

Pengaruh Pelapisan Nanopartikel Kitosan terhadap Karakter Fisiko-Kimia dan Sensoris Pascapanen Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis*)

*The Effect of Chitosan Nanoparticles Coating on The Physico-Chemical and Post-Harvest Sensory Characteristics of Siam Orange Fruit (*Citrus nobilis*)*

Welther Albettha Sembiring¹, I Made Supartha Utama*², I Wayan Widia³, Ni Made Defy Janurianti⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia.

⁴Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

*email: supartha_utama@unud.ac.id

Abstrak

Jeruk Siam (*Citrus nobilis*) merupakan salah satu buah yang terkenal di Indonesia dan sukar rusak, maka dari itu salah satu pengupayaan yang dapat dilaksanakan adalah menggunakan *edible coating* dengan bahan pelapis nanopartikel kitosan untuk membantu mencegah kerusakan dan menunjang masa penyimpanan buah. Penelitian memiliki tujuan untuk mengetahui seberapa pengaruh nanopartikel kitosan serta mendapatkan konsentrasi terpilih sebagai bahan pelapis pada karakter fisiko-kimia dan sensoris jeruk siam selama masa periode pascapanennya. Penelitian kali ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan konsentrasi meliputi lima tingkat, yaitu : 0% (E0), 0,2% (E1), 0,4% (E2), 0,8% (E3), 1% (E4) dengan tiga kali ulangan maka menghasilkan 15 unit percobaan. Parameter fisiko-kimia yang diamati pada penelitian ini termasuk dari susut bobot, *color difference*, kepadatan buah, total padatan terlarut (TPT), total pada asam, serta ukuran sensoris meliputi aroma buah dan rasa manis terhadap buah jeruk siam. Hasil pada penelitian ini menunjukkan hingga pemberian nanopartikel kitosan terbukti berpengaruh terhadap *color difference*, total padatan terlarut, nilai susut bobot, total asam, dan uji sensoris buah jeruk siam selama masa periode pascapanen. Melakukan pelapisan terhadap buah menggunakan konsentrasi 0,4% (E2) adalah konsentrasi terbaik dengan nilai rata-rata susut bobot 3,5%, nilai rata-rata total padatan terlarut 11,7% Brix, dan memiliki nilai sensoris tertinggi mengenai rasa buah dengan memiliki nilai rata-rata 3,5. Pelapisan buah dengan konsentrasi 0,2 % (E1) mendapatkan hasil terbaik pada *color difference* 50,9 dan pelapisan buah dengan konsentrasi 1% mendapatkan hasil terbaik pada total asam dengan nilai 2,3%.

Kata kunci : *Citrus nobilis*, *edible coating*, nanopartikel, kitosan

Abstract

Siamese Orange (*Citrus nobilis*) is one of the best known fruits in Indonesia and is quite resilient to spoilage; therefore, one approach that is being taken is the use of an edible coating with chitosan nanoparticle coating material to help prevent damage and extend the shelf life of the fruit. This research aims to determine the effect of chitosan nanoparticles and to obtain the best concentration as a coating material on the physico-chemical and sensory characteristics of Siam orange during its post-harvest period. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with five concentration levels: 0% (E0), 0.2% (E1), 0.4% (E2), 0.8% (E3), and 1% (E4), with three repetitions, resulting in 15 experimental units. The physico-chemical parameters observed include weight loss, color difference, fruit density, total soluble solids (TSS), and total acid content, as well as sensory attributes such as sweetness and aroma of the fruit. The results of this study showed that the application of chitosan nanoparticles significantly affected weight loss, color difference, total soluble solids, total acid content, and sensory tests of Siam orange during the post-harvest period. Fruit coating with a concentration of 0.4% (E2) was the best concentration with an average weight loss of 3.5%, an average total soluble solids of 11.7% Brix, and the highest sensory value for fruit flavor with an average score of 3.5. Fruit coating with a concentration of 0.2% (E1) achieved the best results in color difference at 50.9, while fruit coating with a concentration of 1% achieved the best results in total acid content with a value of 2.3%.

Keywords: *Citrus nobilis*, *edible coating*, nanoparticles, chitosan

PENDAHULUAN

Jeruk siam merupakan buah yang banyak diminati oleh kalangan masyarakat. Jeruk siam memiliki rasa yang manis dan menyegarkan serta kaya akan kandungan vitamin C didalamnya yang baik bagi tubuh manusia (Riastana et al., 2019). Produksi jeruk siam pun mulai meningkat seiring waktu karena permintaan pasar yang sangat tinggi. Produksi jeruk siam dan jeruk keprok di Indonesia pada tahun 2021 dengan nilai 2.401.064 ton mengalami kenaikan pada tahun 2022 dengan nilai 2.551.999 ton (BPS, 2023). Secara umum, buah jeruk siam rentan terhadap kerusakan karena setelah dipanen, buah terus mengalami proses transpirasi, respirasi, dan pematangan, yang mengakibatkan umur simpan pada buah yang lebih pendek dan penurunan kualitas yang lebih rendah pada produk (Saputra et al., 2019). Pemanenan, pencucian, penguningan, proses sortasi, pelapisan lilin, penyimpanan, dan pengemasan adalah semua teknik untuk menangani buah jeruk pascapanen (Handoko D et al., 2005). Menggunakan teknik *edible coating* adalah salah satu cara terbaik untuk meningkatkan waktu penyimpanan makanan, adapun dari penelitian sebelumnya (LAWATI et al., 2021) telah melakukan pelapisan berbahan edible seperti lilin lebah pada buah jambu biji dapat meningkatkan lama mutu buah yang dapat dipertahankan dan pada penelitian (Saputra et al., 2019) telah melakukan pelapisan berbahan edible seperti lilin lebah pada buah jeruk juga dapat mempengaruhi kriteria mutu buah jeruk secara efektif.

Kitosan adalah lapisan alami yang dapat dimakan, digunakan untuk melapisi makanan yang dapat mencegah terhadap transpirasi dan respirasi (Azeredo et al., 2011). Lapisan kitosan dapat menurunkan laju respirasi, mengendalikan kerusakan buah, dan meningkatkan umur simpan. Pada penelitian sebelumnya (Rahfani et al., 2022) telah melakukan kitosan pengaplikasian sebagai *edible coating* pada buah jeruk lemon lokal yang dimana pada penelitian tersebut disimpulkan bahwa parameter mutu buah jeruk lemon lokal dipengaruhi secara signifikan oleh tingkat kitosan sebagai *edible coating*. Pada penelitian ini, *edible coating* dikembangkan dengan menggunakan teknologi nanopartikel. Menurut Safitri (2022) penggunaan teknologi nanopartikel yang dimana ukuran partikel yang lebih kecil maka semakin besar gerakan serta interaksi permukaan sehingga dapat meningkatkan aktivitas antimikrobanya. Sifat material, seperti sifat mekanik, termal, penghalang, dan fisiko-kimia, dapat ditingkatkan dengan penerapan nanokitosan. Ini juga membuat kitosan lebih stabil dan meningkatkan kapasitas adsorpsi kitosan pada

jaringan sel buah (Amrina, 2016). Terkait hal tersebut, penelitian ini melakukan penelitian lebih lanjut dengan tujuan mempertahankan kualitas simpan buah jeruk siam dengan menggunakan nanopartikel kitosan sebagai pelapis makanan. Dalam penelitian ini, nanopartikel kitosan yang di buat sebagai *edible coating* pada buah jeruk siam melalui perlakuan konsentrasi dan dipelajari bagaimana hal ini berdampak pada kualitas atribut buah jeruk siam pasca panen. Penelitian ini diharapkan memberikan nilai tambah komoditas dan dapat mengatasi masalah kualitas jeruk siam selama penyimpanan.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Teknik Pasca Panen, Program Studi Teknik Pertanian, dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Selain itu, penelitian juga akan dilaksanakan di Laboratorium Analisis Pertanian, Universitas Warmadewa. Proyek penelitian ini direncanakan pada awal Agustus hingga akhir September 2023, dengan fokus pada berbagai aspek yang terkait dengan pascapanen buah-buahan. Penelitian ini dapat diharapkan memberikan pengetahuan yang berharga dan kontribusi pada bidang teknologi pertanian, terutama dalam meningkatkan kualitas dan masa simpan buah.

Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang dipakai saat penelitian mencakup jeruk siam berwarna hijau kekuningan serta masih segar, yang didapat langsung berasal dari di desa Batukaang, Bangli, Bali. Bahan pelapis yang digunakan adalah kitosan yang didapat dari toko Phy Edumedia, serta komponen tambahan untuk pembuatan nanopartikel, termasuk asam asetat, sodium tripolifosfat, dan air suling yang dibeli di toko Saba Kimia, serta NaOH yang diperoleh dari Laboratorium Analisis Pertanian Universitas Warmadewa. Peralatan penelitian yang akan digunakan dalam studi ini meliputi gelas ukur, timbangan elektronik (Adventure Pro AV 8101, Ohaus, New York, USA), beaker glass, pH meter (Lutron PH-223, Taiwan), saringan, alat pengaduk, Ultrasonics Homogenizer (Qsonica, ITS Science Indonesia), pipet, magnetic stirrer (VWR VMS-C7), analyzer tekstur (TA.XTplus, Inggris), colorimeter (PCE-CSM 4, Inggris), refraktometer (Atago, Jepang), dan buret.

Rancangan Percobaan

Rancangan dalam percobaan ini akan diperlakukan pada penelitian ini adalah menggunakan Rancangan

Acak Lengkap. (RAL) dengan lima perlakuan berupa konsentrasi nanopartikel kitosan 0,2% (E1), 0,4% (E2), 0,8% (E3), dan 1% (E4), serta kontrol (E0). Masing-masing pada perlakuan akan melakukan pengulangan sebanyak tiga kali, menghasilkan total 15 unit percobaan. Seluruh unit pada percobaan akan disimpan pada suhu ruangan antara 26-28°C.

Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Penyiapan buah jeruk siam sebagai bahan penelitian

Buah jeruk siam didapat langsung dari Desa Batukaang, Bangli, Bali. Kriteria Buah jeruk dalam penelitian ini adalah buah jeruk yang memiliki diameter 62,3 – 66,7 mm, berwarna kuning kehijauan, tidak ada kerusakan atau cacat pada permukaan buah

Pembuatan Nanopartikel Kitosan

Proses pengerjaan nanopartikel kitosan dilakukan dengan proses metode gelasi ionik berdasarkan penelitian sebelumnya oleh (Alshallash et al., 2022). Pembuatan nanopartikel kitosan pada tiap-tiap konsentrasi diawali dengan kitosan serbuk (0,2 g, 0,4 g, 0,8 g, 1 g) yang akan dilarutkan dalam 100 ml asam asetat 1% hingga membentuk larutan. Setelah itu penambahan NaOH guna untuk menaikkan pH menjadi 5,5 (0,01 N). Kemudian larutan tripolifosfat 1% ditambahkan tetes demi tetes untuk mencampur kedua larutan dan dicampur dengan homogenizer ultrasonik selama 30 menit pada suhu kamar. Nanopartikel akan terbentuk secara spontan setelah penambahan tripolifosfat ke dalam larutan kitosan. Pada pembuatan nanopartikel kitosan tersebut memiliki ukuran nanopartikel yaitu $\sim 290,1 \pm 3,8$ nm.

Pelapisan nanopartikel kitosan

Metode pelapisan nanopartikel kitosan dilakukan dengan cara pencelupan buah jeruk siam pada larutan nanopartikel kitosan selama 2 menit ± 10 detik, kemudian dilakukan penirisan pada keranjang yang berlobang.

Penyimpanan dan pengamatan

Pengamatan dilakukan setiap lima hari sekali, yaitu pada hari ke-5, 10, 15, serta 20. Pengamatan dikerjakan selama 20 hari di simpan pada suhu ruang (26°-28 °).

Pengamatan Parameter Fisiko-Kimia

Susut Bobot

Pengukuran nilai susut bobot didasarkan pada selisih persentase nilai bobot awal dengan bobot

pada saat pengukuran buah jeruk siam selama pada masa penyimpanan dinyatakan dalam % digunakan untuk menghitung susut bobot, yang dihitung dengan formula berikut:

$$\text{susut bobot}(\%) = \frac{w_0 - w_t}{w_0} \times 100\% \quad [1]$$

Keterangan:

w_0 = Berat awal produk (berat pada hari ke-0)

w_t = Berat buah selesai proses penyimpanan pada hari ke-t

Kekerasan Buah

Tingkat Kekerasan yang terdapat buah jeruk siam diukur memakai suatu alat bernama analyzer tekstur (TA.XTplus, Inggris). Pengujian kekerasan buah jeruk siam dilakukan dengan mengukur resistensi terhadap tusukan pada buah.

Color Difference

Penelitian ini mengamati aspek warna, termasuk tingkat kecerahan (L^*) yang berkisar antara 0-100, dengan nilai yang lebih tinggi menandakan warna yang lebih terang atau mendekati warna putih. Dengan Nilai a^* (range-128 hingga 127) yang dimana nilai a^* (-) menunjukkan tingkatan warna sampel bertambah berwarna hijau, nilai a^* (+) menunjukkan tingkatan warna lebih berwarna merah. Nilai b^* (range -128 hingga 127) dimana nilai b^* (-) menunjukkan tingkatan warna uji makin berwarna biru, nilai b^* (+) menunjukkan tingkatan spesimen warna bertambah berwarna kuning. Pengamatan warna buah dilakukan menggunakan alat *colorimeter* (PCE-CSM 4, United Kingdom). Untuk mengukur perbedaan, penelitian ini menggunakan rumus di bawah ini. (Rhim et al., 1999).

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2} + \Delta L^{*2}} \quad [2]$$

Keterangan:

ΔE^* = perbedaan terhadap warna total

ΔL^* Δa^* Δb^* = .perbedaan pada warna dari nilai L^* , a^* dan b^*

Total Padatan Terlarut

Refraktometer digital diperlukan untuk mengukur total hasil padatan terlarut dari jeruk siam dengan menggunakan satuan °*Brix*. Untuk dilakukannya penelitian terlebih dahulu buah jeruk siam dipotong serta diekstrak cairan jusnya atau sari buah jeruk tersebut setelah itu diukur menggunakan *refraktometer*.

Aroma Buah dan Rasa Buah

Skor	Tingkat kesukaan	Skor	Tingkat kesukaan
1	Sangat Asam	1	Sangat tidak suka
2	Asam	2	Tidak suka
3	Tidak Asam dan Tidak Manis	3	Biasa
4	Manis	4	Suka
5	Sangat Manis	5	Sangat suka

Gambar 1. skor kesukaan rasa dan aroma buah

Total Asam

Untuk mengamati total asam, 10 gr daging buah jeruk siam ditimbang, kemudian diperas untuk mendapatkan sari buah, lalu dicampurkan dengan 250 ml air dan disaring menggunakan kertas filter. Sebanyak 10 ml filtrate dititrasi menggunakan larutan NaOH 0,1 N serta ditambahkan 3 tetes indikator fenolftalin (pp) hingga muncul warna merah muda (Dewi et al., 2019). Total asam diukur menggunakan pengukuran sebagai berikut:

$$\% \text{Total Asam} = \frac{V \times N \times P}{g} \times 100 \quad [3]$$

Keterangan:

V = Volume larutan NaOH (ml)

N = Normalitas larutan NaOH

P = Pengencer

g = Massa sampel (gram)

Pengamatan Parameter Sensoris

Pengamatan sensoris atau pengamatan organoleptik merupakan pengamatan yang dilakukan dengan menggunakan indra manusia sebagai alat ukurnya. Parameter yang diamati adalah citarasa yang meliputi rasa manis dan aroma buah pada saat buah sudah mengalami pematangan. Pengamatan dilakukan oleh 15 panelis yang menilai di setiap perlakuan.

Analisis Data

Terkumpulnya data dari penelitian yang dianalisis menerapkan metode analisis ragam untuk mengidentifikasi pengaruh yang mungkin ada. Setelah itu, dilakukan pengujian *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) berguna menguji signifikansi dari keberagaman perlakuan. Uji ini membantu memastikan apakah hasil penelitian memperlihatkan perbandingan nyata di antara kelompok-kelompok yang diteliti, sehingga memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang perlakuan yang diberikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Susut Bobot

Analisis variasi dari hasil pembahasan memperlihatkan penerapan pelapisan nanopartikel kitosan terhadap susut bobot buah jeruk siam memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) pada penurunan bobot buah jeruk siam pada masa hari kelima. Namun, dalam hari ke-10, ke-15, serta ke-20, penurunan bobot tidak menunjukkan perbandingan yang signifikan ($P > 0,05$) selama masa penyimpanan.

Tabel 1. Nilai rata-rata penurunan bobot buah jeruk siam

Perlakuan	Lama penyimpanan			
	Ke-5	Ke-10	Ke-15	Ke-20
Kontrol	4,5 a	9 a	15,2 a	21,7 a
E1	4,1 ab	8,8 a	15,3 a	21,5 a
E2	3,5 b	8,9 a	14,9 a	22,3 a
E3	3,7 b	8,3 a	14,4 a	21,1 a
E4	3,8 b	7,7 a	13 a	18,9 a

Terhadap data yang ditampilkan dapat diamati bahwa pada hari ke-5 menunjukkan bahwa pemberian pelapisan nanopartikel kitosan berpengaruh nyata dengan konsentrasi 0,2% (E1), 0,4% (E2), 0,8% (E3) dan 1% (E4). Pada hari ke-5 nilai susut bobot dengan perlakuan pelapisan

nanopartikel kitosan konsentrasi 0,4% (E2) memiliki nilai total asam yang paling rendah. Sedangkan pada perlakuan yang tidak dilapisi nanopartikel kitosan (E0) memiliki total asam yang paling tinggi. Penurunan susut bobot selama penyimpanan merupakan akibat dari proses transpirasi dan

respirasi yang terus menerus sehingga menyebabkan penurunan kualitas buah jeruk siam (Nadya Winda Iswara et al., 2023). Secara umum menunjukkan bahwa pelapisan nanopartikel kitosan dengan konsentrasi 0,4% (E2) dengan angka 3,5%, mampu mempertahankan nilai susut bobot secara signifikan

dibanding dengan perlakuan lainnya. Menurut Utama et al., (2016) Ketebalan lapisan tidak akan mencegah penurunan susut bobot jika konsentrasinya lebih tinggi. Bahkan respirasi anaerobik dapat terjadi karena konsentrasi yang tinggi.

Tabel 2. Nilai rata-rata Total Padatan Terlarut buah jeruk siam

Perlakuan	Lama penyimpanan			
	Ke-5	Ke-10	Ke-15	Ke-20
Kontrol	8,9 bc	10,4 a	10,8 ab	10,2 bc
E1	10 ab	11 a	10 b	9,7 c
E2	10,8 a	9,8 a	10 b	11,7 a
E3	8,5 c	10,1 a	11,3 ab	10,8 ab
E4	10,4 a	11,5 a	11,9 a	11,4 ab

Total Padatan Terlarut

Hasil analisis ragam mengidentifikasi bahwa penerapan pelapisan nanopartikel kitosan mengenai total padatan yang larut pada buah jeruk siam memiliki dampak sangat nyata ($P < 0,01$) mengenai total padatan yang larut pada buah jeruk siam pada pengujian hari kelima, serta menunjukkan dampak yang berdampak nyata ($P < 0,05$) terhadap hari ke-20. Walaupun demikian, selama hari ke-10 dan ke-15, tidak ada dampak yang signifikan ($P > 0,05$) mengenai total padatan terlarut buah jeruk. Pada data yang ditampilkan dapat dilihat bahwa pada hari ke-5 menunjukkan bahwa pemberian pelapisan nanopartikel kitosan berpengaruh sangat nyata dengan konsentrasi 0,2% (E1), 0,4% (E2), 0,8% (E3), dan 1% (E4). Dan terhadap hari ke-20 menunjukkan bahwa pemberian pelapisan

nanopartikel kitosan berpengaruh nyata dengan konsentrasi 0,2% (E1), 0,4% (E2), 0,8% (E3), dan 1% (E4).

Berdasarkan data yang ditampilkan dapat disimpulkan bahwa perlakuan nanopartikel kitosan dengan konsentrasi 0,4% (E2) merupakan nilai tertinggi pada hari ke-20. Besarnya nilai total padatan terlarut menunjukkan bahwa jeruk siam mengalami proses pematangan yang lebih cepat (Saputra et al., 2019). Data menunjukkan bahwa buah jeruk siam yang dilapisi nanopartikel kitosan terdapat nilai total hasil padatan terlarut yang besar dibandingkan buah jeruk siam yang tidak dilapisi oleh nanopartikel kitosan. Penurunan total gula disebabkan oleh penggunaan gula dalam jumlah yang bervariasi untuk respirasi (Pah et al., 2021).

Tabel 3. Nilai rata-rata Kekerasan Buah jeruk siam

Perlakuan	Lama penyimpanan			
	Ke-5	Ke-10	Ke-15	Ke-20
Kontrol	43,9 a	32,3 a	30,3 b	35,5 a
E1	39,4 a	33,3 a	41,1 a	40,5 a
E2	50,1 a	49 a	45,9 a	48 a
E3	42,2 a	57,4 a	48,3 a	38,4 a
E4	31,5 a	44,8 a	32,8 a	32,2 a

Kekerasan Buah

Dari hasil analisis ragam dapat disimpulkan bahwa perlakuan pelapisan nanopartikel kitosan pada buah jeruk siam tidak berdampak nyata ($P > 0,05$) selama hari ke-5, 10, 15 dan 20 terhadap kekerasan buah. Berdasarkan data yang ditampilkan menunjukkan bahwa tingkat kekerasan buah pada tempo hari ke-5 hingga hari ke-20 cenderung mengalami penurunan nilai kekerasan buah. Kondisi ini disebabkan

kehilangan air yang terjadi pada produk dan menyebabkan tekstur buah menjadi lunak (Saputra et al., 2019). Dan berdasarkan analisis keragaman data menunjukkan bahwa perlakuan pelapisan nanopartikel kitosan tidak memberikan pengaruh nyata pada penyimpanan hari ke-5, 10, 15 dan 20. Keadaan ini dimungkinkan saat pengukuran, buah jeruk saat percobaan sudah mulai matang.

Tabel 4. Nilai rata-rata Total Asam Buah jeruk siam

Perlakuan	Lama penyimpanan			
	Ke-5	Ke-10	Ke-15	Ke-20
Kontrol	7,4 ab	5,6 ab	3,3 b	1,1 a
E1	7,3 ab	5,7 ab	3,4 ab	1,4 a
E2	6,9 b	5,2 b	3,2 b	1,2 a
E3	7,7 a	5,8 a	3,9 ab	2,2 b
E4	7,9 a	6 a	4,1 a	2,3 b

Total Asam

Hasil analisis ragam mengidentifikasi bahwa perlakuan pelapisan nanopartikel kitosan menunjukkan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) pada hari ke-20, namun tidak menunjukkan dampak pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap hari ke-5, 10 dan 15. Pada data yang ditampilkan dapat dilihat bahwa pada hari ke-20 menunjukkan bahwa pemberian pelapisan nanopartikel kitosan berpengaruh nyata dengan konsentrasi 0,2%(E1), 0,4%(E2), 0,8%(E3), dan 1%(E4). Pada hari ke-20 nilai total asam dengan perlakuan pelapisan nanopartikel kitosan konsentrasi 1% (E4) memiliki nilai total asam yang signifikan. Sedangkan pada perlakuan yang tidak dilapisi nanopartikel kitosan (E0) memiliki total asam yang paling rendah. Total padatan terlarut (TPT), kandungan air, dan tekstur buah meningkat seiring dengan kematangan buah, namun kandungan dalam vitamin C, nilai total asam, dan kekerasan buah semuanya menurun. Hal ini menyebabkan penurunan nilai total asam buah secara keseluruhan (Julianti, 2012).

Color Difference

Hasil analisis ragam, menunjukkan bahwa pengaruh pelapisan nanopartikel kitosan memberikan dampak pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) mengenai

perubahan warna buah jeruk siam selama hari ke-5 dan ke-10. Selain itu, pada hari ke-15, efek yang signifikan ($P < 0,05$) juga terlihat. Namun, tidak terdapat pengaruh signifikan ($P > 0,05$) mengenai perubahan pada warna buah jeruk siam pada hari ke-20 selama masa penyimpanan.

Pada data yang ditampilkan dapat diketahui bahwa nilai perubahan warna pada jeruk siam pada hari ke-5, 10 dan 15 menunjukkan bahwa melakukan pemberian pelapisan nanopartikel kitosan berpengaruh nyata dengan konsentrasi 0,2%(E1), 0,4%(E2), 0,8%(E3) dan 1%(E4). Namun pada hari ke-20 menunjukkan bahwa pemberian pelapisan nanopartikel kitosan tidak berpengaruh nyata dengan konsentrasi 0,2%(E1), 0,4%(E2), 0,8%(E3) dan 1%(E4).

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa telah terjadinya perubahan nilai *color difference* yang menunjukkan adanya perubahan warna total selama penyimpanan. Perlakuan terbaik terjadi pada pelapisan nanopartikel kitosan dengan konsentrasi 0,2%(E1) yang dapat mempertahankan perubahan warna kulit buah jeruk siam dengan nilai *color difference* 58,6%. Menurut Dewi et al., (2019) Kulit jeruk siam berubah warna dari hijau menjadi kekuningan setelah disimpan dalam jangka waktu tertentu.

Tabel 5. Nilai rata-rata Color Difference buah jeruk siam

Perlakuan	Lama penyimpanan			
	Ke-5	Ke-10	Ke-15	Ke-20
Kontrol	53,7 ab	63 b	64,3 b	62,7 a
E1	50,9 a	53 a	58,6 a	61,8 ab
E2	62,1 b	63,4 b	65,8 a	67,4 ab
E3	60,1 b	63,9 b	66,1 a	69,3 ab
E4	59,5 b	63,2 b	65,9 a	70,5 b

Uji Sensoris**Aroma pada Buah**

Uji sensoris terhadap aroma jeruk siam dievaluasi oleh 15 panelis. Ukuran penilaian yang diterapkan adalah 1-5, dengan 1= sangat tidak suka, 2= tidak suka, 3=sedikit suka, 4=suka, dan 5=sangat suka. Beberapa panelis akan memberi nilai buah jeruk

siam dengan 5 perlakuan berbeda. Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pelapisan nanopartikel kitosan menghasilkan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap hari ke-5 dan ke-10, tetapi belum memberikan dampak pada pengaruh nyata ($P > 0,05$) pada hari ke-15 dan ke-20.

Tabel 6. Nilai rata-rata pada Aroma Buah jeruk siam

Perlakuan	Lama penyimpanan			
	Ke-5	Ke-10	Ke-15	Ke-20
Kontrol	3 a	3,3 a	3,4 a	3,1 a
E1	1,7 b	2,3 b	3,3 a	3,3 a
E2	2,1 b	2,2 b	3 a	3,2 a
E3	2,1 b	2,4 b	3,1 a	3,1 a
E4	1,7 b	2,3 b	3,3 a	3,5 a

Pada data yang ditampilkan dapat diketahui bahwa nilai perubahan warna pada jeruk siam pada hari ke-5 dan ke-10 menunjukkan bahwa pemberian pelapisan nanopartikel kitosan berpengaruh nyata dengan konsentrasi 0,2%(E1), 0,4%(E2), 0,8%(E3) dan 1%(E4). Pada hari ke-5 dan 10 nilai uji sensoris aroma dengan konsentrasi 0,2%(E1), 0,4% (E2) ,0,8%(E3) dan 1%(E4) memiliki nilai yang sangat rendah, Hal ini terjadi sebagai dampak dari aroma buah jeruk siam selama hari ke-5 hingga hari ke-10 pengamatan masih tercium aroma dari asam asetat yang melekat pada buah, sehingga membuat panelis yang mencium aroma buah jeruk siam tidak menyukainya.

Rasa pada Buah

Penilaian rasa buah jeruk siam dinilai oleh 15 panelis. Rentang skor yang dipakai adalah 1-5. 1= sangat tidak suka, 2= tidak suka, 3= sedikit suka, 4= suka, 5= sangat suka. Berdasarkan hasil analisis

ragam, ditemukan bahwa perlakuan pelapisan nanopartikel kitosan memiliki efek sangat berpengaruh nyata ($P < 0,01$) pada hari ke-5 dan 20, sementara pada hari ke-10 dan 15 tidak ada efek nyata ($P > 0,05$).

Pada data yang ditampilkan dapat diketahui bahwa nilai perubahan warna pada jeruk siam pada hari ke-5 dan 20 menunjukkan bahwa pemberian pelapisan nanopartikel kitosan berpengaruh nyata dengan konsentrasi 0,2%(E1), 0,4%(E2), 0,8%(E3), serta 1% (E4). Perlakuan terbaik terjadi pada pelapisan nanopartikel kitosan dengan konsentrasi 0,4% (E2) yang dimana banyak disukai oleh para panelis dengan nilai uji sensoris rasa buah 3,5 ,Hal ini disebabkan pemberian pelapisan nanopartikel kitosan dapat menekan laju respirasi buah sehingga dapat mempertahankan cadangan gula pada buah sehingga rasa manis pada buah tetap stabil.

Tabel 7. Nilai rata-rata Rasa Buah jeruk siam

Perlakuan	Lama penyimpanan (Hari)			
	5	10	15	20
Kontrol	2,8 c	2,8 b	2,7 b	2,6 d
E1	3 bc	3,1 ab	2,8 b	2,9 c
E2	3,4 a	3 ab	2,8 b	3,5 a
E3	2,8 c	2,9 b	3 ab	2,7 cd
E4	3,2 ab	3,5 a	3,4 a	3,2 b

KESIMPULAN

Perlakuan pemberian pelapisan nanopartikel kitosan sebagai bahan pelapis buah jeruk siam memberikan pengaruh dimana dapat menunda proses pematangan buah jeruk siam dan mempunyai pengaruh yang besar terhadap mutu simpan buah jeruk siam. Dalam hal menjaga kualitas dan umur simpan selama 20 hari pada suhu ruang, perlakuan pelapisan nanopartikel kitosan 0,4% (E2) adalah pilihan terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alshallash, K. S., Sharaf, M., Abdel-Aziz, H. F., Arif, M., Hamdy, A. E., Khalifa, S. M., Hassan, M. F., Abou ghazala, M. M., Bondok, A., Ibrahim, M. T. S., Alharbi, K., & Elkelish, A. (2022). Postharvest physiology and biochemistry of Valencia orange after coatings with chitosan nanoparticles as edible for green mold protection under room storage conditions. *Frontiers in Plant Science*, 13(November), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1034535>
- Amrina, R. (2016). Pengaruh Kitosan Dan Nanopartikel Kitosan Sebagai Bahan Edible Coating Pada Buah Pisang Cavendish (*Musa acuminata* AAA group) Terhadap Atribut Kualitas Pasca Panen. *Skripsi*, 1–23.

- Azeredo, H. M. C., De Britto, D., & Assis, O. B. G. (2011). Chitosan edible films and coatings-a review. *Handbook of Chitosan Research and Applications*, 179–193.
- BPS. (2023). *Produksi Tanaman Buah-buahan, 2021-2022*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjIjMg==/produksi-tanaman-buah-buahan.html>
- Dewi, K. N. K., Utama, I. M. S., & Budisanjaya, I. P. G. (2019). Pengaruh Pemberian Uap Etanol dan Suhu Penyimpanan Terhadap Mutu dan Masa Simpan Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis* Lour var. *Microcarpa*). *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 8(1), 10. <https://doi.org/10.24843/jbeta.2020.v08.i01.p02>
- Handoko D, D., Besman, N., & Sembiring Hasil. (2005). Penanganan Pascapanen Buah Jeruk. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen Untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian, August*, 486–497.
- Julianti, E. (2012). Pengaruh Tingkat Kematangan dan Suhu Penyimpanan Terhadap Mutu Buah Terong Belanda (*Cyphomandra betacea*). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 2(1), 14. <https://doi.org/10.29244/jhi.2.1.14-20>
- Lawati, S., Martunis, M., & Aisyah, Y. (2021). Pengaruh Pelapisan Lilin Lebah dan Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Buah Jambu Biji (*Psidium Guajava* L.) Kristal. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(3), 128–137. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i3.17636>
- Nadya Winda Iswara, Muhammad Agus Niam, Bagus Tegar Ardi Pramana, Ahmad Nabil Al Aflah, Ali Umar Dhani, & Yasmin Aulia Rachma. (2023). Pengaruh Kondisi Penyimpanan terhadap Susut Bobot, Tekstur, dan Warna Pisang Kepok Kuning (*Musa acuminata* balbisiana Colla). *Jurnal Agrifoodtech*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.56444/agrifoodtech.v2i1.821>
- Pah, Y. I., Sutrisno, & Emmy Darmawati. (2021). Aplikasi Coating Gel Lidah Buaya Untuk Mempertahankan Mutu Buah Alpukat Pada Penyimpanan Suhu Ruang. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 8(3), 105–112. <https://doi.org/10.19028/jtep.08.3.105-112>
- Rahfani, W., Johan, V. S., Harun, N., & Dewi, Y. K. (2022). Aplikasi kitosan sebagai edible coating pada jeruk lemon lokal (Montaji Agrihorti). *Jurnal Litbang Industri*, 12(2), 157. <https://doi.org/10.24960/jli.v12i2.7759.157-161>
- Rhim, J. W., Wu, Y., Weller, C. L., & Schnepf, M. (1999). Physical characteristics of a composite film of soy protein isolate and propyleneglycol alginate. *Journal of Food Science*, 64(1), 149–152. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1999.tb09880.x>
- Riastana, I. K., Astiari, N. K. A., & Sulistiawati, N. P. A. (2019). Kualitas Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var *microcarva* L) Selama Penyimpanan Pada Berbagai Tingkat Kematangan Buah. *Gema Agro*, 24(1), 22–28. <http://ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/gema-agro>
- Safitri, N. L., Puspita, D. W., Junita, J., Inda Sary, L. N., Al Adawiyah, R. R., Prihastanti, E., & Suedy, S. W. A. (2022). Penyimpanan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) dengan Pelapisan Nanokitosan pada Suhu Rendah. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 7(1), 27–34. <https://doi.org/10.14710/baf.7.1.2022.27-34>
- Saputra, M. N., Utama, I. M. S., & Yulianti, N. L. (2019). Efektifitas Emulsi Lilin Lebah Sebagai Bahan Pelapis Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis* Lour var. *microcarpa*) terhadap Mutu Selama Penyimpanan. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 7(2), 263. <https://doi.org/10.24843/jbeta.2019.v07.i02.p06>
- Utama, I. G. M., Utama, I. made S., & Pudja, I. . R. P. (2016). Pengaruh Konsentrasi Emulsi Lilin Lebah Sebagai Pelapis Buah Mangga Arumanis Terhadap Mutu Selama Penyimpanan Pada Suhu Kamar. *Jurnal Biosistem Dan Teknik Pertanian*, 4(2), 81–92. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/beta/article/view/30913>