

## Pemanfaatan Kalsium Klorida dan Kitosan untuk Mengendalikan *Thielaviopsis paradoxa* pada Buah Salak Pondoh selama Penyimpanan

### Use of Calcium Chloride and Chitosan to Control *Thielaviopsis paradoxa* in Salak Pondoh Fruit during Storage

Okky Setyawati Dharmaputra<sup>1,2\*</sup>, Rokhani Hasbullah<sup>1</sup>, Jeffrey Fransiscus<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

<sup>2</sup>SEAMEO BIOTROP, Bogor 16134

#### ABSTRAK

Serangan cendawan *Thielaviopsis paradoxa* dapat menurunkan kualitas buah salak selama penyimpanan. Salah satu cara penanganan pascapanen untuk mempertahankan kualitas buah salak pondoh ialah dengan penambahan bahan tambahan pangan kalsium klorida dan bahan pelapis kitosan. Penelitian ini bertujuan menguji pengaruh  $\text{CaCl}_2$  dan kitosan untuk mengendalikan *T. paradoxa*, penyebab busuk hitam pada buah salak pondoh. Perlakuan terdiri atas  $\text{CaCl}_2$  6%, kitosan 1.5%,  $\text{CaCl}_2$  6% + kitosan 1.5%, dan kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kitosan 1.5% lebih efektif dalam mempertahankan kualitas buah salak selama 12 hari penyimpanan dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan ini menghambat peningkatan populasi mikroba, persentase kerusakan daging buah, persentase susut bobot, dan penurunan nilai organoleptik dibandingkan dengan kontrol pada suhu  $\pm 28$  °C dan kelembapan relatif 65%–75%. Kitosan 1.5% dapat direkomendasikan kepada petani salak untuk memperpanjang masa simpan buah salak sampai dengan 12 hari.

Kata kunci: bahan tambahan pangan, daging buah salak, masa simpan, pascapanen, pelapis buah

#### ABSTRACT

*Thielaviopsis paradoxa* infection can reduce the quality of salak pondoh fruit during storage. One of the methods in postharvest handling to maintain the quality of salak pondoh fruits is by adding calcium chloride ( $\text{CaCl}_2$ ) food additives and chitosan coating material. The objective of this research was to analyze the effectivity of  $\text{CaCl}_2$  and chitosan in controlling *T. paradoxa*, a fungal species causing black rot in salak pondoh fruit. The treatments consisted of 6%  $\text{CaCl}_2$ , 1.5% chitosan, 6%  $\text{CaCl}_2$  + 1.5% chitosan, and control. Chitosan 1.5% was more effective in maintaining the quality of salak pondoh fruit after 12 days of storage at  $\pm 28$  °C and relative humidity of 65%–75%, i.e. by inhibiting the increase of microbe population, percentage of fruit damage, weight loss, and inhibiting the decrease of organoleptic value compared with control and other treatments. Chitosan 1.5% is recommended to salak farmers in extending the duration of storage up to 12 days.

Keywords: flesh of fruit, food additive, food coating, postharvest, salak fruit flesh, storage

\*Alamat penulis korespondensi: Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology (SEAMEO BIOTROP)  
Jalan Raya Tajur Km. 6, Bogor 16134, Indonesia.  
Telp: +62-251-8323848, Surel: okky@biotrop.org

## PENDAHULUAN

Salak pondoh merupakan salah satu varietas salak unggulan karena rasa yang manis dan renyah meskipun buahnya dipetik pada waktu masih muda (Sabarisman *et al.* 2015). Buah ini juga memiliki komponen bioaktif (vitamin C dan senyawa fenolitik) dan aktivitas antioksidan yang baik bagi tubuh (Arivianti dan Parnanto 2013). Sifat mudah rusak dan pendeknya waktu simpan buah salak pondoh yang disebabkan oleh aktivitas mikroba dapat menurunkan kualitas buah. Penanganan pascapanen yang tepat dapat menghasilkan kualitas buah salak yang baik sampai di tangan konsumen.

Dharmaputra *et al.* (2013) melaporkan *Thielaviopsis paradoxa* merupakan cendawan yang patogenitasnya paling tinggi dibandingkan dengan penyebab penyakit pascapanen lainnya pada salak pondoh. Pengendalian aktivitas mikroba pada buah telah dilakukan, antara lain dengan pemanfaatan agens pengendalian hayati (Sharma dan Singh 2009), perlakuan fisik dengan sinar ultraviolet (Umagiliyage dan Choudhary 2018), penambahan bahan tambahan pangan (BTP), dan pelapisan buah dengan bahan yang tidak berbahaya (Rachmawati 2010). Bahan tambahan pangan yang banyak digunakan ialah garam karbonat, garam bikarbonat (Palou 2018), garam anorganik, dan garam organik (Talibi *et al.* 2011).

Stošić *et al.* (2014) melaporkan bahwa garam-garam kalsium berpotensi mengendalikan cendawan penyebab penyakit pascapanen. Buah persik yang diberi  $\text{CaCl}_2$  3% lebih tahan terhadap pembusukan dan penurunan susut bobot (Sohail *et al.* 2015). Pelapis buah berfungsi sebagai penghambat absorpsi, pertukaran gas ( $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$  dan  $\text{N}_2$ ), perubahan aroma, pertukaran kelembapan, dan pertukaran zat terlarut (lemak, garam, pigmen) dari lingkungan luar (Dutta *et al.* 2009). Salah satu pelapis buah yang banyak digunakan ialah kitosan yang merupakan polimer karbohidrat alami hasil deasetilasi kitin dari berbagai kelompok udang-udangan, serangga, dan cendawan. Kitosan memiliki

kemampuan sebagai antimikrob, antioksidan, dan bersifat nontoksik (Aider 2010).

Kitosan 0.5% dan 1.0% efektif mempertahankan tekstur dan menghambat kerusakan salak pondoh pada penyimpanan suhu ruang (Rachmawati 2010). Kemampuan kitosan dapat ditingkatkan melalui kombinasi kitosan dengan bahan lainnya, salah satunya kombinasi kitosan dengan garam organik. Kombinasi kitosan dan  $\text{CaCl}_2$  dapat meningkatkan kualitas buah mangga (Chauhan *et al.* 2014), melon (Chong *et al.* 2015), dan persik (El-Badawy 2012) dibandingkan dengan kitosan atau  $\text{CaCl}_2$  saja.

Dalam upaya memperpanjang umur simpan buah salak pondoh maka penelitian ini bertujuan menguji pengaruh  $\text{CaCl}_2$  dan kitosan untuk mengendalikan *T. paradoxa*, penyebab busuk hitam pada buah salak pondoh.

## BAHAN DAN METODE

### Buah Salak Pondoh

Buah salak pondoh varietas “Hijau” yang digunakan berasal dari Kecamatan Turi, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Salak pondoh yang telah dipanen dibersihkan dari duri dan kotoran yang menempel dengan menggunakan mesin pembersih, selanjutnya dikeringkan dengan sinar matahari di atas papan kayu. Buah disortasi berdasarkan pada keseragaman bentuk, tingkat kematangan, ukuran, serta bebas dari serangan penyakit secara visual, kemudian ditempatkan di dalam keranjang plastik (43 cm × 30 cm × 16 cm) yang tertutup rapat, selanjutnya dikirim ke laboratorium dengan lama perjalanan ±16 jam. Buah salak dengan bobot ±75 g digunakan dalam penelitian.

### Pembuatan Larutan $\text{CaCl}_2$ dan Kitosan

Konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  (Merck, Pro Analysis) dan kitosan yang digunakan masing-masing ialah 6% dan 1.5% (Fransiscus 2018). Kitosan berasal dari kulit udang, diproduksi oleh Departemen Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University. Formula pelapisan yang digunakan terdiri atas  $\text{CaCl}_2$  6%, kitosan 1.5%,

CaCl<sub>2</sub> 6% + kitosan 1.5%. Larutan CaCl<sub>2</sub> dibuat dengan pelarut akuades steril, larutan kitosan menggunakan pelarut asam asetat 0.5% steril dan tambahan gliserol 20% (b/b kitosan) sebagai pemlastis (Wang dan Jing 2017).

### Pelaksanaan Percobaan

Buah salak pondoh direndam dalam empat perlakuan, termasuk kontrol menggunakan akuades steril, selama 10 detik. Selanjutnya buah tersebut ditempatkan di dalam keranjang plastik yang telah didisinfeksi menggunakan etanol 70%. Setelah itu buah ditiriskan dengan bantuan kipas angin. Sebanyak 30 buah salak pondoh ditempatkan di dalam setiap keranjang plastik dan disimpan pada kondisi laboratorium. Suhu dan kelembapan relatif di dalam keranjang plastik masing-masing ialah  $\pm 28$  °C dan 65%–70%.

Percobaan ini disusun dalam rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan pelapisan dalam penyimpanan buah salak pondok menggunakan CaCl<sub>2</sub> 6%, kitosan 1.5%, CaCl<sub>2</sub> 6% + kitosan 1.5%, dan akuades steril sebagai kontrol. Pengamatan dilakukan pada 0, 6, dan 12 hari penyimpanan terhadap peubah total mikrob, persentase kerusakan, susut bobot, dan tingkat penerimaan panelis uji organoleptik. Setiap perlakuan menggunakan 116 buah salak pondoh: 6 buah digunakan untuk penentuan total mikrob (2 buah per hari pengamatan), 20 buah digunakan untuk penentuan persentase kerusakan dan susut bobot (20 buah yang sama setiap pengamatan), 90 buah digunakan untuk uji organoleptik (30 buah per hari pengamatan).

### Penentuan Total Mikrob

Total mikrob pada daging buah ditentukan menggunakan metode pengenceran berderet yang dilanjutkan dengan metode cawan tuang pada medium agar-agar dekstrosa kentang (ADK) dalam cawan petri (diameter 9 cm). Penentuan total mikrob terdiri atas dua ulangan (1 buah salak pondoh untuk satu ulangan) pada setiap perlakuan, termasuk kontrol. Kulit buah salak dikupas menggunakan sarung tangan karet yang sudah didisinfeksi menggunakan etanol 70%. Buah salak yang kulitnya sudah

dikupas, dipotong-potong. Sebanyak 25 g daging buah salak ditempatkan di dalam blender, kemudian ditambahkan akuades steril hingga volume mencapai 250 mL, selanjutnya digiling hingga halus selama dua menit untuk mendapatkan suspensi daging buah (10<sup>-1</sup>). Sebanyak 10 mL suspensi dipindahkan ke dalam labu erlenmeyer berisi 90 mL akuades untuk memperoleh pengenceran 10<sup>-2</sup>. Pengenceran dilakukan sampai 10<sup>-5</sup>, baik untuk setiap perlakuan maupun kontrol. Setiap suspensi dengan pengenceran yang berbeda diambil 1 mL untuk ditempatkan di dalam cawan petri (diameter 9 cm). Setiap pengenceran terdiri atas tiga subulangan (3 cawan petri). Medium ADK ( $\pm 15$  mL,  $\pm 40$  °C) dituang ke dalam setiap cawan petri, kemudian cawan digoyang sehingga suspensi tercampur merata di dalam medium. Cawan petri selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang (28 °C) selama 6 hari. Setiap koloni cendawan yang berbeda warna dan pola pertumbuhannya pada pengenceran yang memberikan koloni secara terpisah ditumbuhkan pada medium ADK untuk diidentifikasi berdasarkan Pitt dan Hocking (2009), Samson *et al.* (2010).

Total mikrob (cfu g<sup>-1</sup> bobot basah daging buah salak) ditentukan dengan cara menghitung rata-rata jumlah koloni dari tiga subulangan dikalikan dengan faktor pengenceran yang memberikan koloni mikrob secara terpisah.

### Persentase Kerusakan Buah Salak Pondoh

Kerusakan buah salak pondoh ditentukan dengan cara mengamati kriteria kerusakan buah secara fisik dan visual, yaitu keberadaan miselium pada kulit buah, kulit layu dan kulit kering, serta bagian lunak pada pangkal buah sejak awal sampai dengan akhir penyimpanan (Santosa dan Suliana 2010). Pengamatan dilakukan terhadap 20 buah salak. Buah salak yang sama digunakan untuk penentuan persentase kerusakan pada 0, 6 dan 12 hari penyimpanan. Persentase kerusakan buah salak ditentukan menggunakan rumus:

$$KB (\%) = \frac{J_r}{J_a} \times 100\%, \text{ dengan}$$

KB, persentase kerusakan buah; J<sub>r</sub>, jumlah buah salak rusak; dan J<sub>a</sub>, jumlah buah salak awal.

### Penentuan Susut Bobot Buah Salak

Susut bobot buah salak ditentukan berdasarkan pada metode gravimetrik (AOAC 2005) menggunakan neraca merek Quattro model FH-1000. Setiap perlakuan masing-masing terdiri atas 20 buah salak yang digunakan untuk penentuan persentase susut bobot pada 0, 6 dan 12 hari penyimpanan. Persentase penyusutan bobot buah salak sejak awal sampai akhir penyimpanan, menggunakan rumus:

$$SB (\%) = \frac{(Ba - Bn)}{Ba} \times 100\%, \text{ dengan}$$

SB, persentase susut bobot; dan Ba, bobot awal; dan Bn, bobot akhir.

### Uji Organoleptik Rasa Daging Buah Salak

Rasa daging buah salak merupakan salah satu peubah tingkat penerimaan buah salak oleh panelis berdasarkan pada uji sensori skala hedonik. Pengujian sensori skala hedonic, antara lain rasa, merupakan pengujian menggunakan indera manusia terkait tingkat kesukaan terhadap sampel. Pengujian sensori mempunyai peranan penting sebagai pendeteksi awal dalam menilai mutu untuk mengetahui penyimpangan dan perubahan dalam produk (SNI 2006).

Panelis terdiri atas 30 mahasiswa tidak terlatih (15 orang laki-laki dan 15 orang perempuan) dari satu perguruan tinggi dengan kondisi sehat dan berusia 19–23 tahun. Setiap panelis mencicipi daging buah salak yang sudah dikupas kulitnya untuk setiap perlakuan pada awal penyimpanan (0), 6 dan 12 hari penyimpanan dan menilai dengan skor 1–7: 1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka),

3 (agak tidak suka), 4 (netral), 5 (agak suka), 6 (suka), 7 (sangat suka). Syarat pengujian organoleptik mengacu kepada SNI (2015). Data dikumpulkan dari 30 panelis yang sama dari awal sampai hari ke-12 penyimpanan.

### Analisis Data

Data peubah keefektifan  $\text{CaCl}_2$  dan kitosan terhadap kualitas buah salak selama penyimpanan dianalisis menggunakan analisis ragam (One-Way Anova) dan dilanjutkan dengan uji *duncan multiple range test* pada taraf nyata 5% dengan program SPSS 16.0.

## HASIL

### Total Mikrob dalam Daging Buah Salak Pondoh

Total mikrob dalam daging buah salak dapat ditekan oleh kitosan 1.5% dibandingkan dengan kontrol baik pada penyimpanan selama 6 dan 12 hari pada suhu  $\pm 28^\circ\text{C}$  dan kelembapan relatif 65%–75%, tetapi kitosan 1.5% mempunyai pengaruh yang sama dengan  $\text{CaCl}_2$  6% dan  $\text{CaCl}_2$  6% + kitosan 1.5% dalam menekan total mikrob pada 6 hari penyimpanan. Setelah 12 hari penyimpanan, tiga perlakuan yang dicobakan ini terlihat dapat menekan total mikrob dan berbeda nyata jika dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1).

Setelah 12 hari penyimpanan, total mikrob pada buah salak yang direndam dalam kitosan 1.5% lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Populasi akibat perendaman dalam kitosan 1.5% adalah di bawah batas maksimum populasi mikrob dalam angka lempeng total untuk buah kering, yaitu  $10^5$  cfu  $\text{g}^{-1}$  (BPOM RI 2019).

Tabel 1 Populasi mikrob pada buah salak dengan berbagai perlakuan pelapis dan kontrol selama penyimpanan

Perlakuan	Populasi mikrob pada .... hari penyimpanan ( $10^4$ cfu $\text{g}^{-1}$ berat basah)	
	6	12
Kontrol	8.48 $\pm$ 1.88 b	553.34 $\pm$ 143.33 b
$\text{CaCl}_2$ 6%	4.13 $\pm$ 2.50 ab	55.50 $\pm$ 18.50 a
Kitosan 1.5%	0.42 $\pm$ 0.06 a	6.20 $\pm$ 0.13 a
$\text{CaCl}_2$ 6% + kitosan 1.5%	3.22 $\pm$ 1.78 ab	34.75 $\pm$ 29.92 a

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada  $\alpha$  5%.

Pada awal penyimpanan di dalam daging buah salak dijumpai *Aspergillus* spp. dan *Penicillium* sp. pada semua perlakuan, termasuk kontrol dengan jumlah relatif kecil dan sama. Cendawan yang dominan pada awal penyimpanan, yaitu *Penicillium* sp.1, diikuti oleh *T. paradoxa* setelah 6 hari penyimpanan, dan isolat A setelah 12 hari penyimpanan. Isolat A merupakan cendawan yang belum dapat teridentifikasi secara morfologi. Buah salak dengan perlakuan kitosan 1.5% tidak dijumpai cendawan *T. paradoxa*, *Fusarium* sp., dan isolat A pada saat penyimpanan 6 dan 12 hari (Tabel 2).

**Persentase Kerusakan**

Kerusakan buah salak meningkat setelah 6 dan 12 hari penyimpanan, pada semua perlakuan, tetapi perlakuan kitosan 1.5% dapat menghambat kerusakan buah salak dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 3). Kerusakan buah salak meliputi adanya miselium pada kulit buah, kulit layu dan kering, serta lunak pada pangkal buah (Tabel 4). Selain itu buah salak yang rusak mengalami perubahan warna, tekstur, aroma pada daging buah (Tabel 5).

**Susut Bobot**

Secara umum, pada semua perlakuan yang diujikan mengalami penurunan susut bobot yang mengindikasikan penurunan kualitas buah salak selama penyimpanan. Semua perlakuan tidak menunjukkan perbedaan terhadap susut bobot buah salak pondoh setelah disimpan selama 6 hari. Susut bobot buah salak pondoh pada penyimpanan 12 hari tidak menunjukkan perbedaan pada tiga perlakuan yang menggunakan  $CaCl_2$  dan atau kitosan. Susut bobot buah salak yang direndam dalam kitosan 1.5% sangat berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol setelah 12 hari penyimpanan (Tabel 6).

**Uji Organoleptik Rasa Buah Salak Pondoh**

Tingkat kesukaan berdasarkan pada rasa buah salak pondoh pada awal penyimpanan ialah  $5.17 \pm 0.12$  (agak suka), setelah 12 hari penyimpanan tingkat kesukaan buah salak yang direndam dalam akuades (kontrol) ialah 2.42 (tidak suka), sedangkan buah salak yang direndam dalam  $CaCl_2$  6%, kitosan 1.5%, dan  $CaCl_2$  6% + kitosan 1.5% masing-masing ialah 2.67 (agak tidak suka); 4.4 (biasa); serta 3.37 (agak tidak suka) (Tabel 7). Berdasarkan






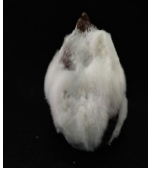




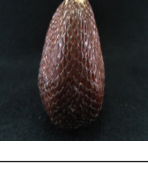
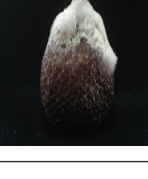
Tabel 2 Populasi cendawan berdasarkan pada empat perlakuan selama 0, 6, dan 12 hari penyimpanan pada suhu ruang ( $\pm 28^\circ C$ )

Penyimpanan	Jenis cendawan	Populasi cendawan pada empat perlakuan ( $10^4$ cfu $g^{-1}$ berat basah)			
		Akuades steril	$CaCl_2$ 6%	Kitosan 1.5%	$CaCl_2$ 6% + kitosan 1.5%
0	<i>Aspergillus</i> sp. 1	$0.01 \pm 0.00$	$0.01 \pm 0.00$	$0.01 \pm 0.00$	$0.01 \pm 0.00$
	<i>Aspergillus</i> sp. 2	$0.02 \pm 0.01$	$0.02 \pm 0.01$	$0.02 \pm 0.01$	$0.02 \pm 0.01$
	<i>Penicillium</i> sp. 1	$0.05 \pm 0.01$	$0.05 \pm 0.01$	$0.05 \pm 0.01$	$0.05 \pm 0.01$
6	<i>Penicillium</i> sp. 3	0	0	$0.18 \pm 0.05$	0
	<i>T. paradoxa</i>	$8.13 \pm 4.80$	$3.85 \pm 2.45$	0	$2.57 \pm 2.10$
12	Isolat A	$451.75 \pm 150.25$	$16.50 \pm 3.50$	0	$19.5 \pm 17.00$
	<i>Fusarium</i> sp.	$52.50 \pm 20.50$	$32.00 \pm 11.00$	0	$11.70 \pm 9.80$
	<i>Penicillium</i> sp. 2	0	0	$2.95 \pm 0.45$	0

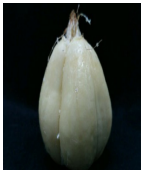











Tabel 3 Kerusakan buah salak pondoh dengan empat perlakuan selama 6 dan 12 hari penyimpanan

Perlakuan	Kerusakan buah (%) pada .... hari penyimpanan	
	6	12
Akuades steril	25	70
$CaCl_2$ 6%	25	60
Kitosan 1.5%	0	15
$CaCl_2$ 6% + kitosan 1.5%	15	45

Tabel 4 Perubahan kondisi kulit buah salak pada empat perlakuan selama 0, 6, dan 12 hari penyimpanan pada suhu ruang ( $\pm 28^\circ\text{C}$ )

Perlakuan	Lama penyimpanan (hari)		
	0	6	12
Akuades steril			
CaCl <sub>2</sub> 6%			
Kitosan 1.5%			
CaCl <sub>2</sub> 6% + kitosan 1.5%			

Tabel 5 Perubahan kondisi daging buah salak pada empat perlakuan selama 0, 6, dan 12 hari penyimpanan pada suhu ruang ( $\pm 28^\circ\text{C}$ )

Perlakuan	Lama penyimpanan (hari)		
	0	6	12
Akuades steril			
CaCl <sub>2</sub> 6%			
Kitosan 1.5%			
CaCl <sub>2</sub> 6% + kitosan 1.5%			

Tabel 6 Susut bobot buah salak pondoh dengan empat perlakuan selama 6 dan 12 hari penyimpanan

Perlakuan	Susut bobot (%) pada .... hari penyimpanan	
	6	12
Akuades steril	13.99 ± 0.71 a	28.24 ± 1.88 b
CaCl <sub>2</sub> 6%	12.50 ± 0.63 a	23.25 ± 1.89 ab
Kitosan 1.5%	13.12 ± 0.57 a	19.90 ± 1.44 a
CaCl <sub>2</sub> 6% + kitosan 1.5%	13.77 ± 0.49 a	23.75 ± 2.07 ab

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada  $\alpha$  5%.

Tabel 7 Tingkat kesukaan panelis berdasarkan pada rasa daging buah salak pondoh pada empat perlakuan selama 6 dan 12 hari penyimpanan

Perlakuan	Tingkat kesukaan berdasarkan pada rasa pada .... hari penyimpanan*	
	6	12
Akuades steril	2.90 ± 0.37 a	2.42 ± 0.36 a
CaCl <sub>2</sub> 6%	3.54 ± 0.44 ab	2.67 ± 0.37 a
Kitosan 1.5%	4.66 ± 0.25 c	4.40 ± 0.29 b
CaCl <sub>2</sub> 6% + kitosan 1.5%	4.33 ± 0.30 bc	3.37 ± 0.38 a

\*Skor 1-7: 1, sangat tidak suka; 2, tidak suka; 3, agak tidak suka; 4, netral; 5, agak suka; 6, suka; dan 7, sangat suka. Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada  $\alpha$  5%.

uji lanjut Duncan, buah salak yang direndam dalam kitosan masih dapat diterima oleh panelis sampai 12 hari penyimpanan dibandingkan dengan kontrol, karena sebagian besar buah salak masih layak dikonsumsi dan memiliki rasa manis.

Buah salak pondoh yang disimpan dengan perlakuan kitosan 1.5% selama 6 dan 12 hari dirasakan netral oleh panelis, sedangkan perlakuan lainnya panelis tidak suka atau agak suka.

## PEMBAHASAN

Kitosan merupakan hasil deasetilasi kitin, asetamido (-NHCOCH<sub>3</sub>) pada gugus C-2 kitin berubah menjadi amina (-NH<sub>2</sub>) pada kitosan. Gugus NH<sub>2</sub> pada kitosan yang ditambahkan ion H<sup>+</sup> berubah menjadi NH<sub>3</sub><sup>+</sup> dan memberikan efek polikation. Efek polikation menyebabkan kitosan mengikat dan merusak permukaan sel cendawan dan bakteri sehingga molekul kecil (herein, fosfat, nukelotida, dan K<sup>+</sup>) mengalir keluar, respirasi terhambat, meningkatnya potensial membran (masuknya ion Ca<sup>2+</sup>) (Peña *et al.* 2013), dan menghambat transkripsi DNA (Li *et al.* 2008). Sifat polikation dari

kitosan dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan cendawan dan bakteri pada buah salak selama penyimpanan. Molekul kitosan dapat berpengaruh pada tingkat ekstra (membran plasma) dan intraseluler (penetrasi kitosan kedalam sel cendawan) (Hernandez-Lauzardo *et al.* 2011).

Susut bobot merupakan salah satu parameter kualitas buah yang disebabkan oleh kehilangan air melalui proses respirasi dan transpirasi (Xanthopoulos *et al.* 2017). Dhyan *et al.* (2014) melaporkan bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan maka semakin besar massa buah yang hilang. Hal ini karena faktor kehilangan air pada buah. Selain suhu, Lie (2014) melaporkan bahwa kelembapan yang rendah menyebabkan pelayuan dan pengkeriputan.

Buah salak yang diberi perlakuan kitosan 1.5% lebih efektif dalam menghambat peningkatan susut bobot buah salak. Keefektifan ini disebabkan oleh kitosan yang berfungsi sebagai pelindung dari kehilangan air, kerusakan mekanik, menghambat dehidrasi, menutupi bagian yang terluka (Shiekh *et al.* 2013), memodifikasi konsentrasi CO<sub>2</sub>, dan mengurangi kadar etilen (Jung *et*

*al.* 2019). Wang dan Jing (2017) melaporkan bahwa kitosan yang ditambah gliserol dapat meningkatkan kemampuannya dalam mencegah kehilangan air pada buah.  $\text{CaCl}_2$  bertindak sebagai pelindung, mengurangi kehilangan air, menghambat dehidrasi, efektif dalam mempertahankan kekerasan serta fungsi membran (Sohail *et al.* 2015).

Kombinasi  $\text{CaCl}_2$  dan kitosan lebih efektif dalam mempertahankan kualitas buah mangga dan persik dibandingkan dengan penggunaan  $\text{CaCl}_2$  atau kitosan (El-Badawy 2012; Chauhan *et al.* 2014). Pada penelitian yang dilakukan terhadap buah salak pondoh, ketidakefektifan pelapis kombinasi dapat disebabkan oleh waktu perendaman yang terlalu singkat (10 detik). Hussain *et al.* (2012) melaporkan bahwa buah apel (*Red Delicious*) yang direndam di dalam  $\text{CaCl}_2$  2% (w/v) selama 1 jam sebelum diiradiasi menggunakan sinar gamma (0.4 kGy) dapat terjaga kualitas buahnya selama 30 hari. Selain itu, perlakuan tersebut dapat memperpanjang umur simpan buah sekitar 20–30 hari pada suhu  $17 \pm 2$  °C, kelembapan relatif 75%, diikuti oleh penyimpanan dalam lemari pendingin selama 90 hari.

Total mikrob merupakan salah satu peubah untuk memberikan informasi kualitas buah, masa simpan/waktu paruh, kontaminasi, dan status higienis (SNI 2009). Buah salak yang disimpan 6 dan 12 hari mengalami perubahan rasa dikarenakan penurunan kualitas buah. Setelah 12 hari penyimpanan, sebagian besar buah salak tidak layak untuk dikonsumsi, karena kerusakan oleh mikrob. Nilai kesukaan rasa terhadap buah salak yang direndam kitosan 1.5% setelah 12 hari penyimpanan, lebih tinggi dan masih dapat diterima oleh panelis dibandingkan dengan kontrol dan perendaman lain.

Kitosan 1.5% lebih efektif mempertahankan kualitas buah salak pondoh setelah 12 hari penyimpanan pada suhu dan kelembapan di dalam keranjang plastik masing-masing  $\pm 28$  °C dan 65%–75% dibandingkan dengan  $\text{CaCl}_2$  6% dan  $\text{CaCl}_2$  6% + kitosan 1.5%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Direktur SEAMEO BIOTROP atas izin penggunaan sarana dan fasilitas Laboratorium Fitopatologi; kepada Ina Retnowati dan Nijma Nurfadila yang telah memberikan saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Tanoto Foundation yang membantu sebagian dana penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aider M. 2010. Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: Review. *Food Sci Technol-LEB*. 43(6):837–842. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.01.021>.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Method of Analysis*. Washington DC (US): AOAC International.
- Arivianti S, Parnanto NHR. 2013. Kapasitas antioksidan buah salak (*Salacca edulis* Reinw.) kultivar pondoh, nglumut, dan bali serta korelasinya dengan kadar fenolitik total dan vitamin C. *Agritech*. 33(3):324–333.
- [BPOM RI] Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia. 2019. Peraturan Badan POM RI No. 13. Batas Maksimal Cemaran Mikroba dalam Pangan Olahan. Jakarta (ID): BPOM RI.
- Chauhan S, Gupta KC, Agrawal M. 2014. Efficacy of chitosan and calcium chloride on post harvest storage period of mango with the application of hurdle technology. *Int J Curr Microbiol App Sci*. 3(5):1–10.
- Chong JX, Lai S, Yang H. 2015. Chitosan combined with calcium chloride impacts fresh-cut honeydew melon by stabilising nanostructures of sodium-carbonate-soluble pectin. *Food Control*. 53:195–205. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.12.035>.
- Dharmaputra OS, Hasbullah R, Kusmiadi R. 2013. Ginger and turmeric extracts:



- Their effects on *Thielaviopsis paradoxa* infection of salak pondok during storage. Di dalam: *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Asia Pacific Symposium on Postharvest Research Education and Extension*. 2012 Sept 18–20; Yogyakarta (ID): ISHS Acta Horticulturae. hlm 319–324. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1011.40>.
- Dhyan C, Sumarlan SH, Susilo B. 2014. Pengaruh pelapisan lilin lebah dan suhu penyimpanan terhadap kualitas buah jambu biji (*Psidium guajava* L.). *J Bioproses Komodit Trop*. 2(1):79–90.
- Dutta PK, Tripathi S, Mehrotra GK, Dutta J. 2009. Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications. *Food Chem*. 114(4):1173–1182. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.047>.
- El-Badawy HEM. 2012. Effect of chitosan and calcium chloride spraying on fruits quality of florida prince peach under cold storage. *Res J Agric Biol Sci*. 8(2):272–281.
- Franciscus J. 2018. Efektivitas kalsium klorida dan kitosan terhadap pertumbuhan *Thielaviopsis paradoxa* *in vitro* [sebagian skripsi]. Bogor (ID): IPB University.
- Hernandez-Lauzardo AN, del Valle MGV, Guerra-Sanchez MG. 2011. Current status of action mode and effect of chitosan against phytopathogens fungi. *Afr J Microbiol Res*. 5(25):4243–4247. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJMR11.104>.
- Hussain PR, Meena RS, Dar MA, Wani AM. 2012. Effect of post-harvest calcium chloride dip treatment and gamma irradiation on storage quality and shelf-life extension of Red delicious apple. *J Food Sci Technol*. 49(4):415–426. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0289-0>.
- Jung J, Deng Z, Zhao Y. 2019. Mechanisms and performance of cellulose nanocrystals pickering emulsion chitosan coatings for reducing ethylene production and physiological disorders in postharvest ‘Bartlett’ pears (*Pyrus communis* L.) during cold storage. *Food Chem*. 309:125693. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125693>.
- Li XF, Feng XQ, Yang S, Wang TP, Su ZX. 2008. Effect of molecular weight and concentration of chitosan on antifungal activity against *Aspergillus niger*. *Iran Polym J*. 17(11):843–852.
- Lie H. 2014. Kajian pengaruh suhu dan kelembaban ruang penyimpanan terhadap laju penurunan berat buah dan sayuran. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses*. ISSN 1411-4216.
- Palou L. 2018. Postharvest treatments with GRAS salts to control fresh fruit decay. *Horticulturae*. 4(4):46. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae4040046>.
- Peña A, Sánchez NS, Calahorra M. 2013. Effect of chitosan on *Candida albicans*: Condition for its antifungal activity. *BioMed Res Int*. 2013:1–15. DOI: <https://doi.org/10.1155/2013/527549>.
- Pitt JI, Hocking AD. 2009. *Fungi and Food Spoilage*. Ed ke-3. London (GB): Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-0-387-92207-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-0-387-92207-2_2).
- Rachmawati M. 2010. Pelapisan *chitosan* pada buah salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) sebagai upaya memperpanjang umur simpan dan kajian sifat fisiknya selama penyimpanan. *JTP*. 6(2):45–49.
- Sabarisman I, Suyatna NE, Ahmad U, Taqi FM. 2015. Aplikasi *nanocoating* berbasis pektin dan nanopartikel ZnO untuk mempertahankan kesegaran salak pondoh. *J Mutu Pangan*. 2(1):50–56.
- Samson RA, Houbaken J, Thrane U, Frisvad JC, Andersen B. 2010. *Food and Indoor Fungi*. Utrecht (NL): CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre.
- 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.
- Sharma RR, Singh R. 2009. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review. *Biol Control*. 50(3):205–

221. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.05.001>.
- Shiekh R, Malik, Al-Thabaiti S, Shiekh M. 2013. Chitosan as a novel edible coating for fresh fruits. *Food Sci Technol Res.* 19(2):139–155. DOI: <https://doi.org/10.3136/fstr.19.139>.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2006. Petunjuk Pengujian Organoleptik dan atau Sensori. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional. SNI 01-2346-2006.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2009. Batas Maksimum Cemaran Mikroba dalam Pangan. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional. SNI 7388:2009.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2015. Pedoman Pengujian Sensori pada Produk Perikanan. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional. SNI 2346-2015.
- Sohail M, Ayub M, Khalil SA, Zeb A, Ullah F, Afridi SR, Ullah R. 2015. Effect of calcium chloride treatment on post harvest quality of peach fruit during cold storage. *Int Food Res J.* 22(6):2225–2229.
- Stošić S, Stojanović S, Milosavijević A, Dolovac EP, Živković S. 2014. Effect of calcium salts on postharvest fungal pathogens *in vitro*. *Plant Prot.* 65(1):40–46. DOI: <https://doi.org/10.5937/zasbilj1401040S>.
- Talibi I, Askarne L, Boubaker H, Boudyach EH, Aoumar AAB. 2011. *In vitro* and *in vivo* antifungal activities of organic and inorganic salts against citrus sour rot agent *Geotrichum candidum*. *Plant Pathol J.* 10(4):138–145. DOI: <https://doi.org/10.3923/ppj.2011.138.145>.
- Umagiliyage AL, Choudhary R. 2018. Postharvest ultraviolet light treatment of fresh berries for improving quality and safety. *Int J Food Sci Nutr Eng.* 8(3):60–71.
- Wang S, Jing Y. 2017. Study on the barrier properties of glycerol to chitosan coating layer. *Mater Lett.* 209:345–348. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2017.08.040>.
- Xanthopoulos G, Templalexis C, Aliferis NP, Lentzou D. 2017. The contribution of transpiration and respiration on water loss of perishable agricultural products: the case of pears. *Biosyst Eng.* 158:76–85. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.03.011>.