

Aplikasi Modified Atmosphere Packaging (MAP) Berbasis Nitrogen terhadap Mutu Fisik Cabai Merah (*Capsicum annuum L.*) selama Penyimpanan

Sri Mutiar¹, Dewi Arziyah², Anwar Kasim³, Rehulina⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Universitas Dharma Andalas, Padang, Indonesia

¹Email : srimutiar@unidha.ac.id

Submit : 25-10-2025

Revisi : 21-12-2025

Diterima : 31-12-2025

ABSTRACT

*Physical and physiological red chili (*Capsicum annuum L.*) deterioration after harvest often leads to a decline in quality and contributes to price fluctuations in the domestic market. Therefore, effective packaging technology is required to extend shelf life and maintain the quality of red chili. One promising approach is Modified Atmosphere Packaging (MAP) using nitrogen. Nitrogen gas is inert, odorless, tasteless, and can replace oxygen to suppress respiration, oxidation, and color degradation. This study aimed to evaluate the effect of nitrogen packaging on weight loss, moisture content, and color attributes of red chili during storage at room temperature. The experiment was arranged in a completely randomized design (CRD) with two factors, namely packaging treatment (without nitrogen and with nitrogen) and storage duration (0, 3, 6, 9, and 12 days), each with three replications. The observed parameters included weight loss, moisture content, and color (L, a, b values). The results revealed that red chili packaged with nitrogen exhibited a slower increase in weight loss compared to the control, reaching only 3.62% on day 12, lower than 4.29% without nitrogen. Moisture content in nitrogen-packaged chili was relatively more stable during storage, although some fluctuations occurred. Furthermore, color analysis showed that nitrogen packaging better preserved brightness (L) and redness (a), resulting in fresher appearance. Nitrogen based packaging effectively maintained the physical quality of red chili during storage, highlighting its potential to reduce postharvest losses and enhance the competitiveness of horticultural products.*

Keywords: Nitrogen packaging, Physical quality, Postharvest technology, Red chili, Shelf life

ABSTRAK

Kerusakan fisik dan fisiologis pascapanen Cabai merah (*Capsicum annuum L.*) dapat menyebabkan penurunan mutu serta memicu fluktuasi harga di pasar domestik. Oleh sebab itu, diperlukan teknologi pengemasan yang efektif untuk memperpanjang umur simpan sekaligus mempertahankan mutu cabai merah. Salah satu teknologi yang banyak diterapkan adalah *Modified Atmosphere Packaging (MAP)* berbasis nitrogen. Gas nitrogen (N_2) bersifat inert, tidak berbau, tidak berasa, serta mampu menggantikan oksigen untuk menghambat respirasi, oksidasi, dan perubahan warna produk. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pengemasan dengan nitrogen terhadap susut bobot, kadar air, dan warna cabai merah selama penyimpanan pada suhu ruang. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yaitu perlakuan kemasan (tanpa nitrogen dan dengan nitrogen) dan lama penyimpanan (0, 3, 6, 9, dan 12 hari), masing-masing dengan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi susut bobot, kadar air, dan warna (nilai L, a, b). Hasil penelitian menunjukkan bahwa cabai merah yang dikemas dengan nitrogen menunjukkan susut bobot lebih lambat dibandingkan kontrol, yaitu hanya 3,62% pada hari ke-12 dibandingkan 4,29% tanpa nitrogen. Kadar air cabai merah relatif lebih stabil selama penyimpanan. Pengukuran nilai warna (L, a, b) pada cabai dengan kemasan nitrogen menunjukkan warna merah yang lebih cerah dan segar.

Kesimpulan dari penelitian ini teknologi pengemasan cabai merah dengan nitrogen dapat mempertahankan mutu fisik cabai merah, berpotensi menekan kehilangan bobot pascapanen.

Kata kunci: Cabai merah, Kemasan nitrogen, Mutu fisik, Teknologi pascapanen, Umur simpan.

1 Pendahuluan

Pertumbuhan sektor hortikultura di Indonesia pada komoditas sayuran bernilai ekonomi tinggi seperti cabai merah menunjukkan nilai positif. Data Badan Pusat Statistik (BPS, 2024) produksi cabai merah nasional mencapai 1,52 juta ton, dengan kontribusi terbesar berasal dari provinsi Jawa Tengah, Sumatera Barat, dan Jawa Barat. Namun, jumlah produksi yang tinggi, tingkat kehilangan pascapanen cabai merah masih signifikan, yaitu mencapai 20–40% akibat kerusakan mekanis, susut bobot, pelayuan dan serangan mikroba selama penyimpanan serta distribusi (FAO, 2022; Nurjanah et al., 2023). Kondisi ini menjadi salah satu penyebab fluktuasi harga cabai di pasar dan berpengaruh terhadap ketahanan pangan nasional.

Salah satu tantangan utama dalam rantai pasok cabai merah adalah sifatnya yang mudah rusak (*perishable*) karena laju respirasi yang tinggi, kandungan air yang besar, serta sensitif terhadap perubahan lingkungan (Kader, 2020). Penyimpanan pada kondisi suhu ruang menyebabkan cabai cepat kehilangan kesegaran, warna, dan tekstur hanya dalam waktu beberapa hari. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi pengemasan inovatif yang tidak hanya berfungsi sebagai wadah, tetapi juga mampu memperlambat laju kerusakan dan mempertahankan mutu produk selama distribusi.

MAP merupakan salah satu teknologi pengemasan modern yang banyak digunakan untuk memperpanjang umur simpan produk hortikultura. MAP bekerja dengan mengatur komposisi gas di dalam kemasan sehingga dapat memperlambat respirasi, menghambat pertumbuhan mikroba, serta mengurangi reaksi oksidasi (Liu et al., 2025). Di antara gas yang digunakan, nitrogen menjadi komponen penting karena bersifat inert, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak beracun. Nitrogen berfungsi menggantikan oksigen untuk mencegah oksidasi, mempertahankan warna, serta bertindak sebagai *filler gas* untuk menjaga bentuk kemasan (MacLaughlin et al., 2024).

Penerapan nitrogen dalam MAP telah banyak diteliti pada berbagai produk. Pada produk kering seperti keripik, nitrogen flushing terbukti memperpanjang umur simpan dengan menjaga kerenyahan dan mencegah ketengikan (Agarwal et al., 2018). Pada produk hortikultura, kemasan atmosfer termodifikasi berbasis nitrogen terbukti mampu memperpanjang masa simpan cabai merah hingga 14 hari dengan mutu yang lebih baik pada warna, tekstur, dan kesegaran dibandingkan penyimpanan konvensional (Sari et al., 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian dan penerapan teknologi kemasan berbasis nitrogen sangat relevan untuk mendukung pengendalian kehilangan pascapanen cabai merah. Teknologi ini diharapkan dapat memberikan nilai tambah pada produk hortikultura dan berkontribusi pada stabilitas harga, ketahanan pangan dan peningkatan daya saing komoditas cabai merah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peran nitrogen dalam teknologi MAP, khususnya pada penyimpanan cabai merah, serta implikasinya terhadap mutu dan umur simpan produk.

2 Metode

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah cabai merah segar (*Capsicum annuum L.*) yang diperoleh dari petani di Nagari Padang Laweh, Kecamatan Sungai Pua, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Gas nitrogen kemurnian 99,9% digunakan sebagai perlakuan pengemasan. Bahan pendukung meliputi plastik kemasan polietilen (PE) dengan ketebalan [20 µm]. Alat yang digunakan antara lain timbangan analitik (ketelitian 0,01 g), oven pengering dan colorimeter wf32. Uji organoleptik dilakukan menggunakan panelis tidak terlatih sebanyak 25 orang.

Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor: Faktor A perlakuan kemasan: tanpa nitrogen (kontrol) dan dengan nitrogen. Faktor B lama penyimpanan: 0, 3, 6, 9, dan 12 hari. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh total [jumlah] satuan percobaan.

Prosedur Penelitian

Persiapan sampel: Cabai merah yang seragam ukuran, warna, dan tingkat kematangan dicuci bersih, ditiriskan, dan ditimbang awal. Pengemasan: Sampel dimasukkan ke dalam plastik PE ketebalan 80 micron, kemudian dilakukan mengeuuran gas dengan menggunakan vakumsiller selanjutnya pengisian nitrogen (nitrogen flushing) pada perlakuan dengan N₂. Untuk kontrol, kemasan ditutup rapat tanpa perlakuan gas. Penyimpanan: Semua sampel disimpan pada suhu ruang ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) selama 12 hari. Pengamatan dilakukan pada hari ke-0, 3, 6, 9, dan 12. Parameter yang diamati: susut bobot (%) dihitung dari selisih berat awal dan akhir dibagi berat awal. Kadar air (%) ditentukan dengan metode oven pada suhu 105 °C hingga bobot konstan. Warna diukur menggunakan colorimeter dengan parameter L (kecerahan), a (kemerahan), dan b (kekuningan).

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan Analisis Sidik Ragam (ANOVA) sesuai rancangan percobaan. Apabila terdapat perbedaan nyata, dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT (Duncan's Multiple Range Test) pada taraf 5% untuk membandingkan perlakuan.

3 Hasil dan Pembahasan

Susut bobot dan kadar air

Hasil pengamatan terhadap cabai merah yang disimpan tanpa nitrogen dan dengan nitrogen, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perubahan susut bobot, kadar air, dan warna cabai selama penyimpanan.

| Parameter | Perlakuan | Ke-0 | Ke-3 | Ke-6 | Ke-9 | Ke-12 |
|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Susut bobot (%) | Tanpa Nitrogen | 0,00 | 1,35 ⁱ ±0,23 | 1,88 ^e ±0,26 | 4,38 ^a ±0,41 | 4,29 ^b ±0,41 |
| | Dengan Nitrogen | 0,00 | 0,19 ^h ±0,08 | 0,74 ^g ±0,17 | 3,29 ^c ±0,36 | 3,62 ^c ±0,38 |
| Kadar air (%) | Tanpa Nitrogen | 95,85 ^d | 98,20 ^b ±1,98 | 98,31 ^b ±1,98 | 97,54 ^c ±1,97 | 98,31 ^b ±1,98 |
| | Dengan Nitrogen | 95,33 ^d | 98,40 ^b ±1,98 | 92,58 ^e ±1,92 | 97,60 ^c ±1,97 | 99,03 ^a ±1,97 |

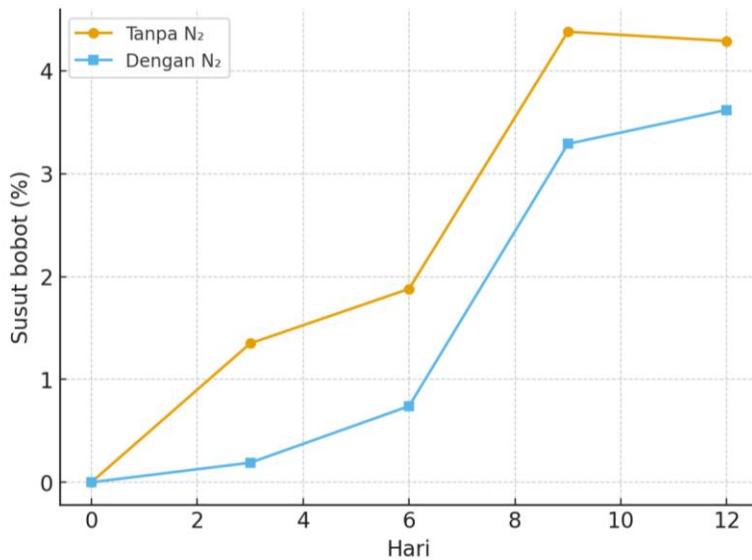
Keterangan: huruf berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang berbedanya pada taraf 5%

Hasil analisis statistik susut bobot cabai merah menunjukkan bahwa penggunaan kemasan dengan nitrogen memberikan pengaruh terhadap pemeliharaan mutu fisik cabai selama penyimpanan hingga hari ke-12. Pada parameter susut bobot, cabai yang disimpan tanpa nitrogen menunjukkan kenaikan susut bobot mulai dari 0% hingga 4,29% pada hari ke-12, sedangkan pada perlakuan dengan nitrogen susut bobot lebih rendah, yaitu 3,62%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa penggunaan nitrogen mampu menekan kehilangan massa melalui pengurangan respirasi dan transpirasi. Menurut Olveira-Bouzas et al. (2023), sistem kemasan atmosfer termodifikasi mampu menjaga kehilangan air dan mempertahankan warna dalam jenis cabai 'Padrón' selama penyimpanan dingin.

Susut bobot cabai merah segar meningkat seiring waktu penyimpanan pada kedua perlakuan. Tanpa nitrogen, susut bobot mencapai $4,29 \pm 0,41\%$ pada hari ke-12, sedangkan pada kemasan nitrogen hanya $3,62 \pm 0,38\%$. Perbedaan ini menandakan bahwa pengemasan dengan nitrogen mampu menekan kehilangan bobot cabai merah. Menurut Pega et al. (2021), penggunaan atmosfer termodifikasi berbasis nitrogen dapat memperlambat proses respirasi dan transpirasi, sehingga kehilangan air dari jaringan tanaman berkurang. Dengan demikian, rendahnya susut bobot pada perlakuan nitrogen menunjukkan efektivitas teknologi ini dalam memperpanjang daya simpan cabai merah segar.

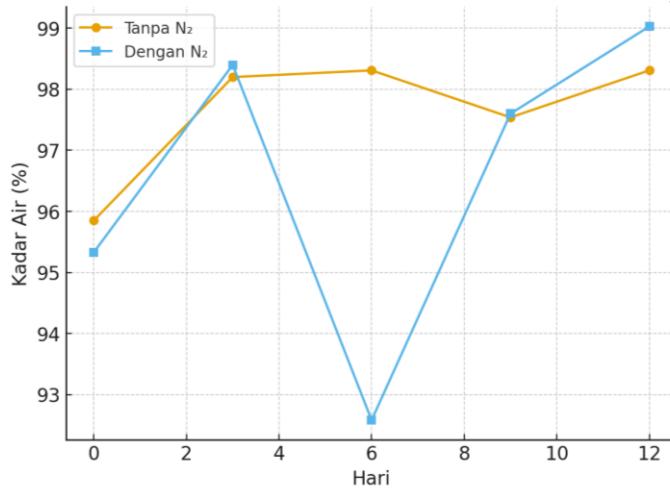
Kadar air cabai merah pada kedua perlakuan relatif tinggi selama penyimpanan. Penyimpanan tanpa nitrogen, menunjukkan kadar air berkisaran 95,85–98,31% dengan SD sekitar 1,9%. Hal ini menunjukkan kestabilan meskipun terdapat variasi yang kecil. Pada kemasan nitrogen, kadar air menurun pada hari ke-6 ($92,58 \pm 1,92\%$), namun meningkat kembali hingga $99,03 \pm 1,97\%$ pada hari ke-12. Hal ini diduga karena keseimbangan antara kehilangan air akibat transpirasi dengan kelembapan relatif dalam

kemasan. Menurut Adinegoro et al. (2025) melaporkan bahwa pengemasan dengan atmosfer termodifikasi dapat menurunkan laju kehilangan air dan menjaga kelembapan relatif, sehingga kadar air produk lebih terjaga. Sejalan dengan penelitian Shen et al. (2019), bahwa penggunaan nitrogen atau atmosfer termodifikasi pada produk hasil panen, membantu mempertahankan kandungan air dan warna, meskipun ada variasi temporer terkait kondisi penyimpanan. Untuk melihat tren perubahan antar hari dan perlakuan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perubahan susut bobot cabai merah selama penyimpanan

Grafik menunjukkan bahwa susut bobot meningkat seiring waktu pada kedua perlakuan, namun laju kenaikan lebih tinggi pada cabai tanpa nitrogen yaitu 4,29% di hari ke-12 dibandingkan dengan kemasan nitrogen yaitu 3,62% di hari ke-12. Hal ini menunjukkan bahwa pengemasan dengan nitrogen mampu memperlambat kehilangan bobot akibat respirasi dan transpirasi. Menurut Pega et al. (2021), penyimpanan dengan atmosfer termodifikasi berbasis nitrogen dapat mengurangi kehilangan air dan menjaga kualitas hortikultura segar. Dengan demikian, penggunaan nitrogen efektif dalam memperpanjang daya simpan cabai merah segar. Untuk melihat tren perubahan kadar air cabai merah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perubahan kadar air cabai selama penyimpanan

Kadar air cabai pada kedua perlakuan relatif tinggi besar 92%, tetapi terdapat perbedaan pola. Pada perlakuan tanpa nitrogen, kadar air relatif stabil di kisaran 95–98%. Namun, pada kemasan nitrogen terjadi penurunan kadar air yaitu 92,58% pada hari ke-6 dan meningkat kembali hingga 99,03% di hari ke-12. Stabilitas kadar air yang lebih baik pada kemasan nitrogen menunjukkan adanya peran gas nitrogen dalam menjaga kelembapan relatif di dalam kemasan. Hal ini sesuai temuan Adinegoro et al. (2025) bahwa kemasan dengan atmosfer termodifikasi dapat menurunkan fluktuasi kadar air pada komoditas hortikultura.

Berdasarkan data susut bobot dan kadar air, pengemasan dengan nitrogen secara signifikan membantu mempertahankan mutu cabai dalam parameter-parameter krusial: susut bobot dan kandungan air. Meskipun fluktuasi temporer terjadi terutama pada kadar air. Keunggulan penggunaan nitrogen terlihat jelas dalam meminimalkan kerusakan akibat kehilangan bobot.

Pengamatan warna

Hasil pengamatan terhadap kecerahan cabai merah yang disimpan tanpa nitrogen dan dengan nitrogen, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Penyimpanan Cabai dengan dan tanpa Nitrogen terhadap kecerahan warna cabai

| Parameter | Perlakuan | Ke-0 | Ke-3 | Ke-6 | Ke-9 | Ke-12 |
|-----------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Warna (L) | Tanpa Nitrogen | 29,69 | 28,23 | 26,84 | 26,59 | 27,75 |
| | Dengan Nitrogen | 29,56 | 28,23 | 27,72 | 28,28 | 27,65 |
| Warna (a) | Tanpa Nitrogen | 32,40 | 31,74 | 28,19 | 29,88 | 32,61 |
| | Dengan Nitrogen | 31,40 | 31,74 | 29,32 | 31,21 | 32,30 |
| Warna (b) | Tanpa Nitrogen | 11,73 | 10,73 | 9,22 | 10,07 | 15,23 |
| | Dengan Nitrogen | 10,27 | 10,61 | 10,04 | 11,07 | 11,21 |

Parameter warna L, a dan b memberikan bukti bahwa perlakuan nitrogen berhasil mempertahankan tampilan warna cabai. Nilai L menunjukkan tingkat kecerahan warna cabai merah. Nilai L cenderung menurun pada kedua perlakuan sepanjang hari, tetapi penurunan lebih kecil pada perlakuan dengan nitrogen. Hal ini menunjukkan bahwa

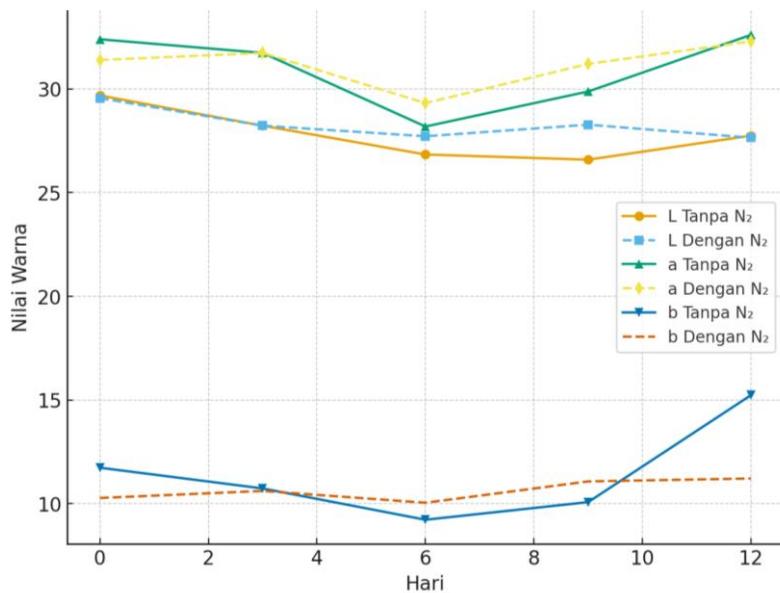
kecerahan tetap lebih tinggi. Selama penyimpanan, nilai L pada kedua perlakuan menurun, menunjukkan bahwa cabai mengalami penggelapan warna. Pada hari ke-12, nilai L pada cabai tanpa nitrogen mencapai 27,75, sedangkan pada kemasan nitrogen 27,65. Meskipun penurunan terjadi pada keduanya, laju penurunan lebih lambat pada kemasan nitrogen. Hal ini menunjukkan bahwa bahwa nitrogen dapat memperlambat pencokelatan dan degradasi pigmen. Menurut Sari et al. (2021), penggunaan atmosfer kaya nitrogen dapat menekan oksidasi enzimatik sehingga produk hortikultura tetap terlihat cerah.

Berdasarkan pengamatan nilai a, menunjukkan intensitas warna merah pada cabai, relatif lebih stabil pada perlakuan nitrogen dibandingkan tanpa nitrogen menurun pada hari ke-6. Namun sebaliknya, nilai b pada kelompok tanpa nitrogen meningkat pada hari ke-12. Hal ini menunjukkan degradasi pigmen merah akibat respirasi dan oksidasi dan akumulasi pigmen karotenoid seperti capsanthin dan capsorubin yang lebih dominan seiring pematangan. Menurut Berry et al. (2021) perlakuan yang menekan oksidasi dan respirasi, seperti nitrogen atau MAP, dapat memperlambat perubahan warna pada cabai dan sayuran yang berpigmen merah. Sari et al. (2022) melaporkan bahwa kemasan dengan atmosfer termodifikasi nitrogen dapat memperlambat degradasi karotenoid, sehingga warna merah lebih tahan lama.

Pengamatan terhadap nilai b (kekuningan) pada perlakuan tanpa nitrogen meningkat tajam hingga 15,23 pada hari ke-12, menandakan terjadinya perubahan warna menuju kuning/oranye yang berkaitan dengan kematangan lanjut atau degradasi pigmen. Pada perlakuan nitrogen, nilai b relatif stabil (10,27–11,21). Berry et al. (2021) menyatakan bahwa kemasan dengan atmosfer rendah oksigen atau nitrogen dapat memperlambat degradasi pigmen seperti klorofil dan menjaga kestabilan karotenoid, sehingga warna merah cabai lebih terjaga.

Nilai b merepresentasikan intensitas warna kuning/oranye. Pada cabai tanpa nitrogen, nilai b meningkat signifikan hingga 15,23 pada hari ke-12, menunjukkan bahwa cabai memasuki fase kematangan lanjut yang ditandai dengan dominasi pigmen oranye-kuning seperti β -karoten. Sebaliknya, pada cabai dengan nitrogen, nilai b tetap stabil di kisaran 10–11, sehingga perubahan warna ke arah kuning lebih lambat. Hal ini menunjukkan bahwa pengemasan nitrogen menunda proses perubahan warna dari merah cerah menjadi oranye kekuningan, yang erat kaitannya dengan percepatan kematangan. Menurut Adinegoro et al. (2025), atmosfer kaya nitrogen mampu menekan aktivitas enzim yang berperan dalam perubahan pigmen selama pematangan pascapanen.

Berdasarkan parameter L, a, dan b, dapat secara keseluruhan bahwa pengemasan nitrogen lebih efektif dalam mempertahankan warna merah khas cabai. Warna merah cabai sangat dipengaruhi oleh pigmen karotenoid, khususnya capsanthin dan capsorubin, yang memberikan daya tarik visual bagi konsumen. Stabilitas warna ini sangat penting karena secara langsung memengaruhi nilai jual dan penerimaan pasar cabai merah segar. Menurut Yeboah et al. (2023) menyatakan bahwa atmosfer termodifikasi berbasis nitrogen berkontribusi signifikan terhadap perpanjangan umur simpan cabai melalui penekanan aktivitas respirasi, oksidasi, dan degradasi pigmen. Gambar 3 menunjukkan tren perubahan warna cabai merah segar selama penyimpanan dengan dan tanpa kemasan nitrogen.



Gambar 3. Perubahan Nilai Warna (L, a, b) Cabai Merah Selama Penyimpanan

Penilaian organoleptik cabai merah

Tabel 3. Penilaian organoleptik Cabai Merah Selama Penyimpanan

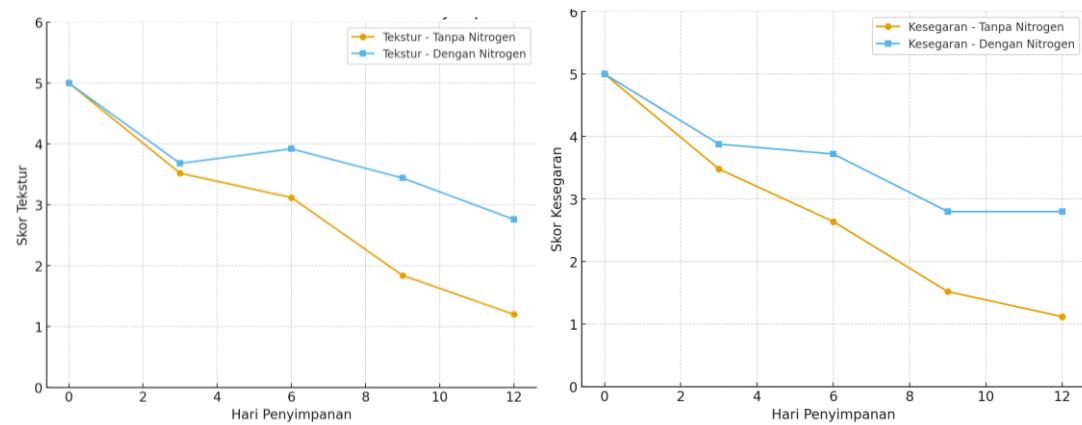
| Penilaian | Perlakuan | Ke-0 | Ke-3 | Ke-6 | Ke-9 | Ke-12 |
|-----------|-----------------|------|------|------|------|-------|
| Tekstur | Tanpa Nitrogen | 5 | 3,52 | 3,12 | 1,84 | 1,2 |
| | Dengan Nitrogen | 5 | 3,68 | 3,92 | 3,44 | 2,76 |
| Kesegaran | Tanpa Nitrogen | 5 | 3,48 | 2,64 | 1,52 | 1,12 |
| | Dengan Nitrogen | 5 | 3,88 | 3,72 | 2,8 | 2,8 |

Analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat interaksi faktor waktu penyimpanan terhadap penurunan mutu organoleptik ($p<0,05$). Faktor perlakuan kemasan juga signifikan, dimana kemasan dengan nitrogen dapat mempertahankan nilai organoleptik lebih tinggi dibandingkan tanpa nitrogen pada semua perlakuan waktu. Hal ini menunjukkan terdapat interaksi signifikan antara waktu penyimpanan dan perlakuan

kemasan, yang ditunjukkan dengan pola penurunan mutu yang lebih cepat pada cabai merah tanpa nitrogen dibandingkan dengan kemasan nitrogen.

Hasil penilaian organoleptik menunjukkan adanya penurunan skor tekstur dan kesegaran cabai merah selama penyimpanan, baik pada kemasan tanpa nitrogen maupun dengan nitrogen (Tabel 3). Laju penurunan mutu organoleptik pada cabai merah yang disimpan dengan nitrogen relatif lebih lambat dibandingkan dengan perlakuan tanpa nitrogen. Pada parameter tekstur, cabai merah tanpa nitrogen mengalami penurunan skor secara tajam dari 5,00 pada hari ke-0 menjadi hanya 1,20 pada hari ke-12. Namun, cabai merah yang dikemas dengan nitrogen masih memperoleh penilaian tekstur 2,76 pada hari ke-12. Hal ini menunjukkan bahwa nitrogen mampu memperlambat proses pelunakan jaringan buah pada cabai merah. Pada parameter kesegaran, cabai merah tanpa nitrogen mengalami penurunan nilai dari skor 5,00 pada hari ke-0 menjadi 1,12 pada hari ke-12, sedangkan pada kemasan dengan nitrogen penurunan berlangsung lebih lambat hingga mencapai penilaian skor 2,80 pada hari ke-12.

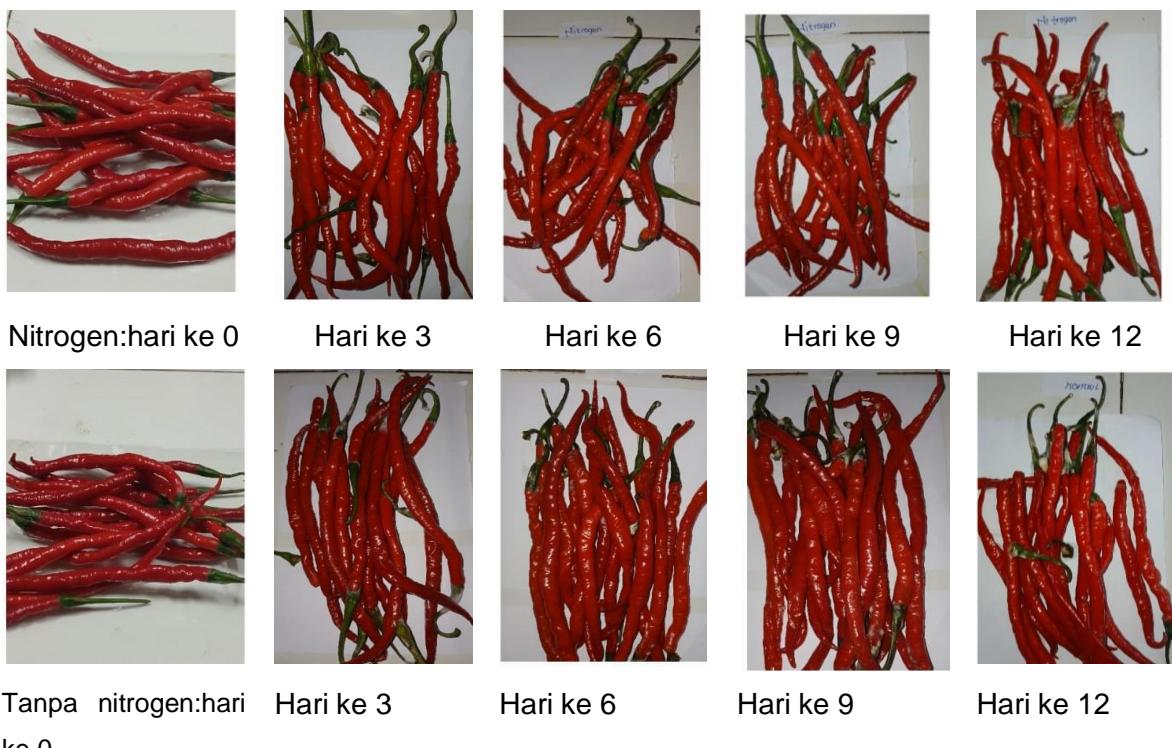
Secara fisiologis, atmosfer kaya nitrogen menurunkan kadar oksigen di sekitar produk sehingga menghambat aktivitas enzim pelunak dinding sel dan memperlambat pembusukan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan nitrogen dalam kemasan efektif memperpanjang umur simpan cabai merah hingga 9–12 hari dengan mutu organoleptik yang masih dapat diterima, sementara cabai merah tanpa nitrogen hanya bertahan hingga 6 hari sebelum mengalami penurunan mutu yang signifikan.



Gambar 4. Perubahan tekstur dan kesegaran cabai merah selama penyimpanan

Grafik menunjukkan perubahan nilai organoleptik tekstur dan kesegaran cabai merah selama penyimpanan hingga hari ke-12 pada dua perlakuan, yaitu tanpa nitrogen dan dengan kemasan nitrogen. Pada perlakuan tanpa nitrogen, terjadi penurunan tajam baik pada tekstur maupun kesegaran. Tekstur cabai yang awalnya mendapat skor 5 (sangat baik) mengalami penurunan menjadi 1,20 pada hari ke-12. Kesegaran juga

menunjukkan penurunan serupa, dari skor 5 menjadi 1,12. Cabai mengalami pelayuan, lunak dan penurunan kualitas fisik secara signifikan dalam waktu relatif singkat. Hal ini menunjukkan bahwa cabai merah yang tidak diberi perlakuan atmosfer termodifikasi sangat rentan terhadap kehilangan air, respirasi tinggi, serta serangan mikroba sehingga cepat mengalami pelayuan dan penurunan mutu (Kader, 2020; Wills et al., 2016). Gambar 5. Menunjukkan gambar cabai dengan perlakuan nitrogen dengan berbagai waktu penyimpanan.



Gambar 5. Perubahan fisik cabai dengan perlakuan nitrogen dan tanpa nitrogen dengan berbagai waktu penyimpanan.

Perlakuan kemasan nitrogen, penurunan kualitas terlihat lebih lambat. Tekstur cabai tetap baik hingga hari ke-9 dengan skor penilaian 3,44 dan mengalami penurunan menjadi 2,76 pada hari ke-12. Penilaian kesegaran menunjukkan penilaian cukup dengan skor 2,80 pada hari ke-12. Hasil ini masih lebih tinggi dibandingkan cabai tanpa nitrogen. Hal ini menunjukkan bahwa modifikasi atmosfer dengan penambahan nitrogen efektif dalam memperlambat proses respirasi, oksidasi, dan aktivitas mikroba yang berkontribusi pada kerusakan cabai merah. Hasil ini memperkuat bahwa MAP berbasis nitrogen efektif memperpanjang umur simpan cabai merah dan mempertahankan mutu organoleptiknya lebih baik dibandingkan penyimpanan biasa (Fonseca et.al, 2017).

4 Kesimpulan

Penerapan Modified Atmosphere Packaging (MAP) berbasis nitrogen terbukti mampu mempertahankan mutu fisik cabai merah selama penyimpanan pada suhu ruang. Pengemasan dengan nitrogen secara nyata menekan laju susut bobot dan menjaga kestabilan kadar air dibandingkan perlakuan tanpa nitrogen, sehingga kehilangan bobot pascapanen dapat dikurangi. Selain itu, kemasan nitrogen lebih efektif dalam mempertahankan atribut warna cabai merah, yang ditunjukkan oleh nilai kecerahan (L) dan kemerahan (a) yang relatif lebih stabil serta laju peningkatan nilai kekuningan (b) yang lebih rendah selama penyimpanan. Secara organoleptik, cabai merah yang dikemas dengan nitrogen memiliki tekstur dan kesegaran yang lebih baik serta umur simpan lebih panjang hingga 9–12 hari dibandingkan cabai tanpa nitrogen yang mengalami penurunan mutu signifikan setelah hari ke-6. Hasil ini menunjukkan bahwa MAP berbasis nitrogen berpotensi diterapkan sebagai teknologi pascapanen untuk mengurangi kehilangan mutu dan meningkatkan daya simpan cabai merah.

Daftar Pustaka

- Adinegoro, H., Manalu, L. P., Asgar, A., Yustiningsih, N., Purwanto, W., Sumarno, L., Henanto, H., Subandrio, Pramono, E. P., Lukas, A., Luthfiyanti, R., Widayanti, S. M., Risfaheri, Budiyanto, A., & Arif, A. B. (2025). Establishing the Most Appropriate Modified Atmosphere Composition to Store Dewi Star Fruit (Averrhoa carambola L.). *Scientifica*, 2025(1), 6694951. <https://doi.org/10.1155/sci5/6694951>
- Agarwal, S., Verma, A., & Singh, R. (2018). Effect of nitrogen flushing on shelf-life of fried snacks. *Journal of Food Science and Technology*, 55(9), 3732–3740. <https://doi.org/10.1039/c8fo00817e>
- BPS. (2024). *Statistik Hortikultura 2024*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Berry, H. M., Lai, F., Kende, A., Rickett, D. V., Baxter, C. J., Enfissi, E. M. A., & Fraser, P. D. (2021). Understanding colour retention in red chilli pepper fruit using a metabolite profiling approach. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 2, 100013. <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2021.100013>
- FAO. (2022). *Food loss and waste in fruits and vegetables*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fonseca, S. C., & Oliveira, F. A. R. (2017). Respiration and modified atmosphere packaging. In: *Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables, and Flowers*. Wiley-Blackwell.
- Kader, A. A. (2020). Postharvest biology and technology of horticultural crops. University of California, Agriculture and Natural Resources.
- Liu, X., Zhang, Y., & Chen, L. (2025). Advances in modified atmosphere packaging for fresh produce: A review. *Postharvest Biology and Technology*, 210, 112456. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2025.112456>
- MacLaughlin, R., Patel, S., & Green, D. (2024). Role of nitrogen in modified atmosphere packaging: Mechanisms and applications. *Food Packaging and Shelf Life*, 32, 101074. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2024.101074>

- Nurjanah, R., Hidayat, R., & Siregar, A. (2023). Analisis kehilangan pascapanen cabai merah pada tingkat petani dan pedagang. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 11(2), 155–166.
- Olveira-Bouzas, V., Pita-Calvo, C., Romero-Rodríguez, M. A., & Vázquez-Odériz, M. L. (2023). Evaluation of a Packaging System in Pallets Under Modified Atmosphere to Extend the Shelf-life of 'Padrón' Peppers Stored at Refrigeration Temperature. *Food and Bioprocess Technology*, 16, 785-803. <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02966-2>
- Pega, E. P., Bintoro, N., & Saputro, A. D. (2021). Rekayasa Teknologi Penyimpanan dengan Atmosfer Termodifikasi untuk Memperpanjang Umur Simpan dalam Penanganan Pascapanen Tomat. *agriTECH*, 41(3), 246. <https://doi.org/10.22146/agritech.54926>
- Sari, M., Hidayat, R., & Wibowo, A. (2022). Pengaruh kemasan atmosfer termodifikasi terhadap mutu cabai merah selama penyimpanan. *Jurnal*
- Sari, D., Pratama, H., & Yuliani, R. (2021). Pengaruh modified atmosphere packaging terhadap mutu cabai merah selama penyimpanan dingin. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 23(1), 45–54.
- Shen, X., Yuan, R., Wang, Y., & others. (2019). Effects of pressurized argon and nitrogen treatments in delaying the losses of moisture, ascorbic acid, color and firmness in produce. *Journal of Food Science*, 84(12).
- Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., & Joyce, D. (2016). *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables*. CABI.
- Yeboah, S., Hong, S. J., Park, Y., Choi, J. H., & Eum, H. L. (2023). Postharvest Quality Improvement of Bell Pepper (*Capsicum annuum* L. cv Nagano) with Forced-Air Precooling and Modified Atmosphere Packaging. *Foods*, 12(21), 3961. <https://doi.org/10.3390/foods12213961>