

Effectiveness of Sweet Orange Peel Pectin Nanoparticles as Edible Coating on The Quality of Pondoh Salak Fruit (*Salacca edulis Reinw.*)

(Efektivitas Nanopartikel Pektin Kulit Jeruk Manis sebagai Edible Coating pada Kualitas Buah Salak Pondoh (*Salacca edulis Reinw.*))

Dewi Kania¹, Sinta Margareta Ananda¹, Puspita Sari Dewi Rahmawati¹, Henik Sukorini¹✉, Dyah Roeswitawati¹, Untung Santoso¹ dan Dian Indratmi¹

¹Dosen Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang, Jawa Timur, Indonesia

Email: dkania855@gmail.com; sintamargareta23@gmail.com; puspitarahma96@gmail.com; henik@umm.ac.id; dyahwati@umm.ac.id; tungsantoso@umm.ac.id; dian@umm.ac.id

Info Article :

Diterima : 19 Jan. 2024
Disetujui : 15 April 2024
Dipublikasi : 19 April 2024

Article type :

<input type="checkbox"/>	Review Article
<input type="checkbox"/>	Common Serv. Article
<input checked="" type="checkbox"/>	Research Article

Keyword :

Post-harvest, Quality, Coating.

Korespondensi :

Henik Sukorini
Universitas Muhammadiyah
Malang, Malang, Indonesia.

Email:
henik@umm.ac.id



Copyright©2024, Dewi Kania, Sinta Margareta Ananda, Puspita Sari Dewi Rahmawati, Henik Sukorini, Dyah Roeswitawati, Untung Santoso, Dian Indratmi

Abstract

Harvest damage to snakefruit (*Salacca edulis Reinw.*) easily occurs, this is very different from other horticultural plants. Damage to snakefruit occurs due to attack by white fungus which causes the fruit to become rotten and watery. The aim of this research is to find an edible coating made from sweet orange peel pectin nanoparticles that is able to maintain the quality of snakefruit during storage. This research was carried out at the Agrotechnology Laboratory of the University of Muhammadiyah Malang from June to September 2023. The results of this research are the use of pectin in edible coatings with various types of approval as follows. P0 represents control; P1 represents 1% pectin; P2 represents 2% pectin; P3 represents 3% pectin; and P4 represents 4% pectin. The parameters observed were weight loss, percentage of disease incidence, hardness, and sensory tests. The results obtained from these four parameters show that in sample P4 with a sweet orange peel pectin concentration of 4%, the shelf life of snakefruit can be extended to 15 days with better quality compared to samples P0, P1, P2, P3, P4. Edible coating made naturally from orange peel pectin has a beneficial effect on snakefruit because it can extend the shelf life of snakefruit by up to 15 days. In fact, the appearance of snakefruit increases its brightness from the beginning of the fruit's shelf life. This is the best choice for further coating development.

I. PENDAHULUAN

Kerusakan panen pada buah salak pondoh mudah terjadi, hal ini sangat berbeda dengan tanaman hortikultura lainnya. Menurut (Santosa & Hulopi, 2008), akibat respirasi dan transpirasi pada saat proses penyimpanan, pendistribusian, dan pemasaran, salak mengalami penurunan kualitas. Penurunan kualitas salak terlihat pada kulit buah yang seiring lama waktu penyimpanan jadi mengering sehingga sulit dikupas serta daging buah warnanya berubah menjadi coklat, teksturnya mengeras, busuk dan berair. Aktivitas

mikroorganisme merupakan penyebab utama kerusakan salak. Menurut (Santosa & Suliana, 2010) buah salak tidak layak konsumsi karena serangan jamur putih menyebabkan buah menjadi busuk dan berair. Menurut (Djaafar & Yusriani, 2018), kerusakan mekanistik selama transportasi dapat menyebabkan peningkatan metabolisme basal dan kerusakan kimiawi, yang dapat berdampak negatif pada kerentanan pankreas hingga 20–25%. Kondisi ini mengakibatkan salak tidak dapat ditemukan dalam waktu lama. Menurut (Pujiono & Mulyati, 2022), kondisi ini

berdampak negatif pada kerentanan pankreas hingga 20–25%. Kondisi ini mengakibatkan salak tidak dapat ditemukan dalam waktu lama. Menurut (Pujiono & Mulyati, 2022), kondisi ini menyebabkan salak tidak bisa tersedia dalam waktu lama. Menurut (Pujiono & Mulyati, 2022), buah salak hanya dapat bertahan selama 7 hari pada suhu kamar yaitu 20-25°C.

Oleh karena itu ditemukan alternatif untuk memperpanjang masa simpan buah berupa lapisan yang terbuat dari bahan organik. Lapisan yang dapat dimakan dapat menjadi penghalang pada bahan nabati. Bahan pelapis yang dipilih harus memenuhi persyaratan tertentu untuk dapat dikatakan sebagai pelapis yang dapat dimakan, seperti mampu menahan oksidasi dan kebocoran udara, tidak lengket atau rapuh, tidak mengubah tekstur makanan, dan aman dikonsumsi. (Nurmala *et al.*, 2018). Menurut (Cicich *et al.*, 2018) pangkal buah salak pada konsentrasi 30% atau lebih dengan pelapisan pada salak menggunakan kombinasi pelilinan antara lilin lebah dengan antimikroba berbahan ekstrak jahe. Interaksi antara air rebusan cengkeh dengan air takaran pati durian $P_1 = 4$ gr dan $C_2 = 40$ ml memberikan hasil yang sangat positif pada penelitian (Kusuma, J., 2022). Pelapis nanokomposit berbasis pektin dan pati, salak pondoh terolah minimum, dapat memperpanjang umur simpan dan mempertahankan kualitas hingga hari ke-14 (Marpaung & Ahmad, 2015). Penelitian mengenai pengemasan produk pangan dengan pelapis atau film yang dapat dimakan telah dilakukan secara luas dan meyakinkan bahwa dapat memperpanjang umur simpan dan meningkatkan kualitas produk. Bahan *edible coating/film* berbasis polimer yang paling potensial dan telah banyak diteliti adalah berdasarkan perilaku pasien-pasien. Sifat-sifat pati juga ada pada bahan *coating/edible film* karena bismuthkan film yang kuat. Namun, film yang dapat dimakan (*edible film*) berbahan dasar pati mempunyai beberapa kelemahan, seperti ketahanan terhadap kontaminan di udara dan silika sebagai penghalang terhadap kontaminan di udara. Hal ini disebabkan silika hidrofilik pati dapat mempengaruhi sifat mekanik dan stabilitasnya.

Berdasarkan hal tersebut di atas maka diperlukan suatu bahan pengganti *edible coating* yang ramah lingkungan. Pengganti ini sebaiknya terbuat dari bahan yang tahan terhadap kondisi lingkungan dan tersedia dalam jumlah banyak. Salah satu bahan baku yang umum digunakan

untuk membuat pelapis makanan adalah pektin. Menurut (Putri, 2021) pektin adalah senyawa heteropolisakarida larut air (bersifat hidrofilik). Sumber pektin berasal dari buah-buahan dan kulit buah, salah satunya adalah kulit buah jeruk manis. Salah satu manfaat kulit jeruk manis adalah untuk membuat pektin. Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka kebaruan dari penelitian ini adalah membuat *edible coating* dari pektin kulit jeruk manis untuk menjaga kualitas dari buah salak. Saat ini limbah dari kulit jeruk manis masih kurang dimanfaatkan oleh masyarakat, padahal kulit jeruk manis memiliki banyak manfaat. Oleh karena itu saya memanfaatkan kulit jeruk manis untuk pembuatan *edible coating* pada riset ini. Tujuan khusus riset ini adalah untuk menentukan konsentrasi *edible coating* terbaik yang terbuat dari nanopartikel pektin kulit jeruk manis yang mampu mempertahankan kualitas buah salak dalam masa penyimpanan.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Malang pada bulan Juni hingga September 2023. Percobaan ini dilakukan dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari tiga kali ulangan dan lima kali perlakuan. Hasil dari penelitian ini adalah penggunaan pektin dalam bahan pelapis makanan (*edible coating*) dengan berbagai jenis persetujuan sebagai berikut. P_0 mewakili kontrol; P_1 mewakili pektin 1%; P_2 mewakili pektin 2%; P_3 mewakili pektin 3%; dan P_4 mewakili pektin 4%. Riset dilakukan secara menawan dengan memodifikasi protokol kesehatan.

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah blender, pH meter, Cawan, Kompor, Panci, Kain Saring, Oven, Ayakan 80 mesh, *Hot Plate Stirrer*, Sentrifugasi, Desikator, Ultra Turrax. Bahan yang digunakan adalah kulit jeruk manis yang berupa pektin (P_0 tidak menggunakan pektin; P_1 menggunakan 10 gr pektin; P_2 menggunakan 20 gram; P_3 menggunakan 30 gr pektin; P_4 menggunakan 40 gr pektin), salak pondoh yang digunakan penelitian pada masing-masing perlakuan adalah 15 buah, 1,3072 g seng nitrate ($Zn(NO_3)_2$), 2000 ml air demineral, NaOH 4M, 1 ml *plasticizer* gliserol, 500 gram kulit jeruk, HCl 5%, Alkohol 95%, $NaHCO_3$, air.

2.3. Prosedur riset

2.3.1. Pembuatan Ekstraksi pektin

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Malang pada bulan April hingga Agustus 2023. Percobaan ini dilakukan dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari tiga kali ulangan dan dua kali perlakuan. Hasil dari penelitian ini adalah penggunaan pektin dalam bahan pelapis makanan (*edible coating*) dengan berbagai jenis persetujuan sebagai berikut. P₀ mewakili kontrol; P₁ mewakili pektin 1%; P₂ mewakili pektin 2%; P₃ mewakili pektin 3%; dan P₄ mewakili pektin 4%. Riset dilakukan secara menawan dengan memodifikasi protokol kesehatan.

2.3.2. Pembuatan larutan nanopartikel ZnO

Menimbang 1,3072 gr seng nitrate (Zn (NO₃)₂) kemudian dilarutkan kedalam 500 ml air demineral, menambahkan larutan NaOH 4M hingga mencapai pH 13. Mengaduk diatas *hot plate stirrer* dengan Menambahkan pektin 7,5 mg selanjutnya dipanaskan pada suhu 80 °C selama 2 jam, setelah dipanaskan lalu mendinginkan hingga suhu ruang. Larutan yang telah dibuat kemudian diendapkan dengan menggunakan sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Endapan yang terbentuk dikeringkan pada suhu 105 °C selama 5-6 jam lalu dipanaskan pada suhu 500 °C selama 5 jam, kemudian mendinginkan hingga suhu ruangan di dalam desikator.

2.3.3. Pembuatan larutan Edible coating

100 mg NP-ZnO di dalam larutan 1000 ml pelarut (air demineral) didispersi kemudian dihomogenkan dengan menggunakan ultraturax selama 2 menit, setelah dihomogenkan lalu mencampurkan 10 gram pektin kedalam larutan disperse NP-ZnO dan diaduk hingga rata dan ditambahkan 1 ml *plasticizer* gliserol. Larutan yang telah dibuat dipanaskan pada suhu 60 °C selama 10 menit dengan menggunakan ultraturax.

2.3.4. Pengaplikasian Edible coating

Buah salak dibersihkan dengan di lap menggunakan kain. Salak yang telah dibersihkan kemudian dicelupkan buah salak pada larutan *edible coating*. Setelah buah salak dicelupkan kemudian dikeringkan dengan cara diangin-anginkan.

2.4. Parameter yang diamati

2.4.1. Susut bobot

Pengamatan susut bobot buah dilakukan dengan membandingkan bobot buah pada hari ke-*n* dengan bobot awal buah sebelum penyimpanan. Pengukuran susut bobot buah dilakukan dengan cara penimbangan dengan timbangan analitik. Hasil penimbangan dinyatakan dalam persen bobot yang dirumuskan :

$$\text{Susut bobot} : W_0 - W_n / W_0 \times 100 \%$$

Keterangan: W₀ = bobot awal buah, W_n = bobot buah hari ke-*n*

2.4.2. Persentase kejadian penyakit

Cara penyesuaian ambang kejadian penyakit adalah dengan memperhitungkan proporsi faktor penyebab penyakit dalam populasi. Pengukuran dilakukan berdasarkan saling pengertian:

$$KP = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan: KP = Kejadian penyakit, *n* = Jumlah buah salak yang terserang, *N* = Jumlah buah salak yang diamati

2.4.3. Kekerasan

Kekerasan diukur menggunakan penetrometer dengan cara menekan alat pada daging buah salak hingga terlihat adanya kerusakan atau bekas tusukan pada daging buah sehingga nilai kekerasan buah pada alat ukur yang ditunjukkan pada layar alat.

2.4.4. Uji indrawi

Pengujian yang dilakukan adalah dengan membandingkan peringatan Edible Coating pada kantong popcorn yang dibuang sebelumnya dengan peringatan pada kantong tanpa Edible Coating (kontrol). Skor uji warna kantong salak adalah sebagai berikut: Putih: 4, Dominan putih: 3, Putih kecoklatan: 2, Coklat: 1.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

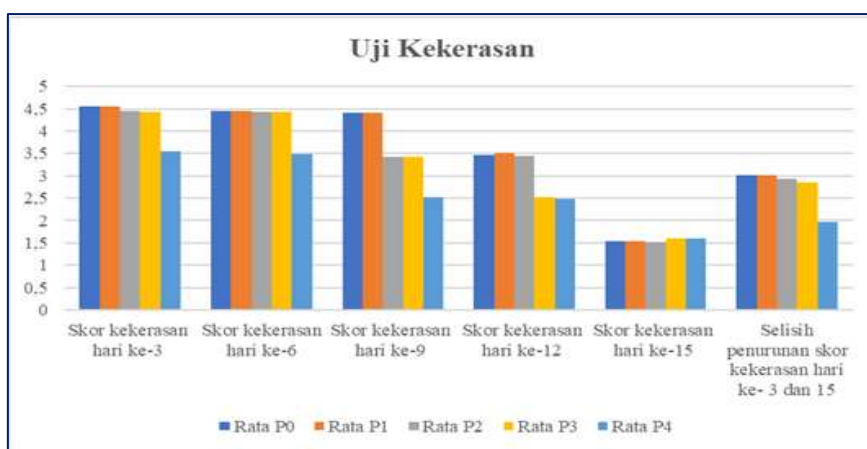
3.1. Uji Kekerasan

Parameter pengamatan uji kekerasan pada buah salak menunjukkan hasil nilai rerata dari P₀ hingga P₄ cenderung menurun selama penyimpanan. Akan tetapi, dari 5 perlakuan yaitu P₀ (tanpa perlakuan), P₁ (konsentrasi pektin 1%), P₂ (konsentrasi pektin 2%), P₃ (konsentrasi pektin

3%), P₄ (konsentrasi pektin 4%) yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Perbandingan P₀ (tanpa perlakuan) dengan P₄ (konsentrasi pektin 4%) memiliki nilai yang berbeda, pada P₀ selisih penurunan nilai kekerasan daging buah salak secara drastis jika dibandingkan dengan P₄, hal ini berkaitan dengan pengaruh konsentrasi lapisan yang melapisi buah salak pondoh, buah salak yang tidak diberi perlakuan akan mengalami pelunakkan daging buah lebih cepat dibandingkan buah yang diberi pelapis karena selama penyimpanan terdapat faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban yang berubah sehingga terjadinya pertumbuhan mikroba serta proses respirasi dan transpirasi

secara cepat. Berbeda dengan buah salak pondoh yang dilapisi oleh pelapis pada P₄ (konsentrasi pektin 4%) karena kandungan pada *edible coating* terdapat polisakarida dan antimikroba pada kulit jeruk mampu mempertahankan kekerasan buah dan menghambat pertumbuhan mikroba yang mengakibatkan terjadinya pelunakkan pada daging buah selama penyimpanan. (Susanto *et al.*, 2018). Pada penelitian (Mani *et al.*, 2018) Menyatakan bahwa semakin pekat konsentrasi pektin kulit jeruk akan mampu mengurangi laju respirasi dan mengurangi degradasi kalsium pektat (Ca-pektat) yang tidak dapat larut dalam air atau kalsium yang memberikan ketahanan pada kulit buah.

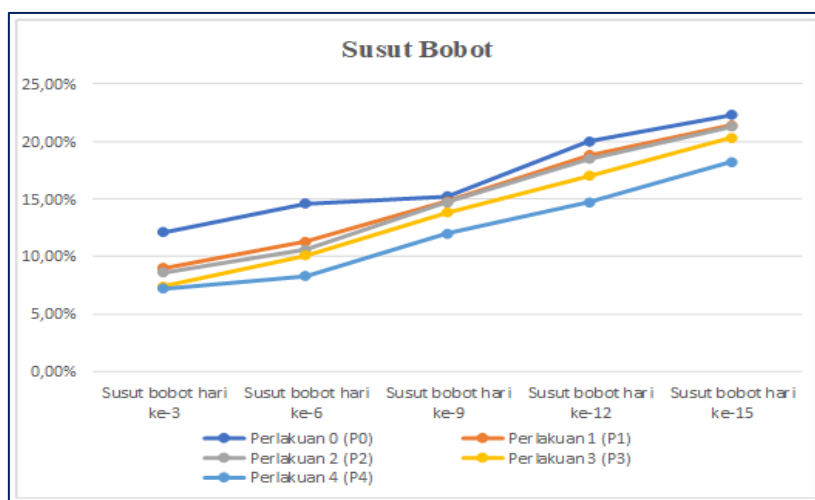


Gambar 1. Grafik hasil uji kekerasan pada buah salak pondoh

3.2. Susut Bobot

Susut bobot adalah proses penurunan berat atau massa buah selama penyimpanan yang ditunjukkan oleh beberapa faktor, melalui

pengurangan kehilangan air, laju respirasi tinggi dan serangan patogen. Susut bobot adalah kualitas buah salak dan dampak penting dalam mutu.



Gambar 2. Grafik hasil susut bobot pada buah salak pondoh

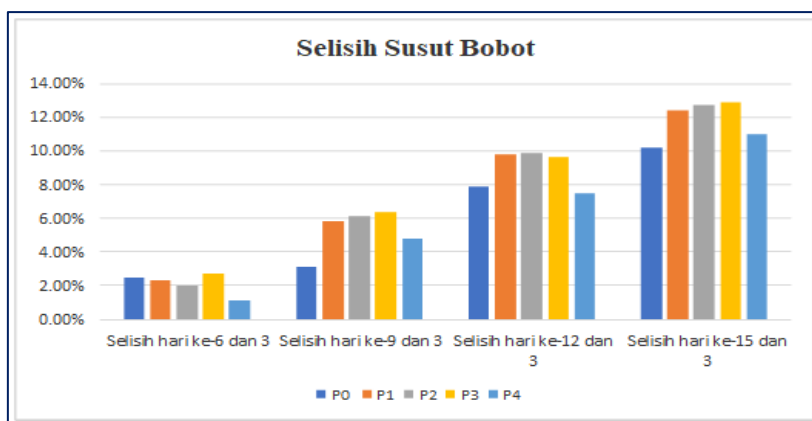
Persentase susut bobot tertinggi pada P₀ selama pengamatan ke-15 adalah sebesar 22,3%. Persentase redaman susut bobot terendah pada P₄

pada periode pengamatan ke-15 sebesar 18,2%. Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis pelapis pada P₄ (menggunakan pektin 4%) sesuai dengan

penelitian (Yusdarmanto, 2020) Menyatakan bahwa kehilangan udara selama penyimpanan menurunkan mutu dan menimbulkan kerusakan, tetapi juga menurunkan bobot susut. Fenomena ini terjadi pada level P₀ (non-perlakuan atau kontrol). Sebaliknya, respirasi, atau proses penguraian molekul kecil menjadi lebih besar, menghasilkan tubuh lebih stabil dan menyebabkan bobot membesar. Hal ini sejalan dengan pendapat (Aayush *et al.*, 2022) Oleh karena itu, *edible coating* P₄ yang terbuat dari bahan polisakarida yang berasal dari kulit manis dapat digunakan sebagai penghalang terhadap gas, udara, dan zat lainnya. Selain itu juga berfungsi

sebagai sarana penyediaan bahan fungsional seperti zat antimikroba untuk meningkatkan kualitas dan memperpanjang umur simpan makanan yang dipanggang. Penambahan nanopartikel akan meningkatkan merkezioner *edible coating*, mulai dari kekuatan, antimikroba dan memperbaiki penghalang sifat-sifat sosial.

Berdasarkan grafik (Gambar 3.) menunjukkan bahwa selisih susut bobot buah salak P₀ sampai dengan P₄ dari hari ke-3 hingga hari ke-15 mengalami peningkatan nilai. Hal ini sesuai dengan hasil susut bobot buah salak (Gambar 2.) yang mengalami pengurangan nilai di setiap pengamatan.



Gambar 3. Grafik hasil selisih susut bobot pada buah salak pondoh

3.3. Uji Indrawi

Pada pengamatan uji indrawi dari perlakuan 1 hingga perlakuan 4 didapatkan hasil dengan nilai terbaik pada perlakuan 4 yang dimana menggunakan konsentrasi pektin kulit jeruk manis sebanyak 4% dengan ditunjukkan warna

dari buah salak yaitu berwarna putih. Hal ini dinyatakan bahwa reaksi pencoklatan pada buah dapat dihambat dengan adanya bantuan dari pelapis yang diaplikasikan pada buah salak karena memiliki fungsi sebagai barrier gas (Tabel 1.).

Tabel 1. Hasil uji indrawi pada buah salak pondoh

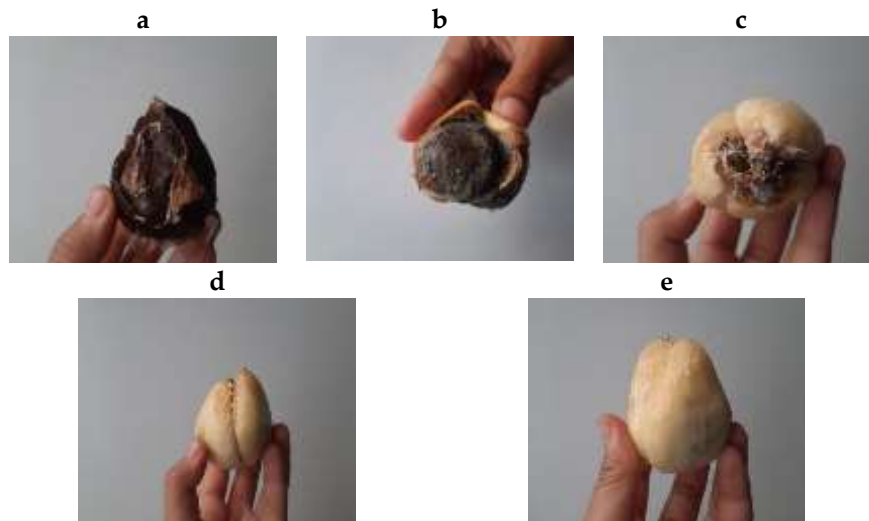
Jenis Perlakuan	Warna daging buah	
	Skor	Keterangan
P ₀ (tanpa perlakuan)	2,7	Putih kecoklatan
P ₁ (konsentrasi pektin 1%)	2,8	Putih kecoklatan
P ₂ (konsentrasi pektin 2%)	3,2	Dominan putih
P ₃ (konsentrasi pektin 3%)	3,3	Dominan putih
P ₄ (konsentrasi pektin 4%)	3,6	Putih

Perubahan warna pada daging buah salak terjadi disebabkan oleh beberapa faktor yaitu lajunya proses transpirasi dan respirasi seperti pengaruh dari gas etilen yang memainkan peran dalam pengaturan pematangan buah salak pasca panen, semakin laju gas etilen yang dihasilkan maka buah salak akan mengalami perubahan pada warna daging buah salak dengan sangat cepat, hal ini berkaitan dengan proses kematangan buah dan

mutu kualitas pada buah salak. Pektin kulit jeruk manis juga memiliki peran sebagai pelapis atau *edible coating* pada buah salak, seperti pendapat (Latupeirissa *et al.*, 2019) mengatakan bahwa pada pektin kulit jeruk manis memiliki kandungan seperti asam galakturonat sebagai unit dasar dalam struktur pektin dalam membentuk lapisan pelindung yang kohesif pada permukaan buah sehingga mencegah terjadinya peristiwa respirasi

dan transpirasi yang tinggi dan antimikroba yang dimiliki oleh asam sitrat dapat membantu melindungi buah salak dari pertumbuhan mikroorganisme serta kandungan flavonoid pada kulit jeruk seperti pendapat (Andriasty *et al.*, 2015)

(Santoso & Agoes, 2021) yang memiliki sifat antioksidan untuk mencegah proses oksidasi molekul lain sehingga buah dapat terlindungi dari ketengikan oksidatif, degradasi, dan diskolorasi.



Gambar 4. a.) P₀ buah busuk (tanpa menggunakan perlakuan), b.) P₁ buah bagus (konsentrasi pektin 1%), c.) P₂ buah bagus (konsentrasi pektin 2%), d.) P₃ buah bagus (konsentrasi pektin 3%), e.) P₄ buah menjadi kecoklatan (konsentrasi pektin 4%)

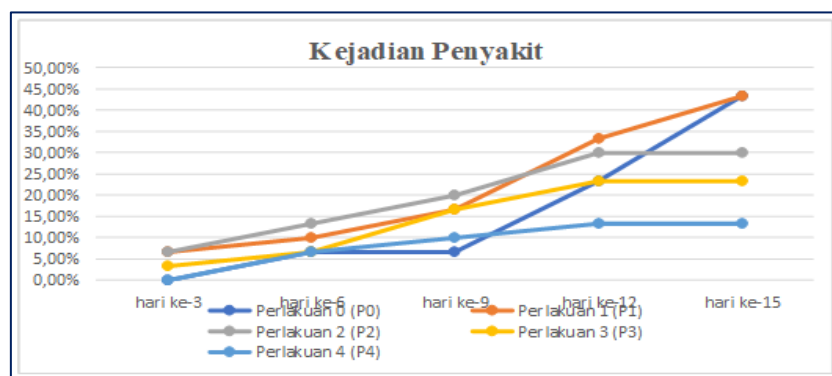
Berdasarkan hasil pengamatan pada (Gambar 4.) menunjukkan bahwa pada perlakuan P₀ (tanpa menggunakan perlakuan) perubahan warna buah salak pondoh banyak terlihat. Menurut pernyataan (Marpaung & Ahmad, 2015) menyatakan bahwa, hal ini disebabkan oleh peristiwa browning enzimatis yang diakibatkan oleh peristiwa oksidasi sehingga menyebabkan terbentuknya senyawa melanin yang berwarna coklat. Semakin tinggi aktivitas enzim, maka semakin tinggi pula terbentuknya senyawa melanin yang dapat meningkatkan peristiwa browning atau menurunkan kecerahan warna buah salak.

Kerusakan buah salak pada P₀ (tanpa menggunakan perlakuan) Dibedakan dengan batik buah yang mana batik salak pondoh berubah

menjadi empuk, dan batik buah yang awal berwarna putih berubah menjadi kecoklatan dan ada yang berair. Kerusakan fisik dan kimia yang menurunkan kualitas tubuh akibat aktivitas mikrobiologi. Kerusakan fisika tersebut adalah kerusakan yang disebabkan oleh warna, bentuk, dan tekstur, kerusakan sebelumnya yang disebabkan oleh fermentasi gula yang paling pendek adalah selama 8 hari (Adirahmanto *et al.*, 2013).

3.4. Kejadian Penyakit

Parameter persentase kejadian penyakit buah salak pondoh terdapat hasil yang menunjukkan bahwa P₄ (konsentrasi pektin kulit jeruk manis 4%) mampu mencegah terjadinya kejadian penyakit pada daging buah (Gambar 3.).



Gambar 5. Grafik hasil kejadian penyakit pada buah salak pondoh

Hal ini menunjukkan bahwa *edible coating* yang digunakan dapat menjaga kondisi buah salak pondoh dari perubahan metabolisme internal yang mengarah pada reaksi respirasi anaerobik yang disebabkan oleh suhu ruang sehingga memicu metabolit abnormal dan mengganggu pengaturan permukaan jaringan yang memungkinkan terjadinya proses pertukaran gas lebih cepat dan besarnya kejadian kontaminasi jamur maupun bakteri akibat terjadinya luka karena pengelupasan atau kerusakan pada kulit buah. Seperti penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh (Romadhan & Pujilestari, 2019) kandungan pada *edible coating* yang terdiri dari nanopartikel ZnO yang berbasis polisakarida dicampurkan dengan pektin kulit jeruk manis yang bersifat antimikroba dapat menghambat laju pertumbuhan mikroba terutama jamur/kapang seperti *Penicillium* sp. serta bakteri *Bacillus cereus* dan *Escherichia coli* yang menimbulkan bercak menjadi berwarna coklat hingga hitam sehingga daging buah mengalami kerusakan dan tidak dapat dikonsumsi.

IV. PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis data pengaplikasian *edible coating* terhadap susut

bobot, persentase kejadian penyakit, uji kekerasan, dan uji indrawi yang dibuat secara alami berbahan dasar dari pektin kulit jeruk dengan konsentrasi berbeda sangat mempengaruhi umur simpan buah salak pondoh.

- Uji kekerasan menunjukkan P₀ mengalami total selisih penurunan tingkat kekerasan yang sangat drastis dengan P₄, sehingga P₄ mampu memperpanjang masa daya simpan buah salak pondoh hingga hari ke-15.
- Susut bobot pada pengamatan hari ke-15 menunjukkan pada P₀ mengalami susut bobot tertinggi yaitu 22,3% dibandingkan susut bobot terendah pada P₄ yaitu 18,4%.
- Uji indrawi P₄ menunjukkan warna daging buah salah yang lebih putih, dibandingkan dengan P₀ yang warna daging buahnya cenderung putih kecoklatan.
- Persentase kejadian penyakit pada pengamatan hari ke-15 menunjukkan bahwa persentase terkecil pada grafik P₄ dibandingkan dengan perlakuan lainnya yang cenderung lebih tinggi.

Dari hasil penelitian ini merupakan pilihan terbaik dalam pengembangan pelapis buah lebih lanjut dan untuk mendukung pengelolaan limbah kulit jeruk manis agar lebih efektif.

REFERENSI

- Aayush, K., McClements, D. J., Sharma, S., Sharma, R., Singh, G. P., Sharma, K., & Oberoi, K. (2022). Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed Apple. *Food Control*, 141, 109188.
- Adirahmanto, K. A., Hartanto, R., & Novita, D. D. (2013). Perubahan kimia dan lama simpan buah salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw) dalam penyimpanan dinamis udara-CO₂ [chemical changes and shelf life fruit salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw) dynamic storage in the air-CO₂]. *J. Tek. Pertan. Lampung*, 2, 123–132.
- Andriasty, V., Praseptiangga, D., & Utami, R. (2015). Pembuatan Edible Film Dari Pektin Kulit Pisang Raja Bulu (*Musa sapientum* var *Paradisiaca baker*) Dengan Penambahan Minyak Atsiri Jahe Emprit (*Zingiber officinale* var. *amarum*) Dan Aplikasinya Pada Tomat Cherry (*Lycopersicon Esculentum* var. *cerasiforme*). *Jurnal Teknosains Pangan*, 4(4).
- Cicuh, S., Novita, D. D., & Mustika, D. (2018). Pengaruh Hot Water Treatment (HWT) dan Perlakuan Pelilinan Dengan Ekstrak Jahe Terhadap Umur Simpan Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Teknotan*, 12(1), 50–56.
- Djaafar, T. F., & Yusriani, Y. (2018). Influence Of Using The Paper Cutting And Silika Gel In Packing On Characteristic Of Salak Pondoh During Cold Temperature Storage. *Jurnal Pertanian Agros*, 7(1), 1–10.
- Kusuma, J. (2022). Aplikasi Edible Coating Pati Biji Durian dengan Penambahan Air Rebusan Cengkeh Dalam Mempertahankan Kualitas Buah Salak (*Salacca zalacca*).
- Latupeirissa, J., Fransina, E. G., & Tanasale, M. F. (2019). Ekstraksi dan karakterisasi pektin kulit jeruk manis kisar (*Citrus* sp.). *Indonesian Journal of Chemical Research*, 7(1), 61–68.
- Mani, A., Prasanna, V., Halder, S., & Praveena, J. (2018). Efficacy of edible coatings blended with aloe

- vera in retaining post-harvest quality and improving storage attributes in ber (*Ziziphus mauritiana* Lamk.). *International Journal of Chemical Studies*, 6(6), 1727–1733.
- Marpaung, M., & Ahmad, U. (2015). Pelapis nanokomposit untuk pengawetan salak pondoh terolah minimal. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 3(1).
- Nurmala, N. A., Susatyo, E. B., & Mahatmanti, F. W. (2018). Sintesis Kitosan dari Cangkang Rajungan Terkomposit Lilin Lebah dan Aplikasinya sebagai Edible Coating pada Buah Stroberi. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(3), 278–284.
- Pujiono, F. E., & Mulyati, T. A. (2022). Pengaruh Pengolahan Buah Salak Pondoh (*Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss) terhadap Kadar Vitamin C. *Jurnal Dunia Farmasi*, 7(1), 23–32.
- Putri, F. (2021). *Karakteristik Bahan Bioaktif, Pertumbuhan, dan Produksi Daun Bawang Merah pada Ketinggian Tempat, Musim dan Dosis Pupuk yang Berbeda*. IPB University.
- Romadhan, M. F., & Pujilestari, S. (2019). Sintesis nanopartikel ZnO dan aplikasinya sebagai edible coating berbasis pektin untuk memperpanjang umur simpan buah belimbing. *Jurnal Agroindustri Halal*, 5, 30–38.
- Santosa, B., & Hulopi, F. (2008). Penentuan masak fisiologis dan pelapisan lilin sebagai upaya menghambat kerusakan buah salak kultivar gading selama penyimpanan pada suhu ruang. *Buana Sains*, 8(1), 27–36.
- Santosa, B., & Suliana, G. (2010). Penentuan umur petik dan pelapisan lilin sebagai upaya menghambat kerusakan buah salak pondoh selama penyimpanan pada suhu ruang. *Buana Sains*, 10(1), 93–100.
- Santoso, M. I., & Agoes, S. (2021). Pengaruh Mekanisme Good Corporate Governance Terhadap Underpricing. *Jurnal Kontemporer Akuntansi*, 97–104.
- Susanto, S., Inkorisa, D., & Hermansyah, D. (2018). Pelilinan Efektif Memperpanjang Masa Simpan Buah Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) 'Kristal.' *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 9(1), 19–26.
- Yusdarmanto, I. H. P. (2020). *Spiritual Mental Block Breaking: Bersama Allah Pasti Bisa*. Prestasi.