C dan menurun pada suhu 10°C dan 15°C hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi suhu 28°C buah tomat mulai mengalami perubahan ke warna merah. Seperti yang diketahui bahwa penyimpanan pada suhu ruang pada dasarnya tidak dapat menghambat laju respirasi buah tomat. Semakin tinggi suhu ruang simpan, maka laju respirasi suatu produk akan berjalan semakin cepat. Hal inilah yang menyebabkan buah yang disimpan menjadi cepat matang. Pada konsentrasi oksigen ruang simpan 21% nilai a\* cenderung meningkat pada suhu 15°C dan 28°C dan menurun pada suhu 10°C, hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi suhu 15°C dan 28°C buah tomat mulai mengalami perubahan ke warna merah. Terjadinya perubahan warna pada buah tomat disebabkan reaksi oksidasi fenolik (Apriyanti, 2013). Tabel 9 berikut menyajikan hasil analisis statistik terhadap perubahan nilai a\* buah tomat yang terjadi selama proses penyimpanan.

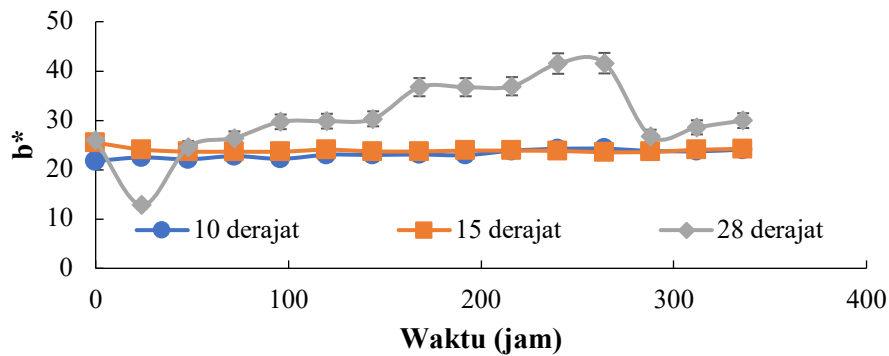
**Tabel 9.** Hasil Analisis Statistik Perubahan Warna a\* Buah Tomat

Suhu	Konsentrasi O <sub>2</sub>			
	3%	10%	15%	21%
10°C	9,4±6,2	20,7±18,3	-7,0±0,8	-14,5±0,8
15°C	8,3±5,7	-11,1±1,7	-7,4±10,3	-0,5±11,2
28°C	-3,3±2,5	-3,0±5,0	0,1±8,1	1,2±8,8

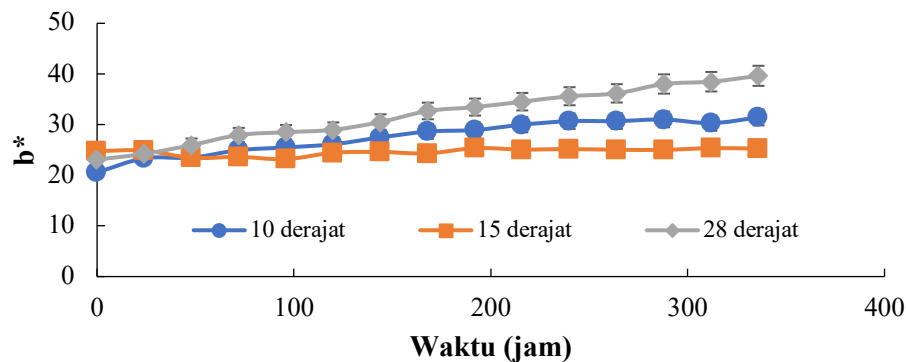
Hasil analisis statistik terhadap parameter perubahan warna (nilai a\*) pada buah tomat menunjukkan bahwa interaksi antara variasi konsentrasi oksigen dan variasi suhu ruang penyimpanan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan nilai a\* selama penyimpanan. Oleh karena itu, pengujian lanjutan menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 5% tidak perlu dilakukan.

### 3.4.3. Nilai $b^*$

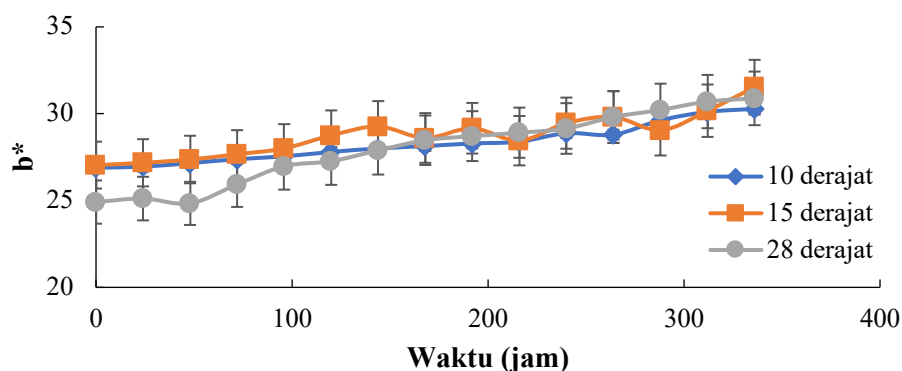
Pengamatan terhadap perubahan nilai  $b^*$  pada buah tomat dilakukan setiap 24 jam pada waktu yang sama, dimulai dari jam ke-0 hingga jam ke-336 atau setara dengan hari ke-0 sampai hari ke-14. Nilai  $b^*$  menggambarkan perubahan warna pada sumbu biru–kuning. Nilai  $b^*$  yang semakin rendah menunjukkan kecenderungan warna buah tomat menuju warna biru, sedangkan nilai  $b^*$  yang semakin tinggi mengindikasikan dominasi warna kuning pada buah tomat (Apriyanti, 2017). Perubahan nilai  $b^*$  selama periode penyimpanan dapat diamati pada Gambar 24 hingga Gambar 27 berikut:



**Gambar 24.** Hasil Pengamatan Nilai  $b^*$  Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruang 3%

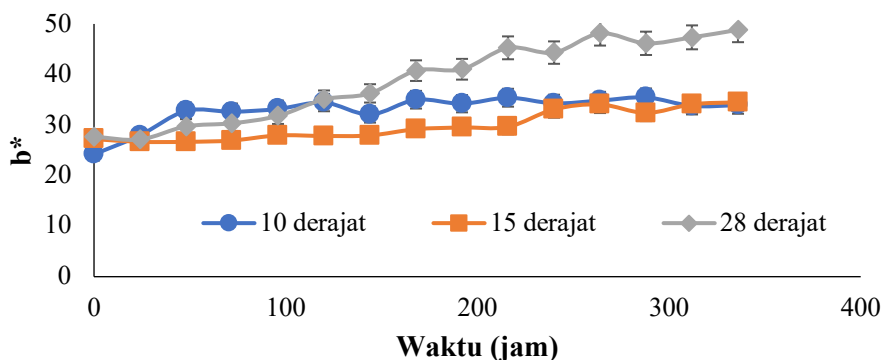


**Gambar 25.** Hasil Pengamatan Nilai  $b^*$  Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruang 10%



**Gambar 26.** Hasil Pengamatan Nilai  $b^*$  Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruang 15%

Berdasarkan Gambar 24 hingga Gambar 27, diketahui bahwa nilai  $b^*$  pada seluruh kombinasi perlakuan bernilai positif selama periode penyimpanan. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses pematangan buah tomat tetap berlangsung, yang ditandai dengan perubahan warna buah ke arah kuning. Nilai  $b^*$  tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu ruang (28°C), yang mengindikasikan bahwa proses pematangan berlangsung lebih cepat pada suhu tersebut dibandingkan pada suhu 10°C dan 15°C.



**Gambar 26.** Hasil Pengamatan Nilai  $b^*$  Tomat yang Disimpan Pada Kondisi Oksigen Ruangan 21%

Selama masa pengamatan dari hari ke-0 hingga hari ke-14, buah tomat yang disimpan pada suhu ruang menunjukkan perubahan warna yang relatif lebih cepat. Sebaliknya, buah tomat yang disimpan pada suhu 10°C dan 15°C cenderung masih mempertahankan warna hijau hingga akhir periode pengamatan, dengan laju perubahan warna yang lebih lambat, terutama pada kombinasi perlakuan dengan suhu rendah dan konsentrasi oksigen yang terkendali. Hasil analisis statistik terhadap perubahan nilai  $b^*$  buah tomat selama penyimpanan disajikan pada Tabel 10 berikut:

**Tabel 10.** Hasil Analisis Statistik Perubahan Warna  $b^*$  Buah Tomat

Suhu	Konsentrasi O <sub>2</sub>			
	3%	10%	15%	21%
10 <sup>0</sup> C	24,2±2,4	30,7±0,9	28,9±2,9	35,0 ±2,0
15 <sup>0</sup> C	23,8±1,8	25,2±2,4	29,5±1,4	33,1±7,5
28 <sup>0</sup> C	41,5±6,1	35,6±6,1	28,5±0,7	44,3±4,3

Berdasarkan Tabel 10, hasil analisis statistik terhadap parameter perubahan warna  $b^*$  pada buah tomat menunjukkan bahwa interaksi antara variasi konsentrasi oksigen dan variasi suhu ruang penyimpanan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan nilai  $b^*$  selama masa penyimpanan. Oleh karena itu, pengujian lanjutan menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 5% tidak diperlukan.

#### 4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan parameter mutu yang diamati, meliputi kadar air, diameter, serta nilai warna  $L^*$ ,  $a^*$ , dan  $b^*$ , diketahui bahwa penyimpanan pada suhu rendah (10–15°C) dengan konsentrasi oksigen yang rendah cenderung lebih efektif dalam mempertahankan kualitas buah tomat dibandingkan penyimpanan pada suhu ruang. Meskipun demikian, penerapan suhu yang terlalu rendah berisiko menimbulkan gangguan fisiologis, seperti chilling injury, yang dapat menurunkan mutu buah. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan yang memberikan hasil terbaik adalah konsentrasi oksigen 10% pada suhu penyimpanan 15°C.
2. Berdasarkan hasil analisis statistik kombinasi perlakuan variasi konsentrasi oksigen dan variasi suhu alat MAS berpengaruh nyata terhadap parameter laju respirasi RO<sub>2</sub> dan warna  $L^*$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, R. (2008). Perancangan Percobaan Untuk Penelitian Agroteknologi: Wimaya press, UPN "Veteran" Yogyakarta. Tersedia di: Perpustakaan Pusat UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Andriyono, A., Ponadi, A., & Mangera, Y. (2023). Rancang bangun alat pengering biji-bijian sistem *bed dryer* dengan tungku pemanas tak langsung kapasitas dua ton. *Agricola*, 13(1), 34–41. <https://ejournal.unmus.ac.id/index.php/agricola>
- Anita, A., Ifadah, R. A., & Yaqin, A. (2023). Analisis kandungan gizi tepung lokal (ubi ungu) termodifikasi sebagai bahan dasar pembuatan *snack* balita untuk pencegahan stunting. *Agricola*, 13(2), 91–100. DOI: <https://doi.org/10.35724/ag.v13i2>

- Apriyanti, M. (2013). Analisis Matematis Laju Respirasi dan Perubahan Sifat fisik Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum Mill*) Dibawah Pengaruh Vibrasi dan Suhu Penyimpanan, Tesis. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Tersedia di: Perpustakaan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Arsy, D. S. (2018). Analisis Matematis Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Oksigen Oksigen Ruang Simpan Terhadap Laju Respirasi dan Perubahan Kualitas Buah Salak Pondoh (*Salacca edulis*), Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Biale, JB, and Young, RE. (1971). The Avocado Pear, dalam Hulme, AC. The Biochemistry of Fruit and Their Produce, Volume 2, Academic press, London.
- Bintoro, N. (2019). Laporan Pertanggung Jawaban Penelitian. Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada
- BPS dan Dirjen BP Hortikultura, (2025). Produksi Tomat. Tersedia online pada: <https://www.bps.go.id/id/publication/2025/06/10/aab67e4d36ea6d7bed30d79f/statistikhortikultura-2024.html>
- Chitravati, (2015). Influence of Modified Atmosphere Pacakaging on Self-Life of Green Chllies (*Capsicum annum L.*). Food Pacakaging and Self-Life 4,19. DOI:doi.org/10.1016/j.fpsl.2015.02.001
- Fonseca, S. C., Oliveira, F. A. R., Frias, J.M., Brecht, J.K., Chau, K. V., (2002). Modelling Respiration Rate of Shredded Galega Kale For Development of Modified Atmosphere Packaging. Journal of food engineering 54 (4), 299-307. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00216-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00216-3)
- Hakim, A. Md. K Islam, Md. Ibrahim, Md J. Hossain, N.A. Ara and K. Md. F. Haque. (2012). Status of The Bahvioural Patern of Biochemical Properties of Banana In The Storage Condition. International Journal of Bioscience (IJB). Vol. 2(8): 83-94. DOI: <https://www.innspub.net/wp-content/uploads/2022/02/IJB-V2-No8-p83-94.pdf>
- Hamidi, A. (2019). Budidaya Tanaman Tomat. Available at:<http://nad.litbang.-pertanian.go.id/ind/index.php/info-teknologi/1093-budidaya-tanaman-tomat>, diakses pada hari sabtu, 23 Mei 2026, pukul 15:00 WITA.
- [https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjEwMCMY/rata-rata-konsumsi-perkapita-seminggu-menurut-kelompok-sayur-sayuran-per-kabupaten-kota.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjEwMCMY/rata-rata-konsumsi-perkapita-seminggu-menurut-kelompok-sayur-sayuran-per-kabupaten-kota.html?utm_source=chatgpt.com), diakses pada hari minggu, 17 Mei 2026, pukul 14:00 WITA
- Kader, A. A. (2008). Flavor quality of fruits and vegetables. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88(11), 1863–1868. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3293>
- Ma'rufah, Bimahri Qaulan. (2017). Studi Pengaruh Konsentrasi Oksigen pada Penyimpanan Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum Mill*) dengan Atmosfer Termodifikasi. Sarjana thesis, Universitas Brawijaya.
- Okiror, P. Balitta, P. Agea, J. G. Ocean, J. O. Lejju, J. Bahati. Rugunda, G. K. Sebuuwufu, C. I., (2017). Local Knowledge of Maturity Indicators For Priority Fruits And Vegetables in Uganda. Journal of Agricultural Extension and Rural Development Vol.9(7), pp.143-154. DOI: <https://doi.org/10.5897/JAERD2017.0878>
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A. J. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A review. Food and Bioprocess Technology, 6(1), 36–60. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0867-9>
- Rohmana, (2000). Aplikasi Zat Pengatur Tumbuh Dalam Penanganan Pasca Panen Pisang *Canvendish (Musa canvendihii L.)* Bogor: Institut Pertanian Bogor. Dapat diakses secara online pada: <https://repository.ipb.ac.id/>
- Ryall, A. L and Lipton, W.J. (1972). Handling, Transportation and Storage of Fruit and Vegetables. Vol. I: Vegetables and Melons. AVI pub., Westport, Conneccitut. Sebuah buku yang dapat diakses secara online pada: <https://books.google.com/books?id=4R9JAAAAMAAJ>
- Sari, D. A., dan Hadiyanto, H. (2013). Teknologi dan Metode Penyimpanan Makanan Sebagai Upaya Memperpanjang *Shelf Life*. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan, 2:52-59. DOI: <https://doi.org/10.17728/jatp.v2i2.121>

- Singh, R. (2013), Respiratory Behavior of Turning Stage Mature Tomato Under Closed System at Different Temperature. *Journal Food Science Technology*/(2013) 5 (2) 78[u1.1]. DOI: <http://hrcak.srce.hr/file/168093>
- Witdarko, Y., Mangera, Y., Sinong, R., & Jamaludin. (2023). Rancang bangun mesin pengayak pati sagu dengan penggerak motor listrik untuk meningkatkan kualitas mutu tepung sagu pada industri pengolahan tepung sagu "*Dwitrap*". *Agricola*, 13(1), 16–25. <https://ejournal.unmus.ac.id/index.php/agricola>