

PENJARANGAN BUAH DAN PERENDAMAN DALAM KITOSAN TERHADAP LAMA SIMPAN BUAH STROBERI (*Fragaria chiloensis* L.)

Lince R. Panataria^{*}, Meylin Kristina Saragih

Program Studi Agroteknologi, Universitas Methodist Indonesia

Jl. Harmonika Baru No.2, Padang Bulan Selayang II, Kec. Medan Selayang, Kota Medan, Sumatera Utara 20132. Indonesia

Correspondence author: meddy.siregar@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan di Fakultas Pertanian Universitas Methodist Indonesia pada bulan Mei 2016, bertujuan mendapatkan konsentrasi kitosan sebagai pelapis buah stroberi pada penyimpanan pasca panen. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan faktor pertama: penjarangan buah yaitu B_0 =tanpa penjarangan, B_1 =dijarangkan sisa buah 2, B_2 =dijarangkan sisa buah 4, B_3 =dijarangkan sisa buah 6. Faktor kedua: konsentrasi kitosan yaitu: K_0 =tanpa kitosan, K_1 =50 cc/L air, K_2 =100 cc/L air, K_3 =150 cc/L air. Perendaman buah dilakukan dengan mencelupkan buah ke dalam larutan kitosan selama 20 detik, dikeringanginkan selama 5 menit, disimpan pada suhu ruang (25°C). Parameter pengamatan: kekerasan buah (g/mm^2), total asam (%), padatan terlarut total (°brix), perubahan susut bobot (%). Hasil penelitian menunjukkan kekerasan buah tertinggi terdapat pada B_0K_3 (3.97 g/mm^2 umur 0 jam; 2.28 g/mm^2 umur 24 jam; 1.95 g/mm^2 umur 48 jam); total asam tertinggi terdapat pada B_0K_3 (2.58 % umur 0 jam; 2.42 % umur 24 jam; 2.03 % umur 48); padatan terlarut total tertinggi terdapat pada B_1K_0 (8.81 °brix umur 0 jam; 9.50 °brix umur 24 jam; 10.03 °brix umur 48 jam) dan perubahan susut bobot buah terendah terdapat pada B_0K_3 (0.55 % umur 0 jam; 0.61 % umur 24 jam; 0.78 % umur 48 jam).

Kata kunci: Kitosan, pasca panen, penjarangan, perendaman, stroberi

FRUIT THINNING AND CHITOSAN COATING ON THE STORAGE TIME OF STRAWBERRY FRUIT (*Fragaria chiloensis* L.)

Abstract

This research was conducted at the Faculty of Agriculture, Methodist University of Indonesia in May 2016, aimed at obtaining the concentration of chitosan as a strawberry coating on post-harvest storage. The study using Randomized Block Design with the first factor is fruit thinning, namely: B_0 = without thinning, B_1 = fruit thinning with leaving 2 pieces, B_2 = fruit thinning with leaving 4 pieces, B_3 = fruit thinning with leaving 6 pieces, the second factor is chitosan concentration in water, namely: K_0 = without chitosan, K_1 = 50 cc /L, K_2 = 100 cc /L, K_3 = 150 cc /L. Soaking the fruit in chitosan solution is done for 20 seconds, dried for 5 minutes, stored at room temperature (25 °C). The parameters observed were: fruit hardness (g / mm^2), total acid (%), total dissolved solids (°brix), fruit weight loss (%). The results showed that the highest of fruit hardness was in B_0K_3 (3.97 g / mm^2 , on 0 hours; 2.28 g / mm^2 after 24 hours; 1.95 g / mm^2 after 48 hours); the highest total acid was in B_0K_3 (2.58%, on 0 hours; 2.42% after 24 hours; 2.03% after 48 hours); the highest total dissolved solids was in B_1K_0 (8.81°brix, on 0 hours; 9.50°brix after 24 hours; 10.03°brix after 48 hours) and the lowest of fruit weight loss was B_0K_3 (0.55%, on 0 hours; 0.61% after 24 hours ; 0.78% after 48 hours).

Keywords: Chitosan, post-harvest, thinning, coating, strawberry

PENDAHULUAN

Salah satu komoditas buah yang paling populer adalah stroberi. Stroberi umumnya merupakan tanaman pengantar, yang tumbuh lebih baik di iklim subtropis. Stroberi kaya nutrisi antara lain vitamin C, vitamin E, β -karoten, senyawa fenolik dan pigmen antosianin sehingga mereka baik untuk dimakan, namun stroberi tidak dapat disimpan untuk waktu yang lama karena stroberi memiliki umur simpan yang pendek dan rentan terhadap cedera mekanis, pelunakan tekstur, gangguan fisiologis maupun infeksi karena pathogen (Vu *et al.*, 2011), sehingga dapat dikatakan bahwa stroberi memiliki tingkat kerusakan perishability yang

tinggi (Kalifa *et al.*, 2016). Tekstur mereka berubah dengan cepat sehingga mudah rusak dan dengan demikian tidak layak untuk dikonsumsi. Hal ini terjadi karena selama penyimpanan buah masih tetap aktif metabolisme (Jianglian dan Shaoying, 2013), sehingga bisa terjadi penurunan kualitas nutrisi, rasa dan penampilan yang disebabkan oleh hilangnya air dari buah (Gatto *et al.*, 2011). Hal ini dapat menyebabkan penurunan nilai jual dari stroberi. Untuk mengatasi ini, perlu untuk melapisi buah. Proses pemasakan buah-buahan akan terus berlangsung karena jaringan dan sel di dalam buah masih hidup dan melakukan respirasi. Proses respirasi akan menyebabkan penurunan mutu dan masa simpan

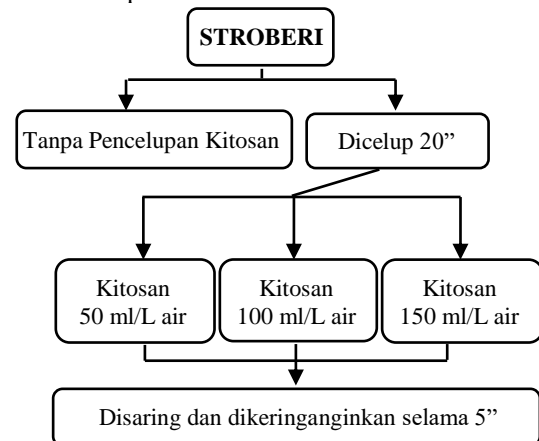
buah. Agar penurunan mutu dan masa jual buah stroberi dapat diperpanjang, diperlukan upaya yang dapat menghambat kerusakannya. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mempertahankan kualitas dan daya simpan stroberi adalah dengan melakukan pelapisan pada buah. Pelapisan dapat menghambat kehilangan berat, mengurangi pengkerutan akibat kehilangan air (transpirasi), dan melindungi produk dari serangan mikroba selama penyimpanan. Salah satu pelapis yang paling umum digunakan adalah kitosan. Lapisan ini dapat memperpanjang waktu penyimpanan buah dengan menghalangi pematangan buah (Hossain dan Iqbal, 2016).

Kitosan adalah polisakarida linear yang berasal dari turunan polimer kitin dan merupakan polisakarida terbanyak kedua setelah selulosa yang terdapat di alam. Perbedaan di antara kitin dan kitosan terdapat dalam derajat deasetilasinya. Kitosan mempunyai derajat deasetilasi 80–90%. Kitin berbentuk kristal warna putih, keras, kaku dan tidak larut dalam air, alkohol, asam atau basa encer serta pelarut-pelarut organik lainnya. Kitosan memiliki lapisan yang tipis dan bersifat yang alami sehingga tidak beracun dan tidak mempunyai efek samping bila dikonsumsi manusia (Mantila *et al.*, 2013; Viera *et al.*, 2016), efektif digunakan untuk menunda proses pematangan buah dan memperpanjang umur simpan stroberi selama pasca panen dan dapat diterapkan ke seluruh permukaan buah, sehingga dapat mengurangi transpirasi dan menghambat respirasi (Elsabee dan Abdou, 2013). Aplikasi kitosan dapat menjaga kualitas dan kesegaran buah stroberi selama penyimpanan pasca panen (Khalifa *et al.*, 2016). Kitosan diperoleh dari dinding sel jamur atau dari kulit krustacea yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba dan jamur yang bersifat patogen dan menyebabkan busuk pada buah (Aider, 2010). Kitosan telah dibuktikan dapat menghambat pertumbuhan berbagai macam jamur penyebab kebusukan buah-buahan dan memiliki kemampuan untuk menginduksi enzim pertahanan seperti kitinase dan kitosanase sehingga dapat digunakan untuk mempertahankan kesegaran buah-buahan (Irkin dan Guldas, 2014). Pelapisan permukaan buah ini diharapkan dapat menghambat pelepasan gas dan uap air, karena kontak langsung dengan oksigen dihindari, sehingga pematangan dan pencoklatan kulit membutuhkan waktu yang lebih lama dan umur simpan buah dapat diperpanjang. Pelapisan menggunakan 1,5% kitosan dapat mempertahankan kesegaran buah (Jianglian dan Shaoying, 2013) yang dapat disimpan selama satu minggu. Hal ini juga sesuai dengan penelitian Khalifa *et al.*, (2016) yang menyatakan bahwa pelapisan buah stroberi dengan menggunakan kitosan dapat mempertahankan kesegaran buah bila dibandingkan dengan buah yang tidak dilapisi. Selama waktu penyimpanan ini, tidak ada tanda-tanda

pembusukan yang dibuat oleh jamur terlihat dalam buah. Dalam studi Kitosan oleh Dang *et al.*, (2010) menemukan bahwa lapisan kitosan pada stroberi, ceri, wortel dan brokoli (Pushkala *et al.*, 2012; Moreira *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2012) dapat melindungi buah dari jamur dan memperlambat proses respirasi dan pematangan buah (Santiago-Domenech *et al.*, 2008). Dari hasil penelitian Gol *et al.*, (2013) juga menunjukkan bahwa pelapisan kitosan 1% dapat memperpanjang umur simpan dan mempertahankan kualitas buah stroberi. Hal ini terjadi karena kitosan dapat melapisi seluruh permukaan buah sehingga buah lebih terlindungi. Dari permasalahan diatas maka dilakukanlah penelitian ini dengan tujuan untuk memperpanjang umur simpan buah stroberi melalui pencelupan buah pada kitosan.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan antara lain adalah buah stroberi, kitosan serta bahan lain yang diperlukan. Alat yang digunakan antara lain adalah fruit hardness tester (penetrometer), mortar, timbangan analitik, kertas saring, hand refractometer dan lain-lain. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak kelompok (RAK) dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah pemangkasan buah yaitu: B₀ (Tanpa pemangkasan buah); B₁ (Dipangkas dengan sisa buah 2); B₂ (Dipangkas dengan sisa buah 4); B₃ (Dipangkas dengan sisa buah 6), faktor kedua adalah pencelupan kitosan dengan 4 (empat) konsentrasi yaitu: K₀ = tanpa pencelupan kitosan, K₁ = (pencelupan 50 cc/L air), K₂ = (pencelupan 100 cc/L air), K₃ = (pencelupan 150 cc/L air). Data dianalisis dengan ANOVA dan diuji dengan menggunakan Uji Jarak berganda Duncan pada taraf 5%. Parameter yang diamati adalah: kekerasan buah (g/mm²), total asam (%), padatan total terlarut (°brix), perubahan susut bobot buah (%). Pencelupan buah dilakukan setelah buah dipanen lalu dilakukan perlakuan pencelupan kitosan dengan konsentrasi yang berbeda seperti Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Perendaman dalam kitosan pada konsentrasi yang berbeda

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekerasan Buah

Buah stroberi merupakan salah satu buah yang banyak dikonsumsi karena nutrisinya, selain itu buah stroberi juga kaya akan polifenol yang merupakan antioksidan terutama antosianin, flavonol, katekin dan asam fenolik (Chun *et al.*, 2013) namun sangat rentan terhadap kerusakan akibat jamur, kerusakan mekanis maupun kehilangan air selama penyimpanan karena masa hidup pasca panennya yang pendek (Gol *et al.*, 2013; Guerreiro *et al.*, 2015; Nasrin *et al.*, 2017). Kekerasan buah merupakan salah satu indikator tingkat kesegaran buah dan merupakan parameter fisik yang penting yang digunakan untuk menilai kualitas buah selama penyimpanan setelah dipanen (Pasquariello *et al.*, 2013). Nilai kekerasan buah akan menurun

karena adanya degradasi pada komponen dinding sel seperti degradasi pektin oleh enzim pektinolitik yang menyebabkan penuaan jaringan dan berakibat rusaknya dinding sel (Velickova *et al.*, 2013). Pelapisan kitosan dapat memperlambat laju respirasi sehingga membatasi aktivitas enzim pektinolitik yang dapat menunda pelunakan pada buah (Eroglu *et al.*, 2014; Fagundes *et al.*, 2014). Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada buah yang dilapisi kitosan dibandingkan dengan buah yang tidak dilapisi (Li *et al.*, 2017). Dimana ada perbedaan nilai yang signifikan secara statistik, dimana nilai kekerasan buah menurun seiring dengan lamanya penyimpanan buah (Hossain dan Iqbal, 2016). Data pada kekerasan buah ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kekerasan buah (g/mm^2) pengamatan tanpa penyimpanan, 24 dan 48 jam penyimpanan setelah panen (JPSP) pada berbagai pemangkasan buah stroberi dan pencelupan kitosan.

Pemangkasan Buah	Aplikasi Kitosan	Kekerasan Buah		
		Lama Penyimpanan (JPSP)		
		Tanpa Penyimpanan	24	48
		g/mm^2		
B ₀ (Tanpa pemangkasan buah)	K ₀ (Tanpa penyemprotan kitosan)	2,53 ab	0,85 bc	0,65 bc
	K ₁ (50 cc/L air)	2,67 b	0,99 cd	0,34 a
	K ₂ (100 cc/L air)	2,27 a	0,53 a	0,48 ab
	K ₃ (150 cc/L air)	2,29 a	0,63 ab	0,54 b
B ₁ (Dipangkas dengan sisa buah 2)	K ₀ (Tanpa penyemprotan kitosan)	2,65 b	1,07 cd	1,12 fg
	K ₁ (50 cc/L air)	3,20 c	1,49 ef	0,89 de
	K ₂ (100 cc/L air)	2,71 b	1,03 cd	0,74 cd
	K ₃ (150 cc/L air)	2,80 b	1,15 d	0,95 ef
B ₂ (Dipangkas dengan sisa buah 4)	K ₀ (Tanpa penyemprotan kitosan)	3,32 c	1,73 fg	1,34 h
	K ₁ (50 cc/L air)	3,21 c	1,53 ef	1,05 ef
	K ₂ (100 cc/L air)	3,09 c	1,43 e	1,14 fg
	K ₃ (150 cc/L air)	3,29 c	1,67 efg	1,27 gh
B ₃ (Dipangkas dengan sisa buah 6)	K ₀ (Tanpa penyemprotan kitosan)	3,97 f	2,28 i	1,95 j
	K ₁ (50 cc/L air)	3,91 ef	2,18 i	1,28 gh
	K ₂ (100 cc/L air)	3,59 d	1,92 gh	1,71 i
	K ₃ (150 cc/L air)	3,66 de	2,03 hi	1,66 i

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom pada masing-masing perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji jarak Duncan.

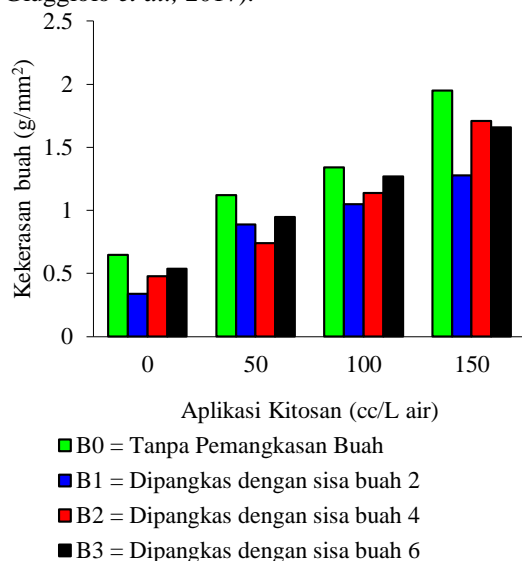
Menurut ANOVA perlakuan memiliki efek yang signifikan terhadap kekerasan buah. Hasilnya menunjukkan bahwa pelapisan buah stroberi dengan tanpa pemangkasan buah pada kitosan 150 ml/L air dapat memperpanjang kekerasan buah hingga 48 jam dibandingkan dengan buah stroberi dengan perlakuan pemangkasan buah (Tabel 1).

Pada umumnya pelapisan buah dengan polisakarida seperti kitosan dapat memperpanjang masa simpan buah karena lapisan kitosan dapat menghalangi kehilangan air dari buah akibat transpirasi dan respirasi buah.

Perlakuan aplikasi pelapisan kitosan hingga 150 ml/L air pada buah dengan tanpa

dipangkas (K₃B₀), maka diperoleh nilai kekerasan tertinggi adalah 3.97 g/mm^2 pada hari pertama, 2.28 g/mm^2 hari kedua dan 1.95 g/mm^2 hari ketiga. Data menunjukkan bahwa tingkat kekerasan pada hari kedua lebih rendah dari pada hari pertama, dan pada hari ketiga lebih rendah dari pada hari pertama dan kedua. Meningkatkan waktu penyimpanan buah akan menyebabkan penurunan kekerasan lebih lanjut. Penurunan kekerasan buah dari hari pertama sampai hari kedua adalah sekitar 1,69 g/mm^2 , dan dari hari kedua hingga hari ketiga penurunan mencapai sekitar 0,33 g/mm^2 . Pelapisan dengan kitosan dapat menunda penurunan nilai kekerasan buah pascapanen selama penyimpanan yang dihasilkan

dari aktivitas biokimia maupun fisik. Pelapis kitosan dapat mengontrol pertukaran gas antara buah dan lingkungan, sehingga dapat memperlambat proses metabolisme yang terjadi di dalam buah dan dapat memperpanjang umur simpan buah selama penyimpanan (Dhall, 2013; Giuggiolo *et al.*, 2017).



Gambar 2. Kekerasan buah (g/mm²) stroberi pada aplikasi kitosan dan pemangkas buah yang berbeda dengan penyimpanan 48 jam penyimpanan setelah panen (JPSP).

Hubungan kombinasi aplikasi pencelupan kitosan pada berbagai pemangkasan buah umur 48 JSPT terhadap kekerasan buah dapat dilihat pada gambar 2.

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa pada pengamatan 48 JSPT terdapat perbedaan yang signifikan terhadap nilai kekerasan buah yang dicelup kitosan pada tanaman yang tidak dipangkas (B₀), dipangkas dengan sisa buah 2 (B₁), dipangkas dengan sisa buah 4 (B₂) dan yang dipangkas dengan sisa buah 6 (B₃) terhadap kekerasan buah, dimana semakin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan dalam pencelupan buah maka kekerasan buah akan semakin meningkat.

Total Asam

Salah satu indikator kemerosotan buah adalah kadar asamnya; kandungan asam tinggi akan memperpanjang waktu penyimpanan mereka. Bagian utama dari asam dalam stroberi adalah adanya asam sitrat yang dinyatakan sebagai asam total. Asam sitrat merupakan komponen penting dari stroberi. Jumlah asam yang terkandung dalam buah akan terus meningkat pada kematangan awal sampai mencapai maksimum dan kemudian akan terus menurun. Data total asam buah ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Total asam (%) pengamatan tanpa penyimpanan, 24 dan 48 penyimpanan setelah panen (JPSP) pada berbagai pemangkasan buah stroberi dan pencelupan kitosan.

Pemangkasan Buah	Aplikasi Kitosan	Total asam (%)		
		Lama Penyimpanan (JPSP)		
		Tanpa Penyimpanan	24	48
		 %	
B ₀ (Tanpa pemangkas buah)	K ₀ (Tanpa penyemprotan kitosan)	1,42 de	1,18 cde	1,02
	K ₁ (50 cc/L air)	0,89 a	0,64 a	0,48
	K ₂ (100 cc/L air)	1,09 b	0,86 b	0,67
	K ₃ (150 cc/L air)	1,23 c	0,99 bc	0,87
B ₁ (Dipangkas dengan sisa buah 2)	K ₀ (Tanpa penyemprotan kitosan)	1,72 g	1,42 fgh	1,36
	K ₁ (50 cc/L air)	0,97 ab	0,79 ab	0,75
	K ₂ (100 cc/L air)	1,30 cd	1,08 cd	0,98
	K ₃ (150 cc/L air)	1,40 d	1,23 def	0,98
B ₂ (Dipangkas dengan sisa buah 4)	K ₀ (Tanpa penyemprotan kitosan)	1,97 h	1,72 i	1,68
	K ₁ (50 cc/L air)	1,53 ef	0,84 ab	0,81
	K ₂ (100 cc/L air)	1,59 f	1,34 efg	1,08
	K ₃ (150 cc/L air)	1,85 g	1,57 hi	1,29
B ₃ (Dipangkas dengan sisa buah 6)	K ₀ (Tanpa penyemprotan kitosan)	2,58 j	2,42 k	2,03
	K ₁ (50 cc/L air)	1,84 g	1,45gh	1,18
	K ₂ (100 cc/L air)	2,06 h	1,73 i	1,60
	K ₃ (150 cc/L air)	2,19 i	1,95 j	1,75

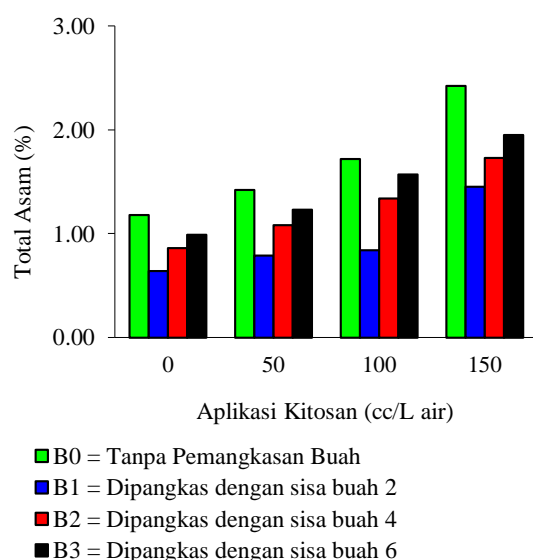
Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom pada masing-masing perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji jarak Duncan.

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai total asam tertinggi terdapat pada perlakuan perendaman buah dalam kitosan 150 ml/L air

pada stroberi dengan tanpa pemangkas buah, nilai total asam ini akan terus menurun seiring dengan waktu akibat dari pematangan pada buah.

Setelah buah matang, total asam dalam stroberi akan terus berkurang seiring dengan waktu penyimpanan (Mishra dan Kar, 2014). Hal ini juga sesuai dengan penelitian Irkin dan Guldas (2014) yaitu buah-buahan yang dilapisi kitosan memiliki kandungan total asam yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak dilapisi. Kerusakan asam total adalah karena lapisan kitosan pada buah, menghalangi kecepatan respirasi, sehingga ada kekurangan pasokan oksigen ke permukaan buah. Hal ini menyebabkan penurunan nilai total asam pada buah (Shiri *et al.*, 2013).

Hubungan kombinasi aplikasi pencelupan kitosan pada berbagai pemangkasan buah umur 24 JSPT terhadap total asam dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Total asam (%) stroberi pada aplikasi kitosan dan pemangkasan buah yang berbeda dengan penyimpanan 24 jam penyimpanan setelah panen (JPSP).

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa pada pengamatan 24 JSPT terdapat perbedaan yang signifikan terhadap nilai kekerasan buah yang dicelup kitosan pada tanaman yang tidak dipangkas (B_0), dipangkas dengan sisa buah 2 (B_1), dipangkas dengan sisa buah 4 (B_2) dan yang dipangkas dengan sisa buah 6 (B_3) terhadap kekerasan buah, dimana semakin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan dalam pencelupan buah maka kekerasan buah akan semakin meningkat.

Pada Tabel 2 kombinasi perlakuan pencelupan buah pada kitosan terhadap pengukuran total asam tertinggi diperoleh pada perlakuan K_3B_0 (pencelupan pada kitosan 150 ml/L air pada stroberi dengan tanpa pemangkasan buah), yaitu 2.58% pada hari pertama, 2.42% hari kedua dan 2.03% hari ketiga. Total asam terendah terdapat pada

perlakuan K_0B_1 (tanpa pencelupan pada kitosan dengan pemangkasan buah sisa 2), yaitu 0.89% pada hari pertama, 0.64% hari kedua dan 0.48% hari ketiga. Hasil dari tabel ini juga menjelaskan bahwa terjadi penurunan nilai total asam selama waktu penyimpanan. Ini sesuai dengan penelitian Jouki dan Khazaei (2012) dan Li *et al.*, (2017) bahwa ada penurunan total nilai asam stroberi selama penyimpanan. Total asam yang dilapisi kitosan memiliki nilai yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan total asam yang tidak dilapisi dengan kitosan selama penyimpanan. Penurunan total nilai asam diperlambat oleh pelapisan buah-buahan dalam kitosan, sehingga transpirasi air dalam buah dapat terhambat dan dapat memperpanjang umur simpan buah.

Penurunan nilai asam total selama penyimpanan pasca panen diakibatkan karena adanya pemecahan asam organik (asam sitrat) dalam proses respirasi (Gol *et al.*, 2013). Penggunaan pelapis kitosan ini mengurangi tingkat respirasi yang terjadi pada buah. Kitosan merupakan lapisan semipermeabel yang dapat memperpanjang umur simpan buah pascapanen dengan mengurangi pemecahan asam organik (asam sitrat) dalam proses metabolisme yaitu respirasi (Petriccione *et al.*, 2015).

Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut berhubungan erat dengan tingkat kematangan buah, dimana kematangan buah dapat mempercepat reaksi metabolik yang dapat meningkatkan kadar gula dan kemanisan buah selama penyimpanan (Trevino-Garza *et al.*, 2015). Total padatan terlarut dapat diukur ketika karbohidrat berubah menjadi glukosa, yang menjadi indikator manisnya buah. Aplikasi kitosan pada buah dapat mempertahankan lebih banyak karbohidrat atau pati dalam buah, sehingga jumlah total padatan terlarut yang dihasilkan dengan pencelupan kitosan pada buah tidak setinggi dibandingkan dengan stroberi yang tanpa dilapisi dengan kitosan. Hal ini disebabkan karena lapisan kitosan dapat berfungsi sebagai film yang bersifat semipermeabel di seluruh permukaan buah sehingga menghambat proses respirasi dalam aktivitas metabolisme buah yang dapat memperlambat pemecahan karbohidrat menjadi gula (Das *et al.*, 2013). Lapisan kitosan ini dapat memperlambat penimbunan total padatan terlarut pada stroberi sehingga memakan waktu lebih lama bagi buah untuk matang dan dapat memperpanjang waktu penyimpanan. Hasil penelitian Mishra dan Kar (2014) menunjukkan bahwa ada peningkatan nilai total padatan terlarut dalam stroberi selama penyimpanan.

Data total padatan terlarut buah ditunjukkan pada Tabel 3.

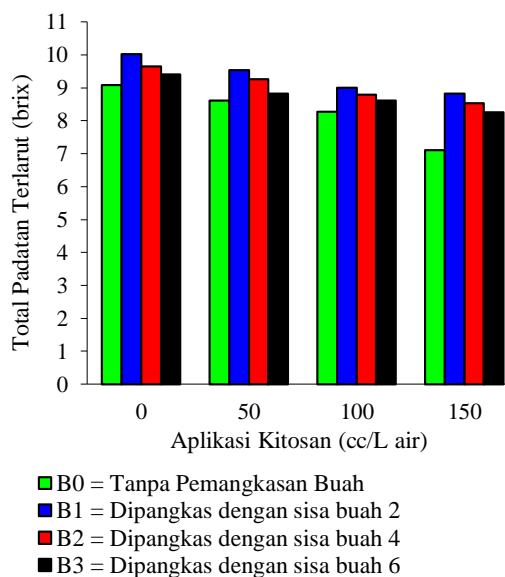
Tabel 3. Total padatan terlarut ($^{\circ}$ Brix) pengamatan tanpa penyimpanan, 24 dan 48 penyimpanan setelah panen (JPSP) pada berbagai pemangkasan buah stroberi dan pencelupan kitosan.

Pemangkasan Buah	Aplikasi Kitosan	Total padatan terlarut ($^{\circ}$ Brix)		
		Lama Penyimpanan (JPSP)		
		Tanpa Penyimpanan	24	48
		g/mm ²
B ₀ (Tanpa pemangkasan buah)	K ₀ (Tanpa penyemprotan kitosan)	7.86 ef	8.72	9.09 efg
	K ₁ (50 cc/L air)	8.81 j	9.50	10.03 j
	K ₂ (100 cc/L air)	8.50 i	9.16	9.65 i
	K ₃ (150 cc/L air)	8.33 h	8.97	9.40 ghi
B ₁ (Dipangkas dengan sisa buah 2)	K ₀ (Tanpa penyemprotan kitosan)	7.68 d	8.52	8.61 cd
	K ₁ (50 cc/L air)	8.32 h	9.08	9.54 hi
	K ₂ (100 cc/L air)	8.17 g	8.88	9.27 fgh
	K ₃ (150 cc/L air)	7.83 ef	8.50	8.82 de
B ₂ (Dipangkas dengan sisa buah 4)	K ₀ (Tanpa penyemprotan kitosan)	7.30 b	7.87	8.28 bc
	K ₁ (50 cc/L air)	7.90 f	8.64	9.00 ef
	K ₂ (100 cc/L air)	7.71 de	8.43	8.79 de
	K ₃ (150 cc/L air)	7.63 cd	8.25	8.61 cd
B ₃ (Dipangkas dengan sisa buah 6)	K ₀ (Tanpa penyemprotan kitosan)	7.02 a	7.43	7.10 a
	K ₁ (50 cc/L air)	7.56 cd	8.42	8.83 de
	K ₂ (100 cc/L air)	7.51 c	8.16	8.53 bcd
	K ₃ (150 cc/L air)	7.32 b	8.06	8.25 b

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom pada masing-masing perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji jarak Duncan.

Tabel 3 menunjukkan bahwa penerapan lapisan kitosan memiliki dampak nyata pada total padatan terlarut. Menyimpan buah yang tanpa dilapisi dengan kitosan akan menghasilkan total padatan terlarut lebih banyak, seiring dengan lamanya waktu. Hal ini didukung oleh temuan penelitian Hossain dan Iqbal (2016) yang menunjukkan bahwa total padatan terlarut akan meningkat selama proses pemasakan. Peningkatan total padatan terlarut ini diakibatkan karena adanya pemecahan pati menjadi gula terlarut. Pada perlakuan dengan tanpa dilapisi kitosan menunjukkan nilai total padatan terlarut tertinggi, sebaliknya buah yang dilapisi dengan kitosan hingga 150 ml/l air menunjukkan nilai total padatan terlarut terendah (Khalifa *et al.*, 2016). Total padatan terlarut meliputi karbohidrat, asam organik dan asam amino. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi kitosan mampu menghambat penimbunan total padatan terlarut dengan cara menurunkan kecepatan respirasi dan aktivitas metabolisme buah (Chutichudet dan Chutichudet, 2014). Peningkatan nilai total padatan terlarut ini sesuai dengan penelitian dari Hong *et al.*, (2012) pada penyimpanan buah jambu biji dimana selama penyimpanan juga terjadi peningkatan nilai total padatan terlarut pada buah.

Hubungan kombinasi aplikasi pencelupan kitosan pada berbagai pemangkasan buah umur 48 JSPT terhadap total padatan terlarut dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Total padatan terlarut ($^{\circ}$ Brix) stroberi pada aplikasi kitosan dan pemangkasan buah yang berbeda dengan penyimpanan 48 jam penyimpanan setelah panen (JPSP).

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa pada pengamatan 48 JSPT terdapat perbedaan yang signifikan terhadap nilai kekerasan buah yang dicelup kitosan pada tanaman yang tidak dipangkas (B₀), dipangkas dengan sisa buah 2 (B₁), dipangkas dengan sisa buah 4 (B₂) dan yang dipangkas dengan sisa buah 6 (B₃) terhadap kekerasan buah, dimana semakin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan dalam pencelupan buah maka kekerasan buah akan semakin meningkat.

Pada Tabel 3, kombinasi perlakuan aplikasi kitosan pada pemangkasan buah (K x B) pada hari pertama, hari kedua dan hari ketiga setelah panen, menghasilkan nilai total padatan terlarut tertinggi terdapat pada aplikasi K₀B₁ (tanpa pencelupan kitosan dengan pemangkasan buah sisa 2) yaitu 8.81°Brix pada hari pertama, 9.50°Brix hari kedua, dan 10.03°Brix hari ketiga. Total padatan terlarut terendah terdapat pada kombinasi K₃B₀ (pencelupan buah pada kitosan 150 ml/L air dengan tanpa pemangkasan buah), yaitu 7.02°Brix pada hari pertama, 7.43°Brix hari kedua dan 7,10°Brix hari ketiga. Dari data di atas terlihat bahwa kandungan total padatan terlarut akan meningkat nilainya selama dilakukan penyimpanan buah.

Perubahan Susut Bobot Buah

Stroberi memiliki kandungan air yang tinggi, sehingga perlu menjaga kualitasnya dengan menghambat transpirasi buah yang dapat mengurangi bobotnya. Kehilangan bobot yang terjadi dalam buah merupakan cerminan tingkat

respirasi dan penguapan air pada buah. Buah stroberi sangat rentan terhadap kehilangan air karena memiliki lapisan kulit yang sangat tipis, sehingga sering terjadi penurunan bobot buah setelah buah dipanen, hal inilah yang menyebabkan perlunya penanganan khusus selama pasca panen. Penyusutan terjadi karena selama penyimpanan buah mengalami kehilangan air, sehingga mengurangi kesegarannya. Pencelupan buah yang di aplikasikan pada kitosan dapat mengurangi kehilangan air akibat respirasi dan dapat memperlambat penyusutan pada buah (Velickova *et al.*, 2013). Penurunan susut bobot buah terjadi pada buah yang tidak dilapisi. Hal ini terjadi ketika buah mengalami kehilangan air sebagai akibat proses transpirasi yang terjadi pada buah stroberi (Jouki dan Khazaei, 2012), pisang (Hossain dan Iqbal, 2016), dan pepaya (Chutichudet dan Chutichudet, 2014).

Data perubahan susut bobot buah ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perubahan susut bobot buah (%) pengamatan tanpa penyimpanan, 24 dan 48 JPSP pada berbagai pemangkasan buah stroberi dan pencelupan kitosan.

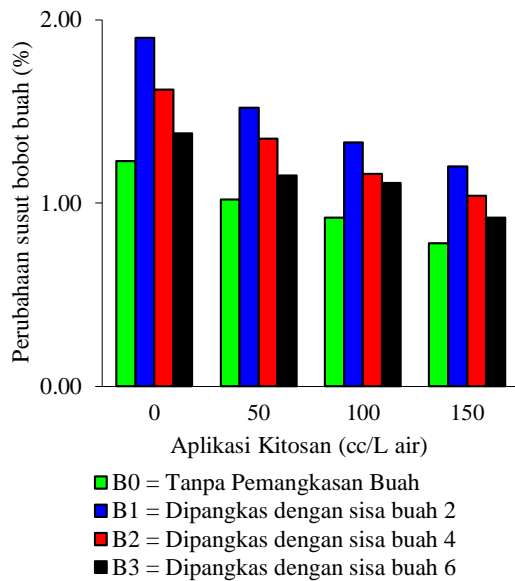
Pemangkasan Buah	Aplikasi Kitosan	Perubahan susut bobot buah (%)		
		Lama Penyimpanan (JPSP)		
		Tanpa Penyimpanan	24	48
..... g/mm ²				
B ₀ (Tanpa pemangkasan buah)	K ₀ (Tanpa penyemprotan kitosan)	0.81 f	0.91 de	1.23 de
	K ₁ (50 cc/L air)	1.34 i	1.74 j	1.90 h
	K ₂ (100 cc/L air)	1.05 h	1.37 i	1.62 g
	K ₃ (150 cc/L air)	0.90 g	1.18 h	1.38 f
B ₁ (Dipangkas dengan sisa buah 2)	K ₀ (Tanpa penyemprotan kitosan)	0.68 cd	0.84 bcd	1.02 bc
	K ₁ (50 cc/L air)	1.01 h	1.33 i	1.52 g
	K ₂ (100 cc/L air)	0.92 g	1.10 gh	1.35 f
	K ₃ (150 cc/L air)	0.79 f	0.91 de	1.15 d
B ₂ (Dipangkas dengan sisa buah 4)	K ₀ (Tanpa penyemprotan kitosan)	0.61 b	0.73 b	0.92 b
	K ₁ (50 cc/L air)	0.92 g	1.05 fg	1.33 ef
	K ₂ (100 cc/L air)	0.81 f	1.00 efg	1.16 d
	K ₃ (150 cc/L air)	0.75 ef	0.86 cd	1.11 cd
B ₃ (Dipangkas dengan sisa buah 6)	K ₀ (Tanpa penyemprotan kitosan)	0.55 a	0.61 a	0.78 a
	K ₁ (50 cc/L air)	0.77 ef	0.97 def	1.20 d
	K ₂ (100 cc/L air)	0.72 de	0.88 cde	1.04 bc
	K ₃ (150 cc/L air)	0.62 bc	0.77 bc	0.92 b

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom pada masing-masing perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji jarak Duncan.

Pada Tabel 4, perlakuan aplikasi kitosan pada buah stroberi (K x B) menghasilkan nilai bobot susut terendah pada perlakuan K₃B₀ (pencelupan buah pada kitosan 150 ml/L air dengan tanpa pemangkasan buah) pada hari pertama, kedua dan ketiga adalah sebesar 0.55% pada hari pertama, 0.615% hari ke dua dan 0.78% pada hari ketiga. Penurunan nilai bobot susut tertinggi terdapat pada kombinasi perlakuan K₀B₁ (tanpa pencelupan kitosan

dengan pemangkasan buah sisa 2), yaitu 1.34% pada hari pertama, 1.74% hari ke dua dan 1.90% pada hari ketiga. Dalam Gol *et al.*, (2013) pelapisan dengan menggunakan kitosan pada buah dapat menghambat penyusutan buah selama penyimpanan pasca panen. Hal ini didukung oleh penelitian Shao *et al.*, (2012) yang menyatakan bahwa pelapisan dengan kitosan dapat mengurangi kehilangan susut bobot pada buah.

Hubungan kombinasi aplikasi pencelupan kitosan pada berbagai pemangkasan buah umur 48 JSPT terhadap perubahan susut bobot buah dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Perubahan susut bobot buah (%) stroberi pada aplikasi kitosan dan pemangkasan buah yang berbeda dengan penyimpanan 48 jam penyimpanan setelah panen (JPSP).

Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa pada pengamatan 48 JSPT terdapat perbedaan yang signifikan terhadap nilai kekerasan buah yang dicelup kitosan pada tanaman yang tidak dipangkas (B_0), dipangkas dengan sisa buah 2 (B_1), dipangkas dengan sisa buah 4 (B_2) dan yang dipangkas dengan sisa buah 6 (B_3) terhadap kekerasan buah, dimana semakin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan dalam pencelupan buah maka kekerasan buah akan semakin meningkat.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, 16 kombinasi aplikasi kitosan yang dilakukan, stroberi kualitas terbaik diproduksi di Sumatera Utara pada suhu 25°C dan menggunakan aplikasi pelapisan kitosan 150 ml/L air. Kombinasi terbaik dari semua dalam penelitian ini adalah pencelupan buah pada kitosan 150 ml/L air dengan tanpa pemangkasan buah (K_3B_0). Kombinasi perlakuan ini menghasilkan nilai kekerasan tertinggi 3.97 g/mm² (hari pertama), 2.28 g/mm² (hari kedua) dan 1.95 g/mm² (hari ketiga), total asam tertinggi 2.58% (hari pertama), 2.42% (hari kedua) dan 2.03% (hari ketiga), susut bobot buah terendah adalah 0.55% (hari pertama), 0.61% (hari kedua) dan 0.78% (hari ketiga). Sedangkan nilai total padatan terlarut tertinggi terdapat pada perlakuan

K_0B_1 tanpa pencelupan kitosan dengan pemangkasan buah sisa 2 yaitu 8.81°Brix (hari pertama), 9.50°Brix (hari kedua) dan 10.03°Brix (hari ketiga).

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, p. 837842. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.01.021>.
- Chun H. H., Kang J. H., Song K. B. 2013. Effects of aqueous chlorine dioxide treatment and cold storage on microbial growth and quality of blueberries. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 56, p.309-315. <https://doi.org/10.1007/s13765-013-3017-9>.
- Chutichudet, B., and Chutichudet, P. 2014. Effect of chitosan or calcium chloride on external postharvest qualities and shelf-life of "Holland" papaya fruit. *Journal of Ageiculture Science*. Vol 6, No. 11. ISSN 1916 - 9752. E - ISSN 1916 - 9760. Published by Canadian Center of Science and Education. <https://doi.org/10.5539/jas.v6n11p160>
- Dang Q. F, Yan J. Q, Li Y, Cheng X. J, Liu S. C, Chen X. G. 2010. Chitosan acetate as an active coating material and its effect on the storing of *Prunus avium* L. *J Food Sci* 75. p.125–131. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01483.x.
- Das, D. K., Dutta, H. And Mahanta, C. L. 2013. Development of a rice starch-based coating with antioxidant and microbe-barrier properties and study of its effect on tomatoes stored at room temperature. *LWT-Food Science and Technology* 50 (1):272-278. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.05.018>
- Dhall. R. K. 2013. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 53, p.435-450. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.541568>.
- Elsabee M. Z, Abdou E. S. 2013. Chitosan based edible film and coatings: A review. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl* 33. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2013.01.010>. p. 1819-1841.

- Eroglu B. E, Torun M, Dincer C dan Topuz A. 2014. Influence of pullulan-based edible coating on some quality properties of strawberry during cold storage. *Packag. Technol. Sci.* 27. p.831-838. <https://doi.org/10.1002/pts.2077>.
- Fagundes C, Palou L, Monteiro A. R dan Perez-Gago M. B. 2014. Effect of antifungal hydroxypropyl methylcellulose-beeswax edible coating on gray mold development and quality attributes of cold-stored cherry tomato fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 92. p.1–8. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.01.006>.
- Gatto M. A, Ippolito A, Linsalata V, Cascarano N. A, Nigro F. 2011. Activity of extracts from wild edible herbs against postharvest fungal diseases of fruit and vegetables. *Postharvest Biol Tec* 61. p.72-82. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.02.005>.
- Giuggioli N. R., Girgenti V., Peano C. 2017. Qualitative performance and consumer acceptability of starch films for the blueberry modified atmosphere packaging storage. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 67. p.129-136. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2016-0023>.
- Gol, N. B., Patel. P. R. and Rao, T. V. R. 2013. Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. *Postharvest Biol. Technol.* 85. p. 185-195. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.06.008>.
- Guerreiro, C. M. L. Gago, M. L. Faleiro, M. G. C. Miguel, and M. D. C. Antunes. 2015. The use of polysaccharide-based edible coatings enriched with essential oils to improve shelf-life of strawberries. *Postharvest Biology and Technology*, vol. 110. p.51-60. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.06.019>
- Hong. K, Xie. J, Zhang. L, Sun. D, Gong. D. 2012. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. *Sci. Hortic.* 144. p.172–178. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.07.002>.
- Hossain, M.S., dan Iqbal A., 2016. Effect of shrimp chitosan coating on postharvest quality of banana (*Musa sapientum* L.) fruits. *International Food Research Journal* 23 (1). p.277-283.
- Irkin. R dan M. Guldaz. 2014. Chitosan coating of red table grapes and fresh-cut honey melons to inhibit *Fusarium Oxysporum* growth. *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 38. Issue. 4. p.1948–1956. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12170>
- Jianglian. D, dan Z. Shaoying. 2013. Application of chitosan based coating in fruit and vegetable preservation: A review. *J Food Process Technol.* Vol 4: 227. Issue 5. ISSN 2157-7110. p.1-4. doi: 10.4172/2157-7110.1000227
- Jouki. M and N. Khazaei. 2012. The Effect of Modified Atmosphere Packing and Calcium Chloride Dripping on The Quality and Shelf Life of Kurdistan Strawberries. *J. Food Process Technol* 3: 184. p.1-7. <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000184>.
- Khalifa I, Barakat H, El-Mansy HA dan Soliman AS. 2016. Effect of Chitosan-Olive Oil Processing Residues Coatings On keeping Quality Of Cold Storage Strawberry (*Fragaria ananassa* var. Festival). *Journal of Food Quality.* ISSN 1745-4557. p.504-515. <http://doi.org/10.1111/jfg.12213>.
- Khalifa. I, Barakat. H, EI-Mansy. H. A, Soliman. S. A. 2016. Improving the shelf-life stability of apple and strawberry fruits applying chitosan-incorporated olive oil processing residues coating. *Food Packag. Shelf Life.* 9. p.10–19. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2016.05.006>.
- Li. L, Sun. J, Gao. H, Shen. Y, Li. C, Yi. P, He. X, Ling. D, Sheng. J, Li. J, Liu. G, Zheng. F, Xin. M, Li. Z dan Tang. Y. 2017. Effects of Polysaccharide-Based Edible Coatings on Quality and Antioxidant Enzyme System of Strawberry during Cold Storage. *International Journal of Polymer Science* 3. p.1-8. <https://doi.org/10.1155/2017/9746174>.
- Mantilla N, Castell-Perez. M. E, Gomes. C, Moreira. R. G. 2013. Multilayered antimicrobial edible coating and its effect on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). *Food*

- Sci Technol 51. p. 37-43. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.10.010>
- Mishra. R and A. Kar. 2014. Effect of Storage on the Physicochemical and Flavour Attributes of Two Cultivars of Strawberry Cultivated in Northern India. The Scientific World Journal. Volume 2014. p.1-7. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/794926>.
- Moreira M. R, Roura S. I, Ponce A. 2011. Effectiveness of chitosan edible coatings to improve microbiological and sensory quality of fresh cut broccoli. LWT Food Sci Technol 30. p.1-7. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.04.009>
- Nasrin T.A, M. A. Rahman, M. A. Hossain, M. N. Islam dan M. S. Arfin. 2017. Postharvest quality response of strawberries with aloe vera coating during refrigerated storage. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. p.1-8. <https://doi.org/10.1080/14620316.2017.1324326>.
- Pasquariello, M.S.; Rega, P.; Migliozi, T.; Capuano, L.R.; Scortichini, M.; Petriccione, M. 2013. Effect of cold storage and shelf life on physiological and quality traits of early ripening pear cultivars. Sci. Hortic. 162. p.341-350. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.08.034>.
- Petriccione. M. F, Mastrobuoni. M. S, Pasquariello, Zampella. L, Nobis. E, Capriolo. G dan Scortichini. M. 2015. Effect of chitosan coating on the postharvest quality and antioxidant enzyme system response of strawberry fruit during cold storage. Foods, vol. 4, no. 4. p.501-523. <https://doi.org/10.3390/foods4040501>.
- Pushkala R, Parvathy K. R, Srividya N. 2012. Chitosan powder coating, a novel simple technique for enhancement of shelf life quality of carrot shreds stored in macro perforated LDPE packs. Innov Food Sci Emerg Technol 16. p.11-20. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2012.03.003>.
- Santos N. S. D, Aguiar A. J. A, Oliveira C. E. D, Sales C. V. D, Silva S. D. M, Silva R. S, Stamford T. C. M dan Souza E. L. 2012. Efficacy of the application of a coating composed of chitosan and *Origanum vulgare* L. essential oil to control *Rhizopus stolonifer* and *Aspergillus niger* in grapes (*Vitis labrusca* L.). Food Microbiol 32. p. 345-353. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.07.014>
- Shao X. F, Tu K, Tu S and Tu J. 2012. A combination of heat treatment and chitosan coating delays ripening and reduces decay in "Gala" apple fruit. Journal of food quality 35 (2): 83-92. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2011.00429.x>.
- Shiri. M. A, Bakhshi. D, Ghasemnezhad. M, dan M. Dadi. 2013. Chitosan coating improves the shelf life and postharvest quality of table grape (*Vitis vinifera*) cultivar Shahroudi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry (TUBITAK) (37: 148-156). <https://doi.org/10.3906/tar-1101-1671>.
- Trevino-Garza M. Z, Garcia S, del Socorro Flores-Gonzalez M, Arevalo-Nino K. 2015. Edible active coating based on pectin, pullulan, and chitosan increase quality and shelf life of strawberries (*Fragaria ananassa*). J. Food Sci. 80. p.1823-1830. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12938>.
- Velickova E, Winkelhausen E, Kuzmanova S, Alves V. D, Moldao-Martins, M. 2015. Characterization of multilayered and composite edible films from chitosan and bees wax. Characterization of multilayered and composite edible films from chitosan and bees wax. LWT Food Sci. Technol. 21. p. 83-93. <https://doi.org/10.1177/1082013213511807>.
- Velickova E, Winkelhausen, E, Kuzmanova, S, Alves V. D, Moldao-Martins, M. 2013. Impact of chitosan-bees wax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa* cv. Camarosa) under commercial storage conditions. LWT-Food Sci. Technol. 52. p.80-92. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.02.004>
- Vieira. J. M, Flores-Lopez M. L, Jasso de Rodriguez D, Soussa M. C, Vicente A. A dan Martins J. T. 2016. Effect of chitosan Aloe vera coating on postharvest quality of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit. Postharvest Biology and Technology 116. p. 88-97. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.01.011>.

- Vu K. D, Hollingsworth R. G, Leroux E, Salmieri Sand Lacroix M. 2011. Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. *Food Res. Int.* 44. p.198-203. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.10.037>.