

# Mutu Fisik Buah Salak Pondoh (*Salacca edulis* Reinw): Pengaruh Pelilinan dan Pengemasan Menggunakan Kantong Plastik *Low Density Polyethylene*

Physical Quality of Salak Pondoh (*Salacca edulis* Reinw): The Effect of Waxing and Packaging Using Low Density Polyethylene Plastic Bag

**Titiek Farianti Djaafar<sup>1\*</sup>, Tri Marwati<sup>1</sup>, Siti Dewi Indrasari<sup>1</sup>, Retno Utami Hatmi<sup>1</sup>, Purwaningsih Purwaningsih<sup>1</sup>, Nugroho Siswanto<sup>1</sup>, Indrie Ambarsari<sup>2</sup>, Supriyadi Supriyadi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta, Jl. Stadion No. 22 Maguwoharjo, Wedomartani, Ngemplak, Sleman, Yogyakarta 55584, Indonesia

<sup>2</sup>Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Jl. Soekarno Hatta Km. 26 No. 10, Kotak Pos 124, Bergas, Ungaran 50552, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gajah Mada, Jl. Flora No 1, Bulaksumur, Yogyakarta 55281, Indonesia

\*Penulis korepondensi: Titiek Farianti Djaafar, Email: titiekfd1212@gmail.com

Submisi: 2 Januari 2019; Revisi: 10 Desember 2020, 8 Februari 2021; Diterima: 14 Maret 2021

## ABSTRAK

Salak Pondoh (*Salacca edulis* Reinw) merupakan komoditi unggulan Yogyakarta, khususnya Kabupaten Sleman. Buah salak Pondoh telah diekspor ke beberapa Negara. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pelilinan dan kemasan individu salak Pondoh menggunakan plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE). Lima perlakuan pelilinan dan pengemasan, yaitu pengemasan individu buah (kantong LDPE) dengan pengemasan sekunder (kotak karton berlubang) (A), pengemasan individu buah (kantong LDPE) dengan pengemasan sekunder (keranjang plastik) (B), pelilinan dengan penambahan ekstrak lengkuas 5% dengan pengemasan sekunder (keranjang plastik) (C), pengemasan sekunder (keranjang plastik) (D), dan pengemasan dengan kotak karton berlubang (E). Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan ulangan sebanyak 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kantong LDPE dengan kemasan sekunder keranjang plastik maupun karton berpengaruh positif dalam menurunkan susut bobot, mempertahankan tekstur dan warna daging buah. Pelilinan dengan penambahan ekstrak lengkuas 5% berpengaruh negatif pada penurunan susut bobot, mempertahankan kekerasan (tekstur) dan warna daging buah. Penggunaan kantong LDPE untuk pengemasan buah salak dapat mempertahankan umur simpan sampai hari ke-30 dengan susut bobot di bawah <10%.

**Kata kunci:** Kantong plastik LDPE; pengemasan; mutu fisik; pelilinan

## ABSTRACT

Salak Pondoh fruit (*Salacca edulis* Reinw) is a leading commodity in Yogyakarta, specifically in Sleman Regency, which has been exported to several countries abroad. Therefore, this study aims to determine the effect of waxing and individual salak Pondoh packaging using Low-Density Polyethylene (LDPE) plastic bags. A total of five packaging treatments were used, namely individual fruit with perforated cardboard boxes (A) and plastic baskets

(B), waxing using 5% galangal extract along with plastic basket (C), as well as secondary wrapping with plastic basket (D) and perforated cardboard boxes (E). The experimental design used was the Complete Randomized Design with 3 replications of each treatment. The results showed that combining LDPE bags with secondary packaging of plastic and perforated cardboard baskets had a positive effect on weight loss reduction, texture maintenance, and fruit flesh color, while the waxing with the addition of 5% galangal extract had a negative effect. Therefore, the use of these Low-Density Polyethylene materials for Salak Pondoh can maintain its shelf life for 30 days with weight loss of <10%.

**Keywords:** Low-density polyethylene plastic bag; packaging; physic quality; waxing

## PENDAHULUAN

Salak Pondoh (*Salacca edulis* Reinw) merupakan salah satu komoditi unggulan Daerah Istimewa Yogyakarta, khususnya Kabupaten Sleman. Kawasan salak Pondoh di Kabupaten Sleman tersebar di tiga kecamatan yaitu Kecamatan Tempel, Turi dan Pakem. Walaupun buah salak Pondoh telah menjadi komoditas ekspor, namun produksinya pada tahun 2017 mengalami sedikit penurunan (692.815 kw) dibanding tahun 2016 (730.053 kw) (BPS Kabupaten Sleman, 2018). Saat ini, salak Pondoh sudah diekspor ke negara Cina, Thailand, Rusia, Singapura, Malaysia, Arab Saudi, Qatar, Selandia Baru, dan beberapa Negara di Eropa. Nilai ekspor buah salak meningkat setiap tahun, pada tahun 2018 menjadi 1.233 ton atau naik sebesar 28% dibanding tahun 2017 (Kementerian Pertanian, 2019).

Buah salak Pondoh merupakan komoditas hortikultura sehingga mudah rusak, umur simpan pada suhu kamar hanya 5-6 hari dengan kulit buah mengering dan sulit dikupas. Buah salak termasuk buah klimakterik. Pematangan buah berkaitan dengan laju respirasi. Laju respirasi tertinggi terjadi pada fase pembelahan sel baik pada buah klimakterik maupun non-klimakterik. Seiring dengan pertumbuhan buah maka laju respirasi semakin menurun sampai pada awal pemasakan (*ripening*) buah. Produksi etilen pada fase pembelahan sel sampai pembesaran sel tidak ada perbedaan antara buah klimakterik dengan non-klimakterik. Fase pemasakan yang membedakan buah klimakterik dengan non-klimakterik. Pada buah klimakterik terjadi peningkatan produksi etilen dalam jumlah besar seiring dengan peningkatan laju respirasinya. Sementara pada buah non-klimakterik tidak terjadi peningkatan etilen maupun laju respirasi. Waktu pemanenan di lapangan memberikan perbedaan antara buah klimakterik dan non klimakterik. Buah klimakterik dapat dipanen sebelum fase *ripening* (pemasakan) karena fase *ripening* akan terus berlanjut meskipun telah dipetik dari pohonnya. (Nicolai dkk., 2005). Hal ini yang menjadi kendala pada penanganan buah salak Pondoh untuk tujuan ekspor.

Penelitian penggunaan bahan pengemas hingga penyimpanan buah salak pada suhu dingin telah dilakukan (Trisnawati dan Rubiyo, 2004; Wratsongko dkk., 2019). Pelapisan kulit buah dengan lilin pada salak Pondoh dan disimpan pada suhu 15 °C dapat memperpanjang umur simpan sampai 14 hari dengan tingkat kerusakan di bawah 10% (Hasan, 2000). Buah-buahan segar juga dapat diawetkan dengan pelapisan lilin yang mengandung senyawa antimikrobia alami seperti lengkuas, minyak sereh atau pun penggunaan kitosan (Shahid dan Abbasi, 2011; Waryat dan Maulida, 2005; Widaningrum, 2016). Lengkuas merupakan salah satu tanaman rempah yang diketahui memiliki aktivitas antimikrobia. Beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa kandungan minyak atsiri dari fraksi methanol pada rimpang lengkuas memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan beberapa spesies bakteri dan jamur (Amelia dkk., 2010). Pencelupan buah salak Pondoh dalam ekstrak lengkuas 5% dan suhu penyimpanan 15 °C dapat memperpanjang umur simpan sampai 21 hari dengan tingkat kerusakan 8,33% (Amiarsih dkk., 2014; Arbie, 2010).

Penggunaan berbagai jenis kemasan telah diujicobakan untuk berbagai jenis buah. Penggunaan kantong plastik polietilen 0,04 mm dipadukan dengan udara terkendali telah dilakukan untuk uji coba ekspor buah salak ke Malaysia (Amiarsih dkk., 2014). Penggunaan kantong plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) dengan kombinasi penyimpanan pada suhu dingin dapat memperpanjang umur simpan buah papaya selama 21 hari dengan kualitas tetap baik (Azene dkk., 2014). Berdasarkan hasil-hasil penelitian tersebut dan untuk menunjang program ekspor buah salak Pondoh yang sedang digalakkan oleh Pemerintah, maka dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mempelajari pengaruh pelilinan terhadap daya simpan buah salak Pondoh dan mempelajari pengaruh kemasan individu buah salak Pondoh menggunakan kantong plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) dalam kotak karton dan keranjang plastik untuk tujuan ekspor atau transportasi jauh.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan utama yang digunakan adalah buah salak Pondoh dengan umur panen 5-6 bulan setelah penyerbukan (kematangan 60%), diperoleh dari kebun milik petani yang telah tersertifikasi di Kecamatan Tempel, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta. Buah dalam keadaan sehat (tidak luka, tidak memar, tidak terserang hama penyakit), kulit tidak terkelupas, ujung buah tidak sobek, tidak cacat (mekanis) serta bersih dari tanah/kotoran.

Penentuan kematangan buah dilakukan dengan melihat umur buah. Tetapi secara cepat dapat dilakukan dengan melihat warna kulit buah salak secara keseluruhan. Pada saat kulit buah agak hijau sekitar 60% dari keseluruhan permukaan, maka disebut tingkat kematangan 60%. Penentuan kematangan buah salak Pondoh secara akurat dapat dilakukan dengan penggunaan pengolahan citra digital. Dari hasil pengujian dengan metode ini, menunjukkan bahwa keberhasilan sistem ini sebesar 92% (Rianto & Harjoko, 2017). Bahan bantu yang digunakan antara lain, bahan pengemas primer yaitu kantong plastik LDPE (10 x 10 cm) ketebalan 0,03 mm yang diberi 8 lubang, bahan pengemas sekunder yaitu kotak karton (30 x 20 x 25 cm) tebal 3 mm dan keranjang plastik (47 x 32 x 16 cm), dan ekstrak lengkuas 5%. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis merupakan bahan *pro-analyst* (PA) meliputi natrium hidroksida, Pb-asetat, natrium oksalat, asam klorida, arsenomolibdat, amilum, dan iod (Merck, 99%, Jerman).

### Alat

Alat yang digunakan antara lain timbangan susut bobot NAGAMI, *chromameter* Konica Minolta CR-400, *texture analyzer* LFRA Brookfield dengan probe T39, Aw meter Degacon Devices Pullman WA 991163, spektrofotometer Thermo Spectronic 200, dan *vibrator* TECO 3-PHASE INDUCTION.

### Metode

#### Penyiapan ekstrak lengkuas

Ekstrak lengkuas dibuat dengan cara mengukus 15 kg umbi lengkuas selama 5 menit. Kemudian diparut lalu dipress dengan press hidrolik untuk diambil sarinya, 10 liter dari ekstrak lengkuas murni diencerkan hingga konsentrasi 5% (Amiarsih dkk., 2014).

#### Penyiapan emulsi lilin

Emulsi lilin dibuat berdasarkan metode yang disampaikan oleh (Hatmi dkk., 2020) yang dimodifikasi.

Emulsi lilin dibuat dengan cara memanaskan akuades 25% (b/v) hingga suhu mencapai 60 °C, kemudian panci diangkat dari kompor. *Caboxyl Methyl Cellulose* (CMC) 1% (b/v) dan ekstrak lengkuas 5% (b/v) ditambahkan dan diaduk hingga homogen. Selanjutnya sorbitol (*plasticizer*) ditambahkan sebanyak 2% (b/v) sambil diaduk hingga homogen. Sisa akuades dimasukkan sambil terus dipanaskan sampai suhu mencapai 70 °C kemudian pemanasan dihentikan. Suspensi didiamkan sampai mencapai suhu 40-45 °C agar dapat diaplikasi pada buah salak.

#### Pelilinan buah salak

Proses pelilinan (*waxing*) dilakukan dengan cara mengoleskan suspensi lilin pada kulit buah salak menggunakan kuas kecil. Pengolesan dilakukan dari pangkal bawah buah salak lalu ke ujung buah salak searah susunan sisik buah salak sebanyak 1 kali olesan. Salak yang telah dilapisi lilin kemudian dikeringkan dengan kipas angin kurang lebih selama 30 menit pada suhu ruang.

#### Pengemasan buah salak

Pembersihan, sortasi dan *grading* dilakukan sebelum buah salak Pondoh dikemas. Sebanyak 8 kg buah salak yang telah dibersihkan dan disortasi kemudian dikemas sesuai perlakuan (Tabel 1).

Pengemasan buah salak dengan berbagai perlakuan ini bertujuan untuk mengurangi terjadinya kerusakan secara fisiologis. Kerusakan fisiologis terjadi akibat adanya respirasi dan transpirasi yang diikuti dengan produksi etilen. Respirasi dan transpirasi serta produksi etilen memegang peranan dalam perubahan fisiologis buah yang mengakibatkan kehilangan berat (susut bobot) (Lufu dkk., 2019; Wei dkk., 2021). Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk memperlambat kecepatan respirasi, transpirasi dan produksi etilen, sehingga buah salak dapat diekspor ke berbagai Negara.

Buah salak yang telah dikemas (Gambar 1) diberi simulasi transportasi dengan alat *vibrator* di Pusat Studi Pangan dan Gizi, UGM, Yogyakarta. Amplitudo simulasi transportasi sebesar 2,5 cm dan frekuensi getaran sebanyak 140 getaran/menit. Pada simulasi ini, kemasan ditumpuk sebanyak 4 tumpukan kemudian dilakukan simulasi selama 15 menit sebanding dengan perjalanan sejauh jarak Yogyakarta-Jakarta selama 10 jam dan jalan yang menyebabkan guncangan sebesar 5% (Hasan, 2000; Vursavuş dan Özgüven, 2004) Buah salak yang telah dikemas dan diberi simulasi transportasi, selanjutnya disimpan pada ruang yang bersuhu 19-20,1 °C dengan RH 47-53% selama 30 hari dengan tinggi 4 tumpukan kemasan (Gambar 2).

Tabel 1. Lima jenis perlakuan pelilinan dan pengemasan buah salak Pondoh

Jenis Perlakuan	Komponen Teknologi
A	Pengemasan individu buah (kantong LDPE; ukuran 10x10 cm, ketebalan 0,03 mm dan diberi lubang sebanyak 8 lubang) dan pengemasan sekunder (kotak karton berlubang; ukuran 30 x 20 x 25 cm, ketebalan 3 mm)
B	Pengemasan individu buah (kantong LDPE; ukuran 10x10 cm, ketebalan 0,03 mm dan diberi lubang sebanyak 8 lubang) dan pengemasan sekunder (keranjang plastik; ukuran 99 x 75 cm yang diberi lapisan kertas minyak)
C	Pelilinan dengan penambahan ekstrak lengkuas 5% dan pengemasan sekunder (keranjang plastik; ukuran 99 x 75 cm yang diberi lapisan kertas minyak)
D	Pengemasan sekunder (keranjang plastik; ukuran 99 x 75 cm yang diberi lapisan kertas minyak)
E	Pengemasan kotak karton berlubang; ukuran 30 x 20 x 25 cm, ketebalan 3 mm



Gambar 1. Pengemasan buah salak (a) buah salak dalam kemasan individu kantong plastik LDPE dan dikemas dalam kotak karton berlubang; (b) buah salak dalam kemasan individu kantong plastik LDPE dan dikemas dalam keranjang plastik; (c) buah salak yang telah dilapisi emulsi lilin dan dikemas dalam keranjang plastik (d) buah salak dalam kemasan keranjang plastik; dan (e) buah salak dalam kotak karton berlubang



Gambar 2. Penyimpanan buah salak Pondoh pada perlakuan pengemasan.

Sampling untuk analisis susut bobot buah dan kerusakan buah dilakukan secara periodik setiap 2 hari (Arbie, 2010). Sampling juga dilakukan secara periodik 10 hari sekali untuk menganalisis tekstur menggunakan *Texture Analyzer* LFRA Brookfield dengan Probe T39 dan warna menggunakan *Chromameter* Konika Minolta CR-400 (León dkk., 2006; Vyawahare dkk., 2013).

Rancangan percobaan yang dilakukan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan ulangan sebanyak tiga kali. Data-data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis menggunakan *software* SPSS 19 dengan metode *One-Way Analysis of Variances* (ANOVA) dan dilanjutkan untuk pengujian perbedaan nyata dengan metode *Duncant Multiple Range Test* (DMRT) pada tingkat signifikansi 5% ( $p \leq 0,05$ ).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Susut Bobot

Persentase susut bobot selama penyimpanan disajikan pada Tabel 2. Susut bobot terjadi sejak buah

dipanen, selama distribusi hingga pemasaran. Susut bobot yang terjadi pada buah menyebabkan kerugian ekonomi karena berkurangnya berat dan nilai jual produk.

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa susut bobot selama penyimpanan meningkat. Susut bobot tertinggi pada perlakuan E, penyimpanan hari ke 10 susut bobot sudah mencapai 11,9%. Hal ini disebabkan pada perlakuan E, buah salak hanya diletakkan dalam kotak berlubang sehingga penguapan air dari buah salak berlangsung lebih cepat. Sedangkan buah salak yang dikemas individu menggunakan kantong plastik LDPE memiliki susut bobot yang lebih rendah hingga penyimpanan hari ke 30. Hal ini menunjukkan bahwa proses transpirasi atau penguapan air melalui kulit buah selama penyimpanan berlangsung lambat. Selama penyimpanan, juga terjadi proses respirasi dan produksi etilene yang mengakibatkan terjadi pematangan buah. Peningkatan laju respirasi buah dan produksi etilen mengakibatkan senyawa-senyawa kompleks yang terdapat di dalam sel buah salak seperti karbohidrat dipecah menjadi molekul-molekul sederhana seperti  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  yang mudah menguap (Nicolai dkk., 2005; Sutomo, 2006). Penguapan komponen-komponen tersebut menyebabkan buah mengalami pengurangan bobot (Wills dan Golding, 2016). Produksi etilen pada buah klimakterik seperti buah salak, terjadi saat pertumbuhan, perkecambahan dan pematangan buah. Produksi etilen ini dapat dihambat dengan penyimpanan buah dalam suhu dingin, pemberian fumigasi maupun pengemasan dan penyimpanan buah dalam atmosfer terkendali (Tokala dkk., 2021; Wei dkk., 2021).

Arbie (2010) juga melaporkan bahwa kelembaban udara relatif (RH) yang lebih rendah pada suhu 31 °C RH 67-72% berperan dalam mempercepat terjadinya transpirasi. Menurut Azene dkk. (2014), penggunaan kantong kemasan LDPE dan HDPE pada suhu rendah dengan kelembaban rata-rata 78,8% mencegah transpirasi selama penyimpanan buah papaya sehingga

Tabel 2. Persentase susut bobot salak Pondoh selama penyimpanan

Perlakuan	Umur Simpan (hari)						
	0	5	10	15	20	25	30
A	0 <sup>a</sup>	3,2±0,3 <sup>abc</sup>	2,9±1,2 <sup>abc</sup>	5,1±0,2 <sup>bcd</sup>	8,4±0,2 <sup>def</sup>	9,8±1,1 <sup>ef</sup>	11,6±0,4 <sup>fg</sup>
B	0 <sup>a</sup>	2,9±0,4 <sup>abc</sup>	2,3±0,2 <sup>ab</sup>	4,1±0,6 <sup>bc</sup>	4,9±0,2 <sup>bcd</sup>	6,5±0,2 <sup>cde</sup>	11,3±5,9 <sup>fg</sup>
C	0 <sup>a</sup>	8,4±2,2 <sup>def</sup>	9,9±0,2 <sup>ef</sup>	12,1±0,6 <sup>fg</sup>	16,7±0,2 <sup>h</sup>	24,4±1,1 <sup>i</sup>	td
D	0 <sup>a</sup>	8,6±2,0 <sup>def</sup>	9,5±1,0 <sup>ef</sup>	12,4±0,5 <sup>fg</sup>	15,1±0,4 <sup>gh</sup>	22,9±2,0 <sup>i</sup>	td
E	0 <sup>a</sup>	8,5±0,4 <sup>def</sup>	11,9±1,0 <sup>fg</sup>	16,0±0,7 <sup>h</sup>	18,4±0,5 <sup>h</sup>	24,1±5,7 <sup>i</sup>	td

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $\alpha = 0,05$ ); td: tidak dianalisis karena semua sampel rusak; A = LDPE + Kotak karton berlubang, B = LDPE + Keranjang plastik, C = Lilin + Keranjang plastik, D = Keranjang plastik, E = Kotak karton berlubang

dapat menekan susut bobot. Pengemasan buah terong belanda menggunakan kantong plastik LDPE dengan penyerap etilen dan disimpan pada suhu 10 °C dapat menekan susut bobot selama 4 minggu penyimpanan (Naibaho dkk., 2013).

Berdasarkan uji statistik, susut bobot salak dengan perlakuan A dan B tidak berbeda nyata sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan kantong LDPE individu pada buah salak dengan kemasan sekunder keranjang plastik maupun kotak karton, keduanya dapat mengurangi susut bobot buah selama penyimpanan. Zagory dan Kader(1988) menyatakan bahwa penyimpanan dalam kemasan plastik mempertahankan kelembaban dan mencegah proses transpirasi sehingga susut bobot yang terjadi dapat ditekan. Menurut Trisnawati dan Rubiyo (2004), produk hortikultura dianggap tidak layak dipasarkan bila mengalami susut bobot 5-10%. Oleh karena itu, pada penelitian ini perlakuan B (pengemasan individu salak dengan kantong LDPE dan kemasan sekunder keranjang plastik) merupakan perlakuan terbaik dengan susut bobot kurang dari 10% dan masih layak dipasarkan dengan umur simpan 25 hari dan kulit buah masih segar.

### Tekstur

Profil tekstur buah salak Pondoh selama penyimpanan diukur berdasarkan *hardness* dan *adhesiveness*. *Hardness* atau kekerasan adalah gaya yang diperlukan untuk menekan makanan sampai

Tabel 3. Perubahan *hardness* (kekerasan) daging buah salak Pondoh selama penyimpanan (g/mm<sup>2</sup>)

Perlakuan	Umur simpan (hari)			
	0	10	20	30
A	217,5 <sup>a</sup>	204,0 <sup>d</sup>	161,0 <sup>b</sup>	207,0 <sup>a</sup>
B	217,5 <sup>a</sup>	141,0 <sup>a</sup>	178,5 <sup>c</sup>	207,5 <sup>a</sup>
C	217,5 <sup>a</sup>	189,5 <sup>c</sup>	77,0 <sup>a</sup>	td
D	217,5 <sup>a</sup>	160,0 <sup>b</sup>	213,5 <sup>d</sup>	td
E	217,5 <sup>a</sup>	212,0 <sup>e</sup>	158,5 <sup>b</sup>	td

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $\alpha = 0,05$ ); td: tidak dianalisis karena semua sampel rusak; A = LDPE + Kotak karton berlubang, B = LDPE + Keranjang plastik, C = Lilin + Keranjang plastik, D = Keranjang plastik, E = Kotak karton berlubang

mencapai deformasi. *Adhesiveness* merupakan atribut tekstur yang menunjukkan kombinasi kekuatan adhesivitas dan kohesivitas bahan/buah. Suatu bahan dianggap lengket bila memiliki nilai *adhesiveness* yang tinggi dan kohesivitas rendah (Singh dkk., 2013).

### Hardness

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa *hardness* cenderung mengalami penurunan untuk semua perlakuan. Perlakuan pelilinan buah salak memiliki nilai kekerasan yang terendah selama penyimpanan. Hal ini berhubungan dengan susut berat buah yang mengalami peningkatan karena terjadinya transpirasi dan proses pematangan buah sehingga buah menjadi lunak. Selain itu, pelapisan buah salak dengan pelilinan pada suhu 40 °C hingga 45 °C, menyebabkan emulsi lilin masuk menembus daging buah sehingga buah menjadi lunak selama penyimpanan. Dengan demikian, penggunaan lilin pada suhu tersebut tidak direkomendasikan untuk pengemasan buah salak yang akan diekspor.

Degradasi komponen-komponen dinding sel seperti selulosa, hemiselulosa, protopektin dan pektin menyebabkan penurunan kekerasan. Pada saat buah berubah dari mentah menjadi matang terjadi degradasi senyawa pektin dan hemiselulosa yang menyebabkan buah matang lebih lunak dibandingkan buah mentah. Selama proses pematangan maupun penyimpanan buah terjadi perubahan tekanan turgor sel yang pada umumnya disebabkan oleh perubahan komposisi dinding sel. Selain itu, selama penanganan pascapanen dan penyimpanan buah terjadi perubahan struktur dan biokimia dinding sel yang mengakibatkan penurunan tingkat kekerasan (Terefe dan Versteeg, 2011). Perubahan tersebut mempengaruhi kekerasan buah, menjadi lebih lunak apabila telah matang dan selama penyimpanan.

Penggunaan kantong LDPE pada pengemasan buah salak, dapat mempertahankan tingkat kekerasan buah sampai dengan penyimpanan hari ke 30. Penggunaan kantong plastik LDPE dapat menghambat transpirasi pada buah selama penyimpanan. Hal

Tabel 4. Perubahan *adhesiveness* (kelengketan) daging buah salak Pondoh selama penyimpanan (g/mm<sup>2</sup>)

Perlakuan	Umur simpan (hari)			
	0	10	20	30
A	62,0 <sup>a</sup>	38,0 <sup>a</sup>	42,0 <sup>a</sup>	60,5 <sup>a</sup>
B	62,0 <sup>a</sup>	33,5 <sup>a</sup>	54,5 <sup>b</sup>	67,0 <sup>b</sup>
C	62,0 <sup>a</sup>	62,0 <sup>c</sup>	57,0 <sup>b</sup>	td
D	62,0 <sup>a</sup>	62,5 <sup>c</sup>	75,0 <sup>c</sup>	td
E	62,0 <sup>a</sup>	50,0 <sup>b</sup>	53,5 <sup>b</sup>	td

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $\alpha = 0,05$ ); td: tidak dianalisis karena semua sampel rusak; A = LDPE + Kotak karton berlubang, B = LDPE + Keranjang plastik, C = Lilin + Keranjang plastik, D = Keranjang plastik, E = Kotak karton berlubang

ini berkaitan dengan susut bobot buah salak pada pengemasan kantong plastik LDPE + kotak karton berlubang dan LDPE + keranjang plastik, keduanya memiliki susut bobot yang lebih rendah. Selain itu, pemberian lubang perforasi pada kantong plastik LDPE bertujuan untuk permeasi oksigen. Teknik pengemasan yang baik diharapkan dapat mengurangi terjadinya kontak langsung antara bahan dengan uap air, CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>. Hal yang sama juga diungkapkan oleh Anggraini dan Permatasari (2017), bahwa penggunaan pengemas plastik dengan jumlah lubang perforasi yang tepat dapat membantu mengatur sirkulasi uap air, CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> dengan lebih baik dan menghambat terjadinya penurunan mutu.

### Adhesiveness

*Adhesiveness* buah salak Pondoh selama penyimpanan dalam berbagai kemasan disajikan dalam Tabel 4. Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai *adhesiveness* cenderung mengalami kenaikan seiring lama waktu penyimpanan. Perlakuan LDPE + Kotak karton berlubang dan LDPE + Keranjang plastik hari ke 30 mengalami kenaikan nilai *adhesiveness* dari hari ke 20, masing-masing dari 412,0 menjadi 60,5 g/mm<sup>2</sup> menjadi dan dari 54,5 menjadi 67,0 g/mm<sup>2</sup>). Menurut Nafisah (2017), selama penyimpanan buah, terjadi pemecahan karbohidrat yang melemahkan dinding sel. Pelemahan dinding sel menyebabkan tingginya adesivitas. Pada hari ke 20, terjadi kenaikan nilai *adhesiveness* pada semua perlakuan.

### Warna Daging Buah

#### Lightness (kecerahan)

Warna merupakan salah satu faktor penting dalam menilai kualitas buah salak Pondoh selama penyimpanan. Warna merupakan salah satu atribut

mutu yang menentukan suatu pangan diterima atau tidak oleh konsumen (León dkk., 2006). Nilai L\* menyatakan kecerahan yang mempunyai nilai dari 0 (hitam) hingga 100 (putih). Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa kecerahan daging buah salak Pondoh selama penyimpanan cenderung mengalami penurunan. Nilai L\* daging buah salak Pondoh berkisar antara 55,0 hingga 67,6 dimana daging buah salak Pondoh berwarna kekuningan. Perlakuan pengemasan buah salak Pondoh tidak menunjukkan perbedaan warna daging buah yang nyata selama penyimpanan.

Nilai L\* tertinggi yaitu terdapat pada perlakuan pengemasan Kotak karton berlubang hari ke 10 (67,55) yang kemudian mengalami penurunan pada hari ke 20 menjadi 63,04. Pada hari ke 10 nilai L\* yang terendah yaitu pada perlakuan Lilin + Keranjang plastik (62,31) begitu pula pada hari ke 20 (60,55) perlakuan Lilin + Keranjang plastik tetap memiliki nilai L\* terendah dibandingkan dengan perlakuan lain, namun tidak berbeda nyata. Pada Tabel 5, dapat dilihat bahwa warna daging buah salak Pondoh selama penyimpanan tidak berbeda nyata. Namun secara fisik saat pengamatan, pada penyimpanan hari ke 20 mulai terdeteksi adanya spot cokelat pada daging buah salak yang dikemas tanpa menggunakan kantong LDPE (perlakuan Lilin + Keranjang plastik; Keranjang plastik dan Kotak karton berlubang). Penggunaan kantong plastik LDPE dapat mempertahankan nilai L\* yang relatif tinggi selama penyimpanan namun sedikit mengalami penurunan pada penyimpanan hari ke 30. Dengan demikian, Penggunaan kemasan kantong plastik LDPE dan kemasan sekunder kotak karton maupun keranjang plastik dapat mempertahankan kecerahan daging buah salak Pondoh selama penyimpanan.

#### Nilai a\* dan nilai b\*

Warna pada buah dibentuk oleh adanya pigmen. Pigmen pada tanaman bertanggung jawab dalam

Tabel 5. Nilai L\* warna daging buah salak Pondoh selama penyimpanan

Perlakuan	Umur simpan (hari)			
	0	10	20	30
A	64,4±1,1 <sup>bcd</sup>	63,3±2,9 <sup>bcd</sup>	61,9±0,8 <sup>bcd</sup>	58,6±2,6 <sup>ab</sup>
B	64,4±1,1 <sup>bcd</sup>	66,2±2,1 <sup>ab</sup>	63,9±0,9 <sup>bcd</sup>	55,0±3,5 <sup>a</sup>
C	64,4±1,1 <sup>bcd</sup>	62,3±3,0 <sup>bcd</sup>	60,5±1,5 <sup>abc</sup>	td
D	64,4±1,1 <sup>bcd</sup>	64,1±10,3 <sup>bcd</sup>	62,9±2,1 <sup>bcd</sup>	td
E	64,4±1,1 <sup>bcd</sup>	67,6±5,00 <sup>d</sup>	63,0±4,4 <sup>bcd</sup>	td

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $\alpha = 0,05$ ); td : tidak dianalisis, semua sampel rusak; A = LDPE + Kotak karton berlubang, B = LDPE + Keranjang plastik, C = Lilin + Keranjang plastik, D = Keranjang plastik, E = Kotak karton berlubang

Tabel 6. Nilai a\* warna daging buah salak Pondoh selama penyimpanan

Perlakuan	Umur simpan (hari)			
	0	10	20	30
A	2,52±0,30 <sup>cd</sup>	2,16±0,68 <sup>bc</sup>	2,38±0,69 <sup>cd</sup>	1,94±0,28 <sup>bc</sup>
B	2,52±0,30 <sup>cd</sup>	3,12±0,16 <sup>d</sup>	2,33±0,32 <sup>cd</sup>	2,12±0,26 <sup>bc</sup>
C	2,52±0,30 <sup>cd</sup>	2,48±0,30 <sup>cd</sup>	0,81±0,33 <sup>a</sup>	td
D	2,52±0,30 <sup>cd</sup>	1,84±0,23 <sup>bc</sup>	1,38±0,8 <sup>ab</sup>	td
E	2,52±0,30 <sup>cd</sup>	1,79±0,90 <sup>bc</sup>	1,72±0,69 <sup>bc</sup>	td

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $\alpha = 0,05$ ); td: tidak dianalisis, semua sampel rusak; A = LDPE + Kotak karton berlubang, B = LDPE + Keranjang plastik, C = Lilin + Keranjang plastik, D = Keranjang plastik, E = Kotak karton berlubang

pewarnaan kulit dan daging buah, termasuk klorofil (hijau), karetonoid (kuning-orange), dan antosianin (merah-biru)(Andarwulandkk.,2014). Pigmen antosianin dan karotenoid terdapat dalam buah salak. Goristein dkk. (2011) mengatakan bahwa pigment antosianin pada daging buah salak sebesar 9,74 mg dan total karotenoid sebesar 2,2  $\mu\text{g/g}$ . Pigmen antosianin yang bertanggung jawab dalam pembentukan warna merah pada buah dapat ditunjukkan dari nilai warna notasi a\* positif (merah). Semakin besar nilai a\* menunjukkan kandungan antosianin yang tinggi (Winata dan Yuniata, 2015). Suhartatik dkk. (2013) melaporkan bahwa lama penyimpanan mengakibatkan antosianin terdegradasi. Antosianin merupakan senyawa yang bersifat sangat reaktif, mudah teroksidasi maupun tereduksi, serta ikatan glikosidanya mudah terhidrolisis. Degradasi warna antosianin disebabkan oleh perubahan kation flavilium yang berwarna merah menjadi basa karbinol dan akhirnya menjadi kalkon yang tidak berwarna dan berakhir pada produk degradasi yang berwarna coklat. Hasil pengujian nilai a\* dan b\* disajikan dalam Tabel 6 dan Tabel 7.

Pada Tabel 6 diketahui bahwa nilai a\* cenderung menurun dengan semakin lama waktu penyimpanan.

Nilai a\* tertinggi selama penyimpanan yaitu perlakuan LDPE + Keranjang plastik (2,12 - 3,12) kemudian disusul perlakuan LDPE + Kotak karton berlubang (1,94 - 2,55) dan tidak menunjukkan perbedaan nyata antar kedua perlakuan. Perlakuan Lilin + Keranjang plastik memiliki nilai a\* terendah yaitu antara 0,81-2,52. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pelilinan menyebabkan perubahan warna daging buah salak selama penyimpanan. Buah salak memiliki kulit buah yang tersusun seperti sirip ikan dan berongga, memungkinkan lilin dengan suhu 40 °C hingga 45 °C menembus kulit buah saat aplikasi perlakuan dan kontak dengan daging buah sehingga menyebabkan perubahan warna daging buah selama penyimpanan. Perubahan warna daging buah salak juga disebabkan oleh perubahan antosianin selama penyimpanan. Pada suhu yang tinggi menyebabkan antosianin terhidrolisis sehingga warna menjadi pudar (Priska dkk., 2018). Hasil ini selaras dengan pengukuran kecerahan daging buah salak, dimana perlakuan pelilinan memiliki kecerahan warna yang cenderung menurun selama penyimpanan. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh negatif dari penggunaan emulsi lilin dalam pengemasan buah salak untuk ekspor. Perlakuan pengemasan dengan

Tabel 7. Nilai b\* warna daging buah salak Pondoh selama penyimpanan

Perlakuan	Umur simpan (hari)			
	0	10	20	30
A	19,3±1,1 <sup>abc</sup>	20,4±1,5 <sup>abcd</sup>	21,4±0,85 <sup>bcd</sup>	20,1±1,4 <sup>abc</sup>
B	19,3±1,1 <sup>abc</sup>	21,5±1,4 <sup>de</sup>	22,7±0,30 <sup>d</sup>	20,4±0,4 <sup>abc</sup>
C	19,3±1,1 <sup>abc</sup>	20,6±0,7 <sup>abcd</sup>	19,0±0,8 <sup>ab</sup>	td
D	19,3±1,1 <sup>abc</sup>	18,2±3,1 <sup>a</sup>	19,0±0,8 <sup>ab</sup>	td
E	19,3±1,1 <sup>abc</sup>	21,1±0,6 <sup>bcd</sup>	21,6±1,6 <sup>cd</sup>	td

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $\alpha = 0,05$ ); td: tidak dianalisis, semua sampel rusak; A = LDPE + Kotak karton berlubang, B = LDPE + Keranjang plastik, C = Lilin + Keranjang plastik, D = Keranjang plastik, E = Kotak karton berlubang



Keranjang plastik dan Kotak karton berlubang memiliki nilai  $a^*$  berkisar 1,38 hingga 2,52 dan tidak berbeda nyata antar kedua perlakuan tersebut.

Nilai  $b^*$  menyatakan warna kromatik campuran kuning biru. Selama penyimpanan, nilai  $b^*$  relatif dapat dipertahankan. Pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa nilai  $b^*$  tertinggi selama penyimpanan yaitu perlakuan pengemasan dengan kantong LDPE + Keranjang plastik (19,29-22,74) dan nilai  $b^*$  terendah yaitu pada perlakuan pengemasan Keranjang plastik (18,97-19,29).

Nilai  $b^*$  pada perlakuan pengemasan LDPE + Kotak karton berlubang dan LDPE + Keranjang plastik hingga penyimpanan hari ke 30 cenderung stabil dan tidak menunjukkan perbedaan nyata. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan kantong plastik *Low Density Polyethylene* dapat melindungi buah salak Pondoh dari reaksi hidrolisis antosianin yang dapat merubah warna daging buah.

## KESIMPULAN

Pengemasan menggunakan kantong plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) dapat mempertahankan kesegaran buah salak selama penyimpanan. Selain itu, penggunaan kemasan tersebut juga mempertahankan kekerasan (tekstur) buah dan warna daging buah salak Pondoh selama penyimpanan. Dengan demikian, penggunaan kantong plastik LDPE sebagai kemasan individu buah salak Pondoh menjadi alternatif kemasan buah tersebut untuk tujuan ekspor atau transportasi jauh.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada SMARTD Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian yang telah memberikan dukungan dana untuk penelitian ini dan Sdri. Kiki Rizkiyah yang telah membantu pengumpulan data dan pelaksanaan kegiatan penelitian.

## KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Amelia, R., Sudarso, & Hartanti, D. (2010). Aktivitas antibakteri gel ekstrak lengkuas (*Alpinia galanga*) terhadap *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus subtilis*. *Pharmacy*, 07(03), 78–83.

Amiarsih, D., Mulyawanti, & Setyajid. (2014). Postharvest handling technology for export trial of sallaca fruits (*Salacca edulis* Reinw.) using sea container transportation. *Proceedings of the International Conference on Agricultural Postharvest Handling, and Processing (ICAPHP)*, 291–298.

Andarwulan, N., Kusnandar, F., & Herawati, D. (2014). Pengelolaan Data Analisis Pangan. In *Analisis Pangan* (pp. 1–41). Retrieved from <http://repository.ut.ac.id/4670/>

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. <https://doi.org/10.21082/jpasca.v14n3.2017.154-162>

Arbie, A. (2010). Pengaruh Ekstrak Lengkuas (*Alpinia galanga* L. Swartz) terhadap Peningkatan Daya Simpan Buah Salak Pondoh (*Sallaca edulis* Reinw.) (Institut Pertanian Bogor). Retrieved from <https://adoc.pub/queue/oleh-apriyani-arbie-f.html>

Azene, M., Workneh, T. S., & Woldetsadik, K. (2014). Effect of packaging materials and storage environment on postharvest quality of papaya fruit. *Journal of Food Science and Technology*, 51(6), 1041–1055. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0607-6>

BPS Kabupaten Sleman. (2018). Kabupaten Sleman dalam Angka 2018. Retrieved from [https://slemankab.bps.go.id/publication/download.html?nrbvfeve=YWE3MWQwYjRjMmY1YTNhNzliYmU5NTgz&xzmn=aHR0cHM6Ly9zbGVtYW5rYWluYnBzLmdvLmIkL3B1YmXpY2F0aW9uLzIwMTgvM\\_DgvMTYvYWE3MWQwYjRjMmY1YTNhNzliYmU5NTgzL2thYnVwYXRibi1zbGVtYW4tZGFsYW0tYW5na2EtMjAxOC5odG1s&twoadfnoarfeauf=MjAyMC0wOS0yNzAwNj01ND00NQ%3D%3D](https://slemankab.bps.go.id/publication/download.html?nrbvfeve=YWE3MWQwYjRjMmY1YTNhNzliYmU5NTgz&xzmn=aHR0cHM6Ly9zbGVtYW5rYWluYnBzLmdvLmIkL3B1YmXpY2F0aW9uLzIwMTgvM_DgvMTYvYWE3MWQwYjRjMmY1YTNhNzliYmU5NTgzL2thYnVwYXRibi1zbGVtYW4tZGFsYW0tYW5na2EtMjAxOC5odG1s&twoadfnoarfeauf=MjAyMC0wOS0yNzAwNj01ND00NQ%3D%3D)

Gorinstein, S., Poovarodom, S., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Namiesnik, J., Vearasilp, S., ... Tashma, Z. (2011). Antioxidant properties and bioactive constituents of some rare exotic Thai fruits and comparison with conventional fruits. In vitro and in vivo studies. *Food Research International*, 44(7), 2222–2232. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.10.009>

Hasan, Z. (2000). *Perubahan Kimia Salak Pondoh yang Dilapisi Lilin dalam Kemasan Sterofoam Berlapis Plastik selama Pengangkutan dan Penyimpanan*. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian UGM Yogyakarta.

Hatmi, R. U., Apriyati, E., & Cahyaningrum, N. (2020). Edible coating quality with three types of starch and sorbitol plasticizer. *E3S Web of Conferences Vol 142* (2020). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014202003>

Lufu, Robert, Alemayehu Ambaw, and Umezuruike Linus Opara. 2019. "The Contribution of Transpiration and

- Respiration Processes in the Mass Loss of Pomegranate Fruit (Cv. Wonderful)." *Postharvest Biology and Technology* 157(August): 110982. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.110982>.
- León, K., Mery, D., & Pedreschi, F. (2006). Color measurement in L\*a\*b\* units from RGB digital images. *Food Research International*, 39(10), 1084–1091. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006>
- Kementerian Pertanian. (2019). Kementan\_ ekspor salak 2018 naik 28 persen - ANTARA News. Retrieved from Antara News.com website: <https://www.antaraneews.com/berita/797068/kementan-ekspor-salak-2018-naik-28-persen>. Diunduh 16 Februari 2020.
- Naibaho, J., Julianti, E., & Yusraini, E. (2013). Penyimpanan buah terung belanda dengan kemasan aktif menggunakan bahan penyerap oksigen, karbondioksida, uap air, dan etilen. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 1(3), 41–51.
- Nafisah, N. (2017). *Penentuan Umur Simpan Manisan Carica [Skripsi]*. Yogyakarta: Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian UGM.
- Nicolaï, Bart M., Jeroen Lammertyn, Wendy, S., & Verlinden, B. E. (2005). Gas Exchange Properties of Fruit and Vegetables. In *Engineering Properties of Foods* (3<sup>th</sup> Edition, pp. 645–672). <https://doi.org/10.1201/b16897>
- Priska, M., Peni, N., Carvallo, L., & Ngapa, Y. D. (2018). Review: antosianin dan pemanfaatannya. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 6(2), 79–97.
- Rianto, P., & Harjoko, A. (2017). Penentuan kematangan buah salak Pondoh di pohon berbasis pengolahan citra digital. *Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems*, 11(2), 143–154. <https://doi.org/10.22146/ijccs.17416>
- Shahid, M. N., & Abbasi, N. A. (2011). Effect of bee wax coatings on physiological changes in fruits of sweet orange Cv. "Blood Red." *Sarhad Journal of Agriculture*, 27(3): 385-394.
- Singh, V., Guizani, N., Al-Alawi, A., Claereboudt, M., & Rahman, M. S. (2013). Instrumental texture profile analysis (TPA) of date fruits as a function of its physico-chemical properties. *Industrial Crops and Products*, 50(1), 866–873. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.08.039>
- Suhartatik, N., Karyantina, M., Mustofa, A., Cahyanto, M. N., Raharjo, S., & Rahayu, E. S. (2013). Stabilitas ekstrak antosianin beras ketan (*Oryza sativa* var. glutinosa) hitam selama proses pemanasan dan penyimpanan. *agriTECH*, 33(4), 384–390. <https://doi.org/10.22146/agritech.9533>
- Sutomo, H. (2006). Hubungan kadar CaCl<sub>2</sub> terhadap laju respirasi dan pematangan buah mangga (*Mangifera indica* L.). *Jurnal AGRIJATI*, 3(1), 1–5.
- Terefe, N. S., & Versteeg, C. (2011). Texture and Microstructure. In *Fruits and Vegetables* (p. 56p). Australia: CSIRO Food Science and Nutrition, 671 Sneydes Road, Werribee, VIC 3030, Australia.
- Tokala, Vijay Yadav, Zora Singh, and Poe Nandar Kyaw. 2021. "Postharvest Fruit Quality of Apple Influenced by Ethylene Antagonist Fumigation and Ozonized Cold Storage." *Food Chemistry* 341 (September 2020): 128293. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128293>
- Trisnawati dan Rubiyo. (2004). Pengaruh penggunaan kemasan dan lama penyimpanan terhadap mutu buah salak bali. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 7(1): 76–82.
- Vyawahare, A., K, J. R., & Cn, P. (2013). computer vision system for colour measurement - fundamentals and applications in food industry: a review. *Research and Reviews : Journal of Food and Dairy Technology*, 1(2), 22–31.
- Vursavuş, K., & Özgüven, F. (2004). Determining the effects of vibration parameters and packaging method on mechanical damage in golden delicious apples. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28(5), 311–320. <https://doi.org/10.3906/tar-0401-10>
- Waryat dan Maulida, R. (2005). Pemanfaatan chitosan untuk mempertahankan buah salak Pondoh (*Salacca zalacca* cv Pondoh). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen Untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian*, 292–301. Retrieved from <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/26037>
- Wei, H., Seidi, F., Zhang, T., Jin, Y., & Xiao, H. (2021). "Ethylene Scavengers for the Preservation of Fruits and Vegetables: A Review." *Food Chemistry* 337(June 2020): 127750. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127750>
- Widaningrum, Miskiyah & Winarti, C. (2016). Aplikasi bahan penyalut berbasis pati sagu dan antimikroba minyak sereh untuk meningkatkan umur simpan paprika (*Capsicum Annum* Var. *Athena*) merah. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 13(1):11-20
- Winata, E. W., & Yunianta. (2015). Ekstraksi antosianin buah murbei (*Morus alba* L.) metode ultrasonic bath (kajian waktu dan rasio bahan: pelarut). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 773–783.
- Wills, R. & Golding, J. (2016). Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. In *Choice Reviews Online* (6<sup>th</sup> Edition). <https://doi.org/10.5860/CHOICE.28-2733>
- Wratsongko, A. C. D., Legowo, A. M., Al-Baarri, A. N., Hadipernata, M., & Broto, W. (2019). Preservation of snake fruit cultivar Pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) at cold temperature storage. *Journal of Applied Food Technology*, 6(1), 12–14. <https://doi.org/10.17728/jaft.4369>
- Zagory, D., & Kader, Adel., A. (1988). Spectrophotometric determination of L-ascorbic acid in vegetables and fruits. *Food Technology*, 42(9), 70–77. <https://doi.org/10.1039/an9810600117>