RAET: Research in Agricultural Engineering and Technology

Journal homepage: www.online-journal.unja.ac.id/raet

Analisis mutu buah nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) pada metode penyimpanan Zero Energy Cool Chamber (ZECC) dengan kombinasi pengemasan

Muhammad Risky Rahmadhan[1], Indriyani[2*], Dewi Fortuna[1], Suci Putri Ramadani[2]

[1] Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia
[2] Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

ARTICLE INFO

Received: February 2026
Revised: March 2026
Accepted: March 2026
Published: March 2026

Corresponding Author:
Author Name*: Indriyani
Email*:
indriyani@unja.ac.id

ABSTRACT

Pineapple is a non-climacteric fruit with high perishability; therefore, appropriate postharvest handling is required to slow quality deterioration during storage. This study aimed to evaluate the quality characteristics of Queen pineapple stored in a Zero Energy Cool Chamber (ZECC) using different packaging treatments. The research used a Completely Randomized Design (CRD) with three treatments: no packaging, Low Density Polyethylene (LDPE) packaging, and Polypropylene (PP) packaging. Each treatment was repeated three times, resulting in 9 experimental units. Observations were conducted every 2 days for 10 days, with a total of 45 samples. The observed parameters included texture, vitamin C content, weight loss, and peel color values (L*, a*, and b*). The results showed that packaging treatment affected pineapple quality during ZECC storage, particularly in reducing weight loss, maintaining texture, preserving vitamin C content, and slowing peel color changes. LDPE packaging was the best treatment, extending shelf life up to 10 days with average values of texture 34.91 N, vitamin C 41.16 mg/100 g, weight loss 3.60%, L* 33.11, a* 11.17, and b* 32.72.

Keywords:
Low Density Polyethylene; Packaging; Pineapple; Polypropylene; Zero Energy Cool Chamber.

Pendahuluan

Buah nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) merupakan komoditas hortikultura tropis yang memiliki kandungan air, gula, asam organik, vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif yang berperan penting terhadap mutu sensori serta nilai gizi produk (Bait et al., 2022; Murdianto & Syahrumsyah, 2022). Nanas termasuk buah non-klimakterik, sehingga setelah dipanen tidak mengalami lonjakan respirasi dan produksi etilen seperti buah klimakterik. Meskipun demikian, buah nanas tetap mengalami aktivitas metabolik pascapanen, seperti respirasi, transpirasi, perubahan warna kulit, pelunakan jaringan, penurunan kandungan vitamin C, dan kerusakan mutu selama penyimpanan (Mohd Ali et al., 2022). Oleh karena itu, penanganan pascapanen yang tepat diperlukan untuk mempertahankan mutu buah, menekan susut bobot, dan memperpanjang umur simpan.

Tanaman nanas tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia. Provinsi Jambi merupakan salah satu sentra produksi nanas, termasuk Desa Tangkit Baru yang dikenal sebagai penghasil nanas varietas Queen. Pada tingkat petani, buah nanas umumnya disimpan secara sederhana dengan cara diletakkan di atas tanah yang telah dilapisi terpal. Cara penyimpanan tersebut berpotensi mempercepat penurunan mutu, seperti kulit mengeriput, perubahan warna, pelunakan tekstur, serta kerusakan akibat aktivitas mikroorganisme. Perawatan pascapanen yang tepat sangat diperlukan untuk menjaga kualitas dan nilai produk pertanian (Fahroji et al., 2021; Gomez et al., 2023; Yanita & Wahyuni, 2021). Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk memperlambat penurunan mutu nanas sebagai buah non-klimakterik adalah pengemasan sebelum penyimpanan. Perlakuan pengemasan dapat menggunakan beberapa jenis plastik, di antaranya Low Density Polyethylene (LDPE) dan Polypropylene (PP). Djaafar et al. (2022) menyatakan bahwa penyimpanan dalam kemasan plastik dapat mempertahankan kelembapan dan mengurangi proses transpirasi sehingga susut bobot dapat ditekan.

Plastik LDPE merupakan bahan pengemas yang memiliki kemampuan menahan uap air cukup baik. Permeabilitas uap air yang rendah dapat membantu mempertahankan kelembapan di sekitar produk sehingga kehilangan air akibat transpirasi dapat dikurangi. Polypropylene (PP) juga banyak digunakan sebagai kemasan pangan karena memiliki permukaan licin, tahan terhadap bahan kimia, fleksibel, relatif kuat, mudah didaur ulang, dan memiliki harga yang relatif terjangkau (Deglas, 2023). Teknik

How to Cite:
Rahmadhan, M. R., Indriyani, Fortuna, D., & Ramadani, S.P. (2026). Analisis mutu buah nanas (Ananas comosus (L.) Merr.) pada metode penyimpanan Zero Energy Cool Chamber (ZECC) dengan kombinasi pengemasan. RAET: Research in Agricultural Engineering and Technology, 1(1): 32-37

pengemasan yang tepat diharapkan dapat mengurangi kontak langsung bahan dengan udara luar serta membantu mengatur pertukaran uap air, O2, dan CO2. Penggunaan plastik kemasan dengan karakter permeabilitas yang sesuai dapat membantu menghambat penurunan mutu produk hortikultura selama penyimpanan (Anggraini & Permatasari, 2017). Dengan demikian, penggunaan kemasan plastik berpotensi memperpanjang umur simpan dan memperlambat kerusakan mutu buah nanas.

Perlakuan pengemasan yang diikuti penyimpanan menggunakan Zero Energy Cool Chamber (ZECC) dapat memperlambat respirasi, transpirasi, dan penurunan mutu buah (Dirpan et al., 2021). ZECC merupakan sistem penyimpanan berbasis pendinginan evaporatif yang ramah lingkungan, hemat biaya, dan tidak memerlukan energi listrik. Prinsip pendinginan evaporatif terjadi melalui penguapan air dari media lembap, sehingga suhu ruang penyimpanan menjadi lebih rendah dan kelembapan relatif menjadi lebih tinggi dibandingkan lingkungan luar. Kondisi tersebut dapat membantu menjaga kesegaran produk hortikultura selama penyimpanan (Dirpan et al., 2017; Kumar et al., 2018; Lal Basediya et al., 2023).

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh jenis kemasan terhadap mutu dan umur simpan buah nanas varietas Queen yang disimpan menggunakan Zero Energy Cool Chamber (ZECC), berdasarkan parameter tekstur, kandungan vitamin C, susut bobot, dan warna kulit buah.

Bahan dan Metode

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu buah nanas varietas Queen dengan tingkat kematangan sekitar 30%, akuades, indikator pati, larutan iodin 0,01 N, deterjen, batu bata, semen, pasir, dan air.

Metode Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan jenis kemasan yang terdiri atas tiga perlakuan, yaitu P1 = tanpa kemasan, P2 = kemasan LDPE, dan P3 = kemasan PP. Waktu penyimpanan dalam penelitian ini adalah 10 hari dengan interval pengamatan setiap 2 hari sekali. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 9 satuan percobaan. Pengamatan dilakukan pada hari ke-0, 2, 4, 6, 8, dan 10, sehingga diperoleh 45 sampel pengamatan. Sampel disimpan menggunakan Zero Energy Cool Chamber (ZECC). Penelitian dilakukan melalui tahapan sortasi, pencucian, pengemasan, penyimpanan pada ZECC, serta pengujian mutu buah. Parameter yang diamati meliputi warna, tekstur, susut bobot, kandungan vitamin C, dan suhu serta kelembapan ZECC.

Persiapan Instalasi Zero Energy Cool Chamber

Persiapan pembuatan ZECC dilakukan dengan menyediakan peralatan dan material, kemudian membentuk struktur persegi panjang dengan dinding bata luar berukuran 120 cm × 120 cm × 40 cm dan dinding dalam berukuran 100 cm × 100 cm × 50 cm. Celah antar dinding sekitar 7,5 cm diisi dengan pasir sebagai media penahan air. Pipa diletakkan di atas permukaan pasir dan dihubungkan ke tempat penyimpanan air yang dapat dikontrol melalui kran/katup. Air diberikan sebanyak 40 L per hari, yaitu 20 L pada pagi hari dan 20 L pada sore hari. Pemberian air bertujuan menjaga kelembapan pasir agar proses pendinginan evaporatif berlangsung optimal (Dirpan et al., 2017). Selanjutnya dipasang penutup/tirai untuk menghindari paparan langsung cahaya matahari dan hujan.

Persiapan Buah Nanas

Nanas diperoleh dari kebun petani di Desa Tangkit Baru. Buah yang digunakan adalah nanas varietas Queen dengan tingkat kematangan sekitar 30% dan bobot berkisar 700-900 g. Buah disortasi untuk memperoleh ukuran dan kondisi fisik yang relatif seragam sebelum diberi perlakuan pengemasan.

Proses Penyimpanan

Penyimpanan buah nanas dilakukan di dalam Zero Energy Cool Chamber (ZECC). Buah pada perlakuan P2 dan P3 masing-masing dikemas menggunakan plastik LDPE dan PP berukuran 20 cm × 35 cm (kapasitas 2 kg), sedangkan buah pada perlakuan P1 tidak dikemas. Selanjutnya buah ditempatkan dalam keranjang plastik, dimasukkan ke dalam chamber secara horizontal, dan ditutup menggunakan karung goni.

Proses Pengamatan

Kegiatan pengamatan dilakukan setiap 2 hari sekali selama 10 hari penyimpanan. Pengamatan warna dilakukan menggunakan citra digital yang diperoleh dari kamera gawai di dalam color box, kemudian dianalisis menggunakan Adobe Photoshop. Pengujian tekstur, pengukuran susut bobot, dan analisis kandungan vitamin C dilakukan di laboratorium. Pengamatan suhu dan kelembapan dilakukan setiap 10 menit menggunakan sensor DHT22 yang diletakkan pada bagian dalam dan luar ZECC.

Tekstur

Pengujian tekstur pada daging buah nanas dilakukan menggunakan texture analyzer. Prinsip kerja alat ini adalah memberikan gaya tekan pada sampel sehingga diperoleh nilai kekerasan dalam satuan Newton (N). Sebelum pengukuran, probe dipasang dan dikalibrasi sesuai karakteristik sampel. Sampel diletakkan pada wadah pengujian, kemudian alat dijalankan hingga menghasilkan nilai kekerasan yang digunakan sebagai indikator perubahan tekstur buah selama penyimpanan.

Kandungan Vitamin C

Pengujian kandungan vitamin C dilakukan dengan menghaluskan 25 g sampel buah hingga berbentuk bubur. Sampel dimasukkan ke dalam gelas beaker 100 mL, kemudian ditambahkan akuades hingga volume 100 mL. Larutan disaring untuk memperoleh filtrat sebanyak 25 mL. Filtrat dimasukkan ke dalam erlenmeyer 125 mL, ditambahkan 2 mL indikator pati, kemudian dititrasi menggunakan larutan iodin 0,01 N hingga terbentuk warna biru keunguan. Setiap 1 mL iodin 0,01 N setara dengan 0,88 mg asam askorbat (Meika et al., 2022).

$$\text{Vitamin C (mg/100 g)} = (V \times 0{,}88 \times FP \times 100) / W \quad (1)$$

Susut Bobot

Susut bobot dihitung berdasarkan persentase penurunan bobot buah dari bobot awal sampai waktu pengamatan. Perhitungan dilakukan setiap 2 hari sekali menggunakan timbangan analitik. Setiap sampel diberi label sesuai perlakuan dan ulangan. Persentase susut bobot dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Susut bobot (\%)} = [(W0 - Wt) / W0] \times 100\% \quad (2)$$

Warna

Parameter warna yang diamati adalah warna kulit nanas. Pengamatan dilakukan dengan mengambil gambar buah setiap 2 hari sekali menggunakan kamera gawai. Proses pengambilan gambar dilakukan dari beberapa sisi buah dalam color box dengan pencahayaan yang seragam. Nilai L*, a*, dan b* dianalisis menggunakan Adobe Photoshop. Pada sistem warna CIELAB, nilai L* menunjukkan tingkat kecerahan, nilai a* menunjukkan komponen warna hijau-merah, dan nilai b* menunjukkan komponen warna biru-kuning. Pengamatan warna kulit buah digunakan untuk melihat perubahan mutu visual dan tingkat kematangan nanas selama penyimpanan.

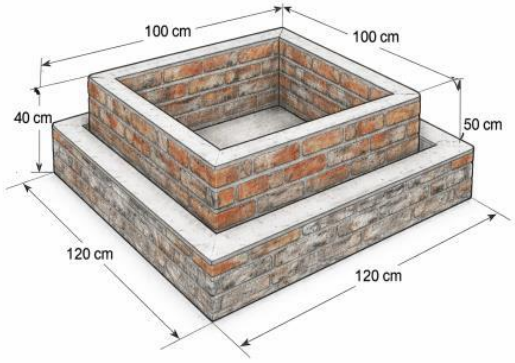
Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA. Apabila hasil analisis menunjukkan pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%.

Result and Discussion

Deskripsi Penyimpanan

Zero Energy Cool Chamber (ZECC) merupakan sistem penyimpanan hasil pertanian yang bekerja berdasarkan prinsip pendinginan evaporatif, yaitu proses penurunan suhu udara melalui penguapan air dari permukaan lembap di sekitar ruang penyimpanan. Ruang penyimpanan ini dibangun langsung di atas permukaan tanah agar dapat mempertahankan kelembapan dan sirkulasi udara alami yang membantu proses pendinginan. Struktur ZECC terdiri atas dinding ganda yang dibuat dari batu bata, dengan rongga antar dinding yang diisi pasir sebagai media penahan air dan pendingin alami. Bagian luar ruang penyimpanan berukuran 120 cm × 120 cm × 40 cm, sedangkan bagian dalam berukuran 100 cm × 100 cm × 50 cm. Jarak antar dinding sekitar 7,5 cm dan seluruh celah diisi pasir yang dijaga tetap lembap.



Gambar 1. Zero Energy Cool Chamber storage design.

Penutup ruang penyimpanan menggunakan kain goni, karena bahan ini mampu menjaga sirkulasi udara sekaligus mempertahankan kelembapan di dalam ruang. Untuk menjaga kelembapan pasir dan dinding, air dialirkan menggunakan pipa di mana masing-masing pipa memiliki 5 lubang dengan ukuran 0.8 mm yang terhubung dengan wadah penampung air berkapasitas 20 L. Air diberikan secara rutin dua kali sehari, yaitu 20 L pada pagi hari dan 20 L pada sore hari, sehingga total kebutuhan air per hari mencapai 40 L. Proses pembasahan ini bertujuan untuk mempertahankan efek pendinginan melalui penguapan air dari pasir dan dinding batu bata.

Perawatan harian dilakukan dengan menyiram dinding serta pasir pengisi rongga dua kali sehari, pada pagi dan sore hari, agar kelembapan tetap tinggi dan proses evaporasi berlangsung optimal. Suhu dan kelembapan di dalam ruang penyimpanan dipantau menggunakan alat pengukur berbasis Arduino Uno yang dilengkapi dengan sensor suhu dan kelembapan digital. Alat ini secara otomatis mencatat data setiap 10 menit sekali, kemudian menyimpannya dalam kartu memori (memory card) untuk dianalisis lebih lanjut.

Berikut merupakan nilai rata-rata hasil analisis data pada parameter kekerasan, vitamin C, susut bobot, dan warna L*a*b* yang diperoleh dengan metode penyimpanan ZECC:

Tabel 1. Rata-rata kekerasan, vitamin C, susut bobot, dan L*a*b* color during ZECC storage.

Parameter	Unit	Perlakuan	H0	H2	H4	H6	H8	H10
Kekerasan	**N**	**P1**	-	36,57c	30,78a	31,47b	28,44c	27,83a
Kekerasan	**N**	**P2**	-	39,12a	34,84a	36,18a	31,24b	33,18a
Kekerasan	**N**	**P3**	-	37,96b	30,04a	29,31c	33,30a	30,95a
Vit. C	**mg/100 g**	**P1**	-	31,96a	37,58a	40,46c	41,83c	37,18c
Vit. C	**mg/100 g**	**P2**	-	34,31a	40,35a	44,24a	45,43a	41,45a
Vit. C	**mg/100 g**	**P3**	-	33,72a	41,69a	42,73b	43,80b	39,67b
Susut bobot	**%**	**P1**	-	2,36a	2,65a	4,51a	7,90a	8,60a
Susut bobot	**%**	**P2**	-	1,87c	2,05c	2,97c	4,96c	6,13b
Susut bobot	**%**	**P3**	-	2,08b	2,31b	3,43b	5,69b	5,88c
L*	**-**	**P1**	9,00a	20,67a	32,67a	39,33b	46,67bc	59,67a
L*	**-**	**P2**	9,33a	17,33b	28,67bc	37,67bc	50,33a	55,33bc
L*	**-**	**P3**	9,67a	16,67bc	31,00b	41,00a	48,67b	57,67b
a*	**-**	**P1**	-7,00a	-2,67a	8,00a	19,00a	28,67a	35,33a
a*	**-**	**P2**	-7,33a	-3,67a	4,00c	15,00c	27,33ab	31,67a
a*	**-**	**P3**	-7,67a	-3,00a	6,00b	17,00b	25,33c	33,00a
b*	**-**	**P1**	9,00a	21,00a	32,00a	41,33a	50,33a	58,00a
b*	**-**	**P2**	9,33a	19,67a	28,00c	36,33c	48,00b	55,00a
b*	**-**	**P3**	9,67a	18,67a	29,67b	39,67b	46,00c	56,00a

Catatan: H0 – H10 menunjukkan lama penyimpanan 0 sampai 10 hari. P1 = tanpa pengemasan; P2 = Pengemasan LDPE; P3 = Pengemasan PP; Vit. C = vitamin C. Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DnMRT.

Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui perubahan tekstur buah nanas selama penyimpanan. Tekstur merupakan salah satu atribut mutu penting karena berkaitan dengan kesegaran, tingkat pelunakan jaringan, dan penerimaan konsumen. Nilai tekstur buah nanas dengan perlakuan pengemasan yang disimpan menggunakan ZECC dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, nilai kekerasan nanas varietas Queen yang disimpan dalam ZECC menunjukkan pola fluktuatif, tetapi secara umum cenderung menurun seiring bertambahnya lama penyimpanan. Penurunan kekerasan berkaitan dengan proses pelunakan jaringan buah selama penyimpanan. Nilai tekstur pada perlakuan kemasan LDPE berkisar 39,12-33,18 N, sedangkan pada kemasan PP berkisar 37,96-30,95 N. Nilai tekstur terendah terdapat pada perlakuan tanpa kemasan, yaitu 36,57-27,83 N. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan ZECC dengan kemasan LDPE dan PP mampu mempertahankan tekstur buah nanas hingga hari ke-10 lebih baik dibandingkan tanpa kemasan.

Pengemasan dapat mengurangi kehilangan air akibat transpirasi sehingga tekanan turgor jaringan buah lebih terjaga. Menurut Nasution et al. (2022), kemasan plastik dapat membantu mempertahankan mutu nanas karena membatasi kehilangan air dan pertukaran gas selama penyimpanan. Djaafar et al. (2022) juga menyatakan bahwa penggunaan kantong plastik LDPE dapat menghambat transpirasi pada buah selama penyimpanan. Kondisi ZECC yang memiliki kelembapan relatif tinggi mendukung pengurangan kehilangan air dari jaringan buah, sehingga pelunakan dapat diperlambat.

Vitamin C

Vitamin C merupakan senyawa yang mudah mengalami oksidasi selama penyimpanan, terutama akibat paparan oksigen, cahaya, suhu, dan perubahan kondisi lingkungan. Nilai rata-rata kandungan vitamin C buah nanas pada perlakuan pengemasan dengan metode penyimpanan ZECC dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan pengemasan menunjukkan pengaruh nyata terhadap kandungan vitamin C buah nanas pada beberapa waktu penyimpanan. Nilai rata-rata kandungan vitamin C tertinggi selama masa simpan terdapat pada perlakuan LDPE, yaitu 41,16 mg/100 g, diikuti perlakuan PP sebesar 40,32 mg/100 g. Nilai terendah terdapat pada perlakuan tanpa kemasan, yaitu 37,80 mg/100 g. Kandungan vitamin C meningkat hingga hari ke-8, kemudian menurun pada hari ke-10. Pola tersebut menunjukkan bahwa perubahan kandungan vitamin C selama penyimpanan dipengaruhi oleh kondisi fisiologis buah dan proses oksidasi asam askorbat.

Perlakuan LDPE dan PP menghasilkan nilai vitamin C yang lebih tinggi dibandingkan tanpa kemasan. Kemasan plastik dapat mengurangi kontak langsung buah dengan udara luar sehingga proses oksidasi vitamin C dapat diperlambat. Selain itu, kondisi ZECC yang relatif lembap dan lebih stabil membantu mengurangi tekanan lingkungan selama penyimpanan. Vitamin C mudah mengalami kerusakan akibat oksidasi, terutama pada kondisi penyimpanan yang kurang terkontrol (Winarno, 2018). Hossain et al. (2018) dan Gomez et al. (2023) melaporkan bahwa kandungan vitamin C pada nanas dapat menurun selama penyimpanan, terutama pada kondisi suhu yang kurang terkontrol. Lal Basediya et al. (2023) menjelaskan bahwa sistem pendinginan evaporatif dapat membantu menjaga mutu buah dan sayur karena suhu lebih rendah dan kelembapan lebih tinggi dibandingkan kondisi lingkungan.

Susut Bobot

Susut bobot merupakan penurunan bobot buah selama penyimpanan yang terutama disebabkan oleh kehilangan air melalui transpirasi dan penggunaan substrat organik selama respirasi. Semakin tinggi susut bobot, semakin besar kehilangan kesegaran dan mutu produk. Nilai susut bobot pada penyimpanan buah nanas dengan perlakuan pengemasan menggunakan ZECC dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, susut bobot buah nanas meningkat seiring bertambahnya lama penyimpanan pada semua perlakuan. Pada hari ke-6 sampai hari ke-10, perlakuan tanpa kemasan menunjukkan peningkatan susut bobot lebih tinggi, yaitu 4,51-8,60%, dibandingkan perlakuan PP sebesar 3,43-5,88% dan LDPE sebesar 2,97-6,13%. Peningkatan susut bobot terjadi karena kehilangan air dari permukaan buah serta aktivitas respirasi pascapanen. Pada buah non-klimakterik seperti nanas, penurunan mutu tetap berlangsung setelah panen meskipun tidak terjadi lonjakan klimakterik.

Kemasan LDPE dan PP dapat menekan kehilangan air karena memiliki permeabilitas uap air yang relatif rendah. Menurut Deglas (2023), plastik Polypropylene memiliki permeabilitas uap air rendah sehingga dapat menekan perpindahan uap air dari produk ke lingkungan. Dalam kondisi ZECC, kelembapan ruang simpan yang tinggi juga mengurangi gradien uap air antara buah dan udara sekitar. Kombinasi kemasan plastik dan ZECC dapat membantu menekan susut bobot, sehingga mutu fisik nanas lebih terjaga selama penyimpanan.

Warna

Arah warna pada nilai L*, a*, dan b* memiliki makna yang berbeda. Nilai L* menunjukkan tingkat kecerahan, nilai a* negatif menunjukkan kecenderungan warna hijau, sedangkan nilai a* positif menunjukkan kecenderungan warna merah. Nilai b* negatif menunjukkan kecenderungan warna biru, sedangkan nilai b* positif menunjukkan kecenderungan warna kuning. Peningkatan nilai L*, a*, dan b* menunjukkan perubahan warna kulit buah nanas dari hijau menuju kuning selama penyimpanan (Kumara & Hettige, 2020). Nilai L*a*b* pada buah nanas dengan perlakuan pengemasan plastik pada metode penyimpanan ZECC dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, penyimpanan ZECC dengan berbagai perlakuan pengemasan berpengaruh terhadap perubahan warna L*, a*, dan b*. Nilai L* meningkat selama penyimpanan, dari nilai terendah pada hari ke-0 sebesar 9,00 hingga nilai tertinggi pada hari ke-10 sebesar 59,67. Peningkatan nilai L* menunjukkan bahwa kulit nanas menjadi lebih cerah seiring bertambahnya lama penyimpanan. Perubahan warna selama penyimpanan berkaitan dengan perubahan fisiologis buah, degradasi klorofil, pembentukan pigmen kuning, serta potensi reaksi pencoklatan pada jaringan buah (Puspaningrum, 2017; Suketi et al., 2020). Nilai L* pada perlakuan LDPE dan PP cenderung lebih rendah dibandingkan tanpa kemasan, yang menunjukkan bahwa pengemasan dapat memperlambat perubahan kecerahan kulit buah.

Pada hari ke-0 sampai hari ke-2, nilai a* masih negatif yang menunjukkan bahwa kulit buah nanas masih dominan hijau. Pada hari ke-4 sampai hari ke-10, nilai a* menjadi positif dan terus meningkat seiring lama penyimpanan. Nilai a* terendah selama penyimpanan terdapat pada perlakuan LDPE, yaitu -7,33 sampai 31,67, diikuti perlakuan PP, yaitu -7,67 sampai 33,00. Nilai tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa kemasan, yaitu -7,00 sampai 35,33. Hal ini menunjukkan bahwa kemasan LDPE mampu memperlambat perubahan warna hijau menuju kemerahan selama penyimpanan.

Nilai b* terendah selama penyimpanan terdapat pada perlakuan LDPE, yaitu 9,33-55,00, diikuti perlakuan PP, yaitu 9,67-56,00. Nilai b* tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa kemasan, yaitu 9,00-58,00. Perlakuan LDPE dan PP menghasilkan peningkatan nilai b* yang lebih rendah dibandingkan tanpa kemasan. Hal ini menunjukkan bahwa pengemasan dapat memperlambat perubahan warna kulit buah menuju kuning, sehingga mutu visual buah nanas dapat dipertahankan lebih lama.

Kesimpulan

Penyimpanan menggunakan ZECC dengan kombinasi pengemasan plastik mampu mempertahankan mutu buah nanas selama penyimpanan 10 hari, terutama pada parameter kekerasan, kandungan vitamin C, susut bobot, dan warna L*a*b*. Perlakuan terbaik adalah kemasan Low Density Polyethylene (LDPE) karena mampu mempertahankan mutu buah nanas dengan rata-rata kekerasan 34,91 N, kandungan vitamin C 41,16 mg/100 g, susut bobot 3,60%, nilai L* 33,11, nilai a* 11,17, dan nilai b* 32,72.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jambi, atas fasilitas dan dukungan selama pelaksanaan penelitian.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada kepentingan dalam proses penyusunan dan publikasi artikel ini.

References

Anggraini, R., & Permatasari, N. D. (2017). Pengaruh lubang perforasi dan jenis plastik kemasan terhadap kualitas sawi hijau (*Brassica juncea* L.). Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian, 14(3), 154–162.

Bait, Y., Umar, D. P., Mokodompit, K. A., Abdullah, M., Modanggu, L. W., & Usman, N. (2022). Analisis mutu irisan buah nanas beku selama penyimpanan. Seminar Nasional Mini Riset Mahasiswa, 1(1).

Deglas, W. (2023). Pengaruh jenis plastik polyethylene (PE), polypropylene (PP), high density polyethylene (HDPE), dan overheated polypropylene (OPP) terhadap kualitas buah pisang mas. Agrofood, 5(1), 33–42.

Dirpan, A., Rahman, A. N., Sapsal, M. T., Tahir, M. M., & Dewitara, S. (2021). Perubahan warna dan organoleptik buah mangga golek (*Mangifera indica* L.) pada metode penyimpanan Zero Energy Cool Chamber (ZECC) dengan kombinasi pengemasan. Jurnal Agritechno, 14(2).

Dirpan, A., Sapsal, M. T., Muhammad, A. K., Tahir, M. M., & Rahimuddin. (2017). Evaluation of temperature and relative humidity on two types of Zero Energy Cool Chamber (ZECC) in South Sulawesi, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 101(1), 012007.

Djaafar, T. F., Marwati, T., Indrasari, S. D., Hatmi, R. U., Siswanto, N., Purwaningsih, P., & Supriyadi, S. (2022). Mutu fisik buah salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.): Pengaruh pelilinan dan pengemasan menggunakan kantong plastik low density polyethylene. AgriTECH, 42(2), 113–122.

Fahroji, Viona, Z., & Syuryati, S. S. (2021). Juknis pascapanen nanas. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Riau.

Gomez, S., Sebastian, K., Anjali, C., Joseph, M., & Maneesha, P. K. (2023). Impact of maturity stages, shrink-wrap packaging and storage temperature on shelf life and quality of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) fruit Mauritius. Journal of Horticultural Research, 31(1), 35–46. https://doi.org/10.2478/johr-2023-0021

Hossain, M. M., Zhimomi, T., Nupani, P. S., & Singh, A. K. (2018). Studies on changes in physico-chemical parameters of pineapple fruits of cultivars Kew and MD-2 during storage at ambient temperature. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(6), 891–899. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.706.105

Kumar, R., Chandra, S., Singh, B., Kumar, R., & Kumar, A. A. (2018). Zero energy cool chamber for food commodities: Need of eco-friendly storage facility for farmers: A review. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(5), 2293–2301.

Kumara, B. A. M. S., & Hettige, K. D. T. (2020). Ripening stage affects the quality of fresh and dehydrated pineapples (*Ananas comosus* (L.) Merr.) cv. Mauritius in Sri Lanka. Sustainable Food Production, 8, 29–37. https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/SFP.8.29

Lal Basediya, A., Samuel, D. V. K., & Beera, V. (2023). Evaporative cooling system for storage of fruits and vegetables: A review. Journal of Food Science and Technology, 50, 429–442.

Meika, U. D., Irnameria, D., & Krisyanella. (2022). Penetapan kadar vitamin C sirup kalamansi dengan metode titrasi iodimetri. Jurnal Pharmacopoeia, 1(1), 1–13.

Mohd Ali, M., Hashim, N., Abd Aziz, S., & Lasekan, O. (2022). Shelf life prediction and kinetics of quality changes in pineapple (*Ananas comosus*) varieties at different storage temperatures. Horticulturae, 8(11), 992. https://doi.org/10.3390/horticulturae8110992

Murdianto, W., & Syahrumsyah, H. (2022). Pengaruh natrium bikarbonat terhadap kadar vitamin C, total padatan terlarut, dan nilai sensoris dari sari buah nanas berkarbonasi. Jurnal Teknologi Pertanian, 8(2), 34–38.

Nasution, I. S., Yusmanizar, Y., & Melianda, K. (2022). Pengaruh penggunaan lapisan edibel (edible coating), kalsium klorida, dan kemasan plastik terhadap mutu nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) terolah minimal. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia, 4(2).

Puspaningrum, D. A. (2017). Pengaruh penambahan asam askorbat terhadap proses non-enzimatik browning jus buah salak pondoh (*Salacca zalacca* Gaertn.). Jurnal Pertanian Terapan.

Suketi, K., Poerwanto, R., & Sujiprihati, S. (2020). Karakter fisik dan kimia buah pepaya pada stadia kematangan berbeda. Jurnal Agronomi Indonesia, 38(1), 60–66.

Winarno, F. G. (2018). Kimia pangan dan gizi. Gramedia Pustaka Utama.

Yanita, M., & Wahyuni, I. (2021). Kinerja dan efisiensi rantai pasok (supply chain) nanas di Desa Tangkit Baru Kecamatan Sungai Gelam Kabupaten Muaro Jambi. SEPA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis, 17(2), 143–152.