

Aplikasi *Nanocoating* Berbasis Pektin dan Nanopartikel ZnO untuk Mempertahankan Kesegaran Salak Pondoh

Application of Nanocoating based on Pectin and ZnO Nanoparticle to Maintain the Freshness of Snake Fruits

Iman Sabarisman¹, Nugraha E. Suyatma², Usman Ahmad¹, Fahim M. Taqi²

¹Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian IPB

²Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian IPB

Abstract. Snake fruit (*Salacca edulis Reinw.*) is one of the leading agricultural commodities in Indonesia with sweet taste and crispy texture. Unfortunately, it has a short storage life due to high respiration and transpiration and fungal decay. Therefore, the present study was aimed to evaluate the effect of pectin-based nanocomposite coating on postharvest quality of snake fruit stored at ambient temperature. The pectin solution was prepared by dispersing ZnO NPs (2%, w/w to pectin) and stearic acid (1%, w/w to pectin) into a pectin solution (1%, w/v in distilled water). Snake fruits were coated by dipping method and stored at room temperature during 14 days. The quality parameters and microbial growth were evaluated periodically. Results showed that application of nanocomposite coating on snake fruit could reduce weight loss (from 41.18±1.77% to 27.78±1.20%) and inhibit microbial growth (from 7.52 log cfu/g to 4.48 log cfu/g) significantly. The coating layer was transparent so did not affect the appearance of snake fruit. Thus, these results suggest that the pectin-based nanocomposite coating might provide an alternative method to maintain storage quality of snake fruit.

Keywords: coating, nanocomposite, snake fruit, ZnO nanoparticle

Abstrak. Buah salak pondoh merupakan salah satu buah unggulan Indonesia dengan rasa yang manis dan tekstur renyah. Akan tetapi, umur simpan buah salak pondoh relatif singkat akibat respirasi dan transpirasi yang tinggi serta pembusukan oleh kapang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh pelapisan nanokomposit berbasis pektin dan nanopartikel ZnO dalam mempertahankan kualitas pascapanen buah salak pondoh yang disimpan selama 14 hari pada suhu ruang. Larutan *nanocoating* dibuat dengan cara mencampurkan bubuk nanopartikel ZnO (2%, b/b pektin) dan asam stearat (1%, b/b pektin) ke dalam larutan pektin (1%, b/v aquadest). Buah salak pondoh dilapisi larutan nanokomposit dengan metode pencelupan kemudian disimpan pada suhu ruang selama 14 hari. Parameter mutu buah dan pertumbuhan mikroba diamati secara berkala. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pelapisan dengan *nanocoating* secara nyata mampu mengurangi susut bobot (dari 41.18±1.77% menjadi 27.78±1.20%) dan menghambat pertumbuhan mikroba (dari 7.52 log cfu/g menjadi 4.48 log cfu/g). Lapisan *nanocoating* memiliki kenampakan yang transparan sehingga tidak mempengaruhi warna kulit buah. Dengan demikian, pelapisan nanokomposit berbasis pektin dapat digunakan sebagai salah satu alternatif metode dalam mempertahankan kesegaran buah salak pondoh.

Kata kunci: nanokomposit, nanopartikel ZnO, pelapisan, salak pondoh

Aplikasi Praktis: Dalam penelitian ini telah dikaji penerapan *nanocoating* yang dibuat dari pektin dan nanopartikel ZnO untuk mempertahankan kesegaran buah salak pondoh utuh yang disimpan pada suhu ruang. Hasil kajian menunjukkan bahwa penggunaan *coating* berbasis pektin dan nanopartikel ZnO mampu mengurangi susut bobot dan menghambat pertumbuhan mikroba secara nyata. Teknologi *nanocoating* dari hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif cara pengawetan segar buah salak pondoh utuh oleh eksportir buah salak maupun pedagang buah salak lokal.

PENDAHULUAN

Salak pondoh merupakan salah satu buah unggulan Indonesia. Varietas ini sangat populer karena memiliki rasa manis dan renyah meskipun dipetik sebelum masuk umur panennya. Konsumsi salak per kapita pada tahun 2008 sebesar 1.64 kg/tahun dengan level kerusakan buah sekitar 15%. Permintaan buah salak per tahun sebesar 420.000 ton, sudah termasuk permintaan ekspor, pasar modern, dan olahan buah. Kabupaten Sleman, Magelang, dan Banjarnegara merupakan daerah produsen salak terbesar yang memasok 60-70% buah salak yang ada di pasar-pasar Jakarta. Jumlah buah yang dibutuhkan untuk pasar ekspor mencapai 32.755 ton/tahun untuk berbagai negara tujuan seperti Singapura, Hong Kong, dan Malaysia. Beberapa negara seperti China, Jepang, Belanda, dan Amerika Serikat juga menunjukkan ketertarikannya untuk mengimpor salak dari Indonesia (Dimiyati *et al.* 2008).

Masalah pascapanen yang sering terjadi pada produk segar yaitu umur simpan yang pendek. Buah salak pondoh memiliki pola respirasi nonklimakterik dan laju transpirasi yang tinggi (Santosa 2007). Transpirasi merupakan salah satu proses utama penyebab penurunan mutu produk yang mengganggu nilai komersial serta fisiologis buah. Akibat hilangnya air dari buah ialah rusaknya kenampakan tekstur, cita rasa, dan menurunnya bobot buah. Semakin tinggi laju transpirasi suatu produk pertanian maka penurunan mutu akan semakin cepat terjadi sehingga umur simpannya pendek. Buah salak pondoh juga rentan terserang mikroba patogen sehingga buah menjadi rusak atau busuk. Bagian buah yang luka, memar, atau pori-pori kulit merupakan jalur masuknya mikroba.

Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan teknologi pelapisan (*coating*). Pelapisan adalah teknik pengawetan yang efisien untuk memperpanjang umur simpan buah terutama bagi negara-negara berkembang karena tidak memerlukan teknologi tinggi serta lebih ekonomis daripada teknik pengawetan lainnya (Sumnu dan Bayindirli 1997). Menurut Wrasati *et al.* (2001) pelapisan lilin pada permukaan kulit buah salak Bali dapat memperpanjang umur simpan buah salak yang semula 7 hari menjadi 12 hari. Pelapisan dapat mempertahankan kualitas salak Bali segar karena dapat menghambat susut bobot, kehilangan air dan pembentukan gula reduksi serta mempertahankan pH, total asam organik, vitamin C, dan tanin selama penyimpanan.

Larutan nanokomposit merupakan larutan yang terbuat dari gabungan beberapa bahan yang minimal salah satu bahannya berukuran kurang dari 100 nanometer. Penggunaan biopolimer sebagai bahan baku larutan *coating* karena bersifat *edible* dan *biodegradable* sehingga lebih ramah lingkungan. Pektin merupakan salah satu biopolimer yang memiliki kemampuan gelling dan permeabilitas terhadap gas yang baik. Pektin banyak terdapat pada limbah pertanian, seperti kulit buah. Penambahan asam lemak bertujuan untuk mengurangi permeabilitas uap air dari lapisan *coating* yang terbentuk karena asam lemak bersifat hidrofobik (Rezvani *et al.*

2013). Penggunaan nanopartikel ZnO (NP ZnO) dapat menghambat pertumbuhan bakteri (Jin *et al.* 2009) dan cendawan patogen dalam pangan (Zandi *et al.* 2013). Agen antimikroba dalam ukuran lebih kecil bersifat lebih reaktif sehingga lebih cepat dan efisien menghambat pertumbuhan mikroba. Menurut FDA, seng oksida (ZnO) termasuk ke dalam *generally recognized as safe* (GRAS) sehingga aman untuk dikonsumsi (Marpaung *et al.* 2015). Film yang terbuat dari pektin dengan penambahan nanopartikel ZnO berpotensi memiliki kemampuan antimikroba sehingga dapat digunakan dalam pengawetan pangan (Suyatma *et al.* 2013).

Namun, penelitian dan penggunaan larutan nanokomposit sebagai pelapis produk segar masih jarang dilakukan di Indonesia. Produk segar, khususnya buah dan sayuran, mudah mengalami kehilangan air sehingga menjadi kering dan keriput terutama jika disimpan pada suhu ruang. Selain itu, kebusukan akibat pertumbuhan mikroba juga merupakan faktor yang menyebabkan penurunan mutu pada produk segar. Permasalahan utama pada penelitian ini yaitu belum diketahui secara pasti kemampuan dari larutan nanokomposit melalui aplikasi *coating* dalam menekan kehilangan air dan pertumbuhan mikroba pada salak pondoh. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pelapisan nanokomposit berbasis pektin dengan penambahan asam stearat dan nanopartikel ZnO terhadap mutu buah salak pondoh utuh selama penyimpanan pada suhu ruang.

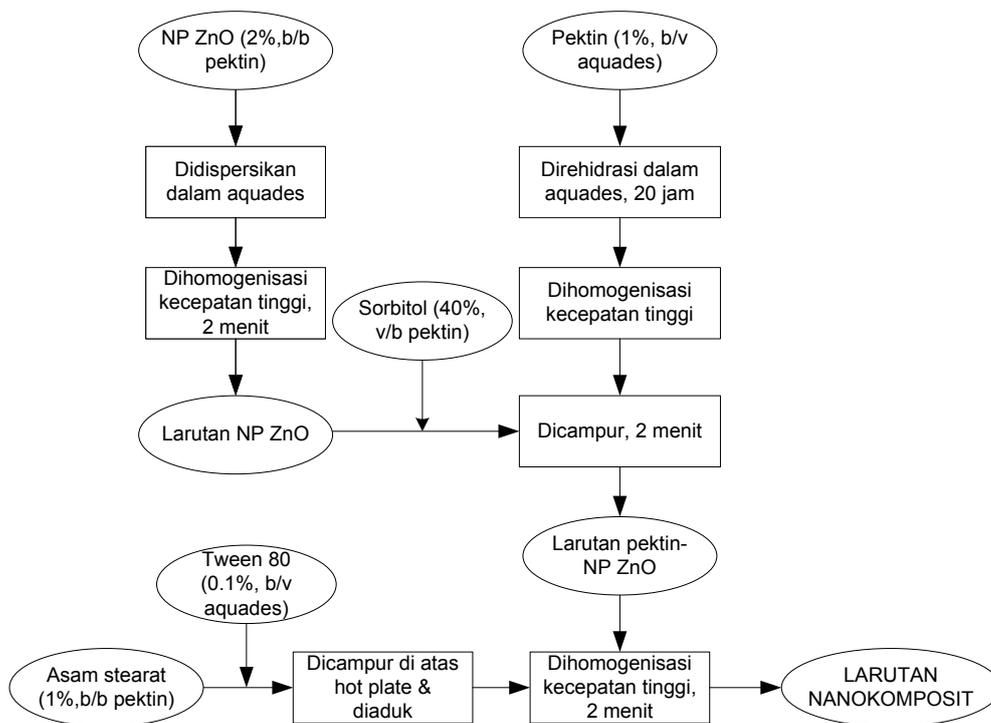
BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu buah salak pondoh yang diperoleh dari kebun petani salak di Sleman DIY, nanopartikel ZnO dan pektin (Wako Pure Chemical Industries, Osaka, Jepang), asam stearat p.a. serta sorbitol dan Tween 80 teknis yang dibeli dari toko kimia Setia Guna, Bogor.

Persiapan larutan nanokomposit

Larutan nanokomposit dibuat mengikuti prosedur dari Sabarisman *et al.* (2015). Proses pembuatan larutan ini dilakukan dengan basis pektin sebesar 1% (b/v larutan). Nanopartikel ZnO (2%, b/b pektin) dimasukkan ke dalam gelas beker berisi aquades selanjutnya dihomogenisasi (Emulsifier Armfield FT 40) selama 2 menit pada kecepatan tertinggi. Pada gelas beker yang berbeda, pektin direhidrasi menggunakan aquades selama 24 jam kemudian dihomogenisasi selama 2 menit. Selama proses homogenisasi tersebut dimasukkan larutan NP ZnO sedikit demi sedikit lalu dipanaskan hingga suhu 70-80°C. Asam stearat (1%, b/b pektin) dimasukkan ke dalam aquades, lalu ditambahkan 0,1% (b/v larutan) Tween 80 dan 40% (b/b pektin) sorbitol. Larutan asam stearat diaduk sambil dipanaskan di atas hot plate hingga asam stearat meleleh. Larutan asam stearat sedikit demi sedikit dimasukkan ke dalam larutan pektin-NP ZnO yang telah dipanaskan dan dilakukan homogenisasi selama 2



Gambar 1. Prosedur pembuatan larutan nanokomposit berbasis pektin dan NP ZnO

menit. Prosedur pembuatan larutan disajikan seperti pada Gambar 1.

Sebagai contoh dibuat larutan nanokomposit dengan 200 ml aquades, dibagi menjadi 90 ml untuk rehidrasi pektin, 90 ml untuk dispersi NP ZnO, dan 20 ml untuk melelehkan asam stearat. Dengan demikian, pektin yang digunakan sebanyak 2 g, NP ZnO 0.04 g, dan asam stearat 0.02 g. Sedangkan Tween 80 yang digunakan sebanyak 0.2 ml dan sorbitol 0.8 ml.

Persiapan sampel dan aplikasi pelapisan

Salak pondoh disortasi berdasarkan ukuran, berat, ada tidaknya kulit terkelupas, memar, dan kebusukan. Pelapisan buah salak pondoh dilakukan dengan metode pencelupan. Pencelupan dilakukan dengan merendam buah salak ke dalam larutan nanokomposit selama 30 detik kemudian dikeringanginkan.

Penyimpanan dan analisis mutu buah salak pondoh

Buah salak pondoh yang sudah terlapisi larutan nanokomposit disimpan dalam kondisi terbuka tanpa kemasan lain pada suhu ruang (25–30°C) selama 14 hari. Pengamatan dilakukan terhadap laju respirasi, susut bobot, warna kulit, total padatan terlarut dan total mikroba. Begitu pula pengamatan yang dilakukan terhadap buah salak pondoh tanpa perlakuan pelapisan (kontrol).

Laju respirasi (Putra 2011)

Laju respirasi diukur dengan Portable Oxygen Tester POT-101 dan Continous Gas Analyzer IRA-107 Shimadzu sehingga diperoleh konsentrasi gas O₂ dan CO₂. Sebanyak 500 gram sampel buah salak pondoh dimasukkan ke dalam chamber uji kemudian dilakukan

pengukuran konsentrasi gasnya. Volume chamber dan volume sampel diukur untuk menentukan volume bebas. Laju respirasi diamati dengan selang waktu 2 jam selama 6 jam tiap hari pengamatan.

Susut bobot (Putra 2011)

Pengukuran susut bobot menggunakan metode gravimetri yaitu berdasarkan persentase penurunan bobot bahan sejak awal sampai akhir penyimpanan. Masing-masing sampel buah salak pondoh ditimbang menggunakan timbangan analitik. Untuk mengukur susut bobot digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Susutbobot} = \frac{W1-Wn}{W1} \times 100\%$$

W1 = Bobot bahan awal penyimpanan (g)
 Wn = Bobot bahan hari ke-n penyimpanan (g)

Warna kulit

Warna kulit buah salak pondoh diukur menggunakan chromameter Minolta CR-400. Nilai warna dinyatakan dengan koordinat CIE L*, a*, dan b*. Pengukuran dilakukan pada buah yang sama selama penyimpanan.

Total padatan terlarut

Total padatan terlarut ditentukan dengan menggunakan alat refraktometer Atago PR-210. Daging buah salak dihaluskan terlebih dahulu dengan cara ditumbuk, kemudian diambil sarinya sebagai sampel pengujian. Selanjutnya sampel diteteskan pada refraktometer kemudian hasil dapat dilihat pada tampilan alat dengan skala pembacaan dalam satuan °Brix. Pengukuran dilakukan dengan 3 kali ulangan.

Total mikroba (Harianingsih 2010)

Pengujian total mikroba dilakukan dengan cara mengambil 1 gram bagian tengah buah salak pondoh (daging dan kulit) kemudian dimasukkan ke dalam larutan pengencer secara bertahap hingga 6 kali pengenceran. Sebanyak 1 ml sampel dimasukkan ke dalam cawan petri steril berisi media NA kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 2 hari. Total mikroba dihitung dengan metode *total plate count* (TPC).

Analisis Statistik

Pengaruh pelapisan dianalisis dengan metode Paired-Samples T test menggunakan program pengolah data statistik SPSS 15.0 for Windows Evaluation Version. Analisis ini dilakukan dengan membandingkan antara buah salak podoh terlapsi larutan nanokomposit dengan buah salak pondoh tanpa perlakuan pelapisan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perlakuan pelapisan merupakan cara yang paling mudah untuk menjaga atau mempertahankan mutu buah segar selama penyimpanan. Larutan *coating* nanokomposit mudah menempel pada kulit buah salak pondoh karena permukaan buah salak pondoh utuh tidak licin dan kasar atau bergerigi. Setelah dikeringanginkan, kenampakan buah salak terlapsi larutan nanokomposit terlihat lebih cerah dibandingkan dengan buah salak tanpa perlakuan pelapisan. Selain warna kulit, respon mutu lain seperti laju respirasi, susut bobot, dan total padatan terlarut juga diamati.

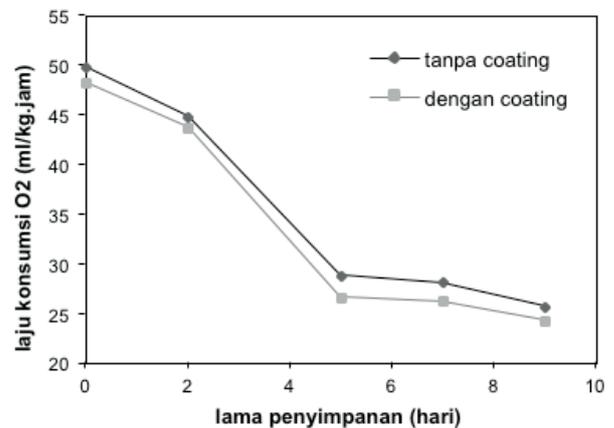
Laju respirasi

Buah salak pondoh termasuk jenis buah nonklimakterik yang dicirikan dengan tidak adanya peningkatan laju respirasi selama penyimpanan. Pada umumnya laju respirasi pada awal penyimpanan lebih tinggi dibanding dengan hari-hari penyimpanan berikutnya. Hal ini dikarenakan buah mempertahankan organ respirasi tetap berfungsi setelah lepas dari pohonnya. Selain itu, hal tersebut juga disebabkan oleh panas lapang sehingga suhu awal buah salak masih tinggi (Putra 2011).

Gambar 2 menunjukkan bahwa buah salak pondoh memiliki laju respirasi yang tinggi pada awal penyimpanan kemudian menurun hingga hari ke-5 dan akhirnya mendekati laju respirasi yang konstan hingga akhir penyimpanan. Tren yang serupa diperoleh oleh Putra (2010) karena salak pondoh termasuk ke dalam buah nonklimakterik dengan ciri tidak ada lonjakan laju respirasi selama penyimpanan. Lapisan *coating* diharapkan mampu menghambat transmisi gas yang terjadi pada buah. Buah yang terlapsi larutan *coating* memperoleh jumlah gas yang lebih sedikit dibandingkan dengan buah tanpa lapisan *coating* (Rudito 2005). Dengan demikian, proses metabolisme buah pun menjadi terhambat.

Proses metabolisme yang digambarkan dengan proses respirasi merupakan parameter utama dalam analisis mutu pascapanen produk pertanian selama penyimpanan.

Semakin rendah laju respirasi maka mutu produk pertanian mampu dipertahankan dengan baik. Berdasarkan uji-T berpasangan, perlakuan pelapisan tidak berpengaruh nyata terhadap laju respirasi, baik laju produksi CO₂ maupun laju konsumsi O₂. Tidak adanya perbedaan yang signifikan ini diduga terjadi karena lapisan *coating* yang terbentuk masih terlalu tipis sehingga belum mampu menghambat laju transmisi gas. Ketebalan lapisan *coating* salah satunya dipengaruhi oleh kekentalan larutan. Semakin kental larutan maka semakin tebal lapisan yang terbentuk. Kekentalan dapat ditingkatkan dengan cara meningkatkan konsentrasi biopolimer atau bahan tambahan lain. Selain itu, ketebalan film juga dapat ditingkatkan dengan cara melakukan pencelupan buah secara berulang atau lebih dari satu kali pencelupan.



Gambar 2. Laju respirasi buah salak pondoh selama penyimpanan

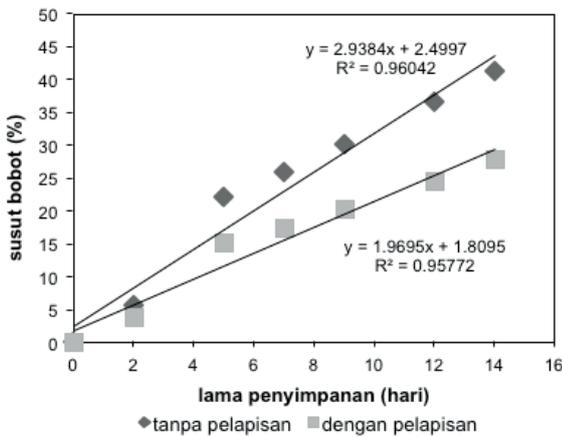
Susut bobot

Berat buah merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap nilai ekonomis buah. Semakin cepat dan besar susut bobot yang terjadi maka semakin berkurang keuntungan penjualan yang diperoleh. Susut bobot menandakan terjadinya kehilangan air pada buah selama proses penyimpanan. Kehilangan air ini dipengaruhi oleh laju respirasi dan transpirasi melalui kulit buah (Hernandez-Munoz *et al.* 2008). Kulit buah yang tipis, seperti pada stroberi, memungkinkan kehilangan air yang sangat cepat dan mengakibatkan buah keriput dan cepat busuk.

Gambar 3 memperlihatkan bahwa susut bobot mengalami peningkatan selama penyimpanan. Peningkatan yang terjadi pada salak pondoh dengan perlakuan pelapisan lebih rendah dibandingkan dengan tanpa pelapisan larutan nanokomposit. Berdasarkan uji-T berpasangan, aplikasi pelapisan memberikan pengaruh signifikan terhadap perubahan susut bobot sejak hari ke-5 penyimpanan. Laju susut bobot pada buah salak terlapsi larutan nanokomposit (2.147%/hari) lebih rendah daripada buah salak tanpa perlakuan pelapisan (3.183%/ hari). Pada akhir penyimpanan (hari ke-14) buah salak pondoh terlapsi larutan nanokomposit mengalami susut bobot sebesar 27.8±1.2%. Nilai ini setara dengan susut bobot yang dialami salak pondoh tanpa pelapisan pada hari

ke-9 penyimpanan. Dengan demikian, pelapisan dengan larutan nanokomposit mampu menekan susut bobot sehingga kesegaran buah dapat dipertahankan.

Upaya pelapisan pada buah dilakukan untuk menekan kehilangan air melalui transpirasi sehingga susut bobot buah menjadi lebih rendah. Marlina *et al.* (2014) melaporkan bahwa pelapisan salak pondoh dengan lilin lebah 10% mampu menekan susut bobot salak pondoh menjadi 10.61% pada hari ke-15 penyimpanan pada suhu ruang. Hasil yang lebih rendah diduga karena perbedaan penggunaan polimer larutan *coating*. Lilin lebah merupakan jenis asam lemak yang memiliki sifat hidrofobik yang tinggi sehingga lebih mampu mengurangi kehilangan air (transpirasi). Pelapisan dengan larutan nano-komposit juga diduga menghasilkan lapisan *coating* yang masih tipis sehingga perlu ditingkatkan kekentalan larutannya atau dilakukan pencelupan berulang.



Gambar 3. Perbandingan susut bobot buah salak pondoh

Warna kulit

Penampakan visual buah menjadi faktor penting yang diperhatikan oleh konsumen saat memilih buah. Pada beberapa jenis buah, warna kulit digunakan untuk menentukan tingkat kematangan dan ketuaan buah. Selain itu, warna kulit yang seragam cenderung lebih disukai oleh konsumen. Kualitas buah selama penyimpanan juga dapat ditandai dengan perubahan warna kulitnya.

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa nilai kecerahan kulit buah salak pondoh menurun seiring lama penyimpanan. Semakin lama waktu penyimpanan maka kulit buah akan menjadi semakin kusam. Kecerahan buah yang terlapsi larutan nanokomposit lebih besar daripada buah tanpa perlakuan pelapisan. Hal ini terjadi karena lapisan *nanocoating* dapat memberikan efek mengkilap (*glossy*) pada buah (Roiyana *et al.* 2012). Penelitian Moalemiyan dan Ramaswamy (2012) melaporkan bahwa perlakuan pelapisan dengan larutan *coating* berbasis pektin 1,3% memberikan efek terbaik pada kualitas visual buah. Nilai a* dan b* meningkat seiring lama penyimpanan. Ini menunjukkan warna kulit ke arah merah gelap. Hal ini terjadi karena kulit buah salak selama penyimpanan semakin kering.

Dari hasil analisis statistik dengan uji-T berpasangan diperoleh nilai warna kulit yang tidak berbeda nyata

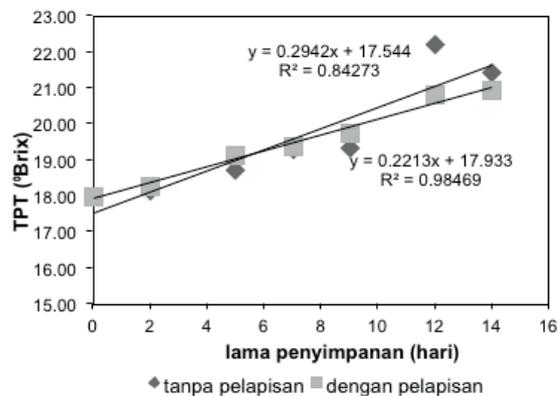
antara buah yang terlapsi larutan *coating* dengan buah tanpa perlakuan pelapisan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pelapisan buah salak pondoh tidak mempengaruhi warna kulit buah salak pondoh. Hasil ini merupakan hasil yang diharapkan karena lapisan *coating* bersifat transparan sehingga warna asli kulit salak tidak tertutupi oleh lapisan *coating*.

Tabel 1. Warna kulit buah salak pondoh selama penyimpanan

Hari	Perlakuan	
	Tanpa pelapisan	Dengan pelapisan
L*	5	36.86±3.74
	7	36.78±3.81
	12	36.34±3.50
a*	5	11.97±1.54
	7	12.30±1.76
	12	12.27±1.72
b*	5	17.20±4.23
	7	17.46±4.44
	12	17.49±4.25

Total padatan terlarut

Total padatan terlarut (TPT) menggambarkan total gula dan asam organik pada suatu bahan. Oleh karena itu, nilai TPT dapat menunjukkan tingkat kemanisan buah. Gambar 4 menyajikan perubahan TPT buah salak pondoh selama penyimpanan. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa TPT meningkat seiring lama penyimpanan buah salak pondoh. Nilai TPT meningkat dari 18.00±0.39°Brix menjadi 21.45±0.31°Brix (tanpa pelapisan) dan 20.95±0.40°Brix (dengan pelapisan) pada akhir penyimpanan. Hal ini disebabkan oleh terjadinya perombakan senyawa kompleks, seperti pati, menjadi senyawa yang lebih sederhana. Penguraian pati menjadi gula-gula sederhana terjadi selama proses pematangan menyebabkan rasa buah menjadi lebih manis (Marlina *et al.* 2014).



Gambar 4. Perbandingan total padatan terlarut buah salak pondoh

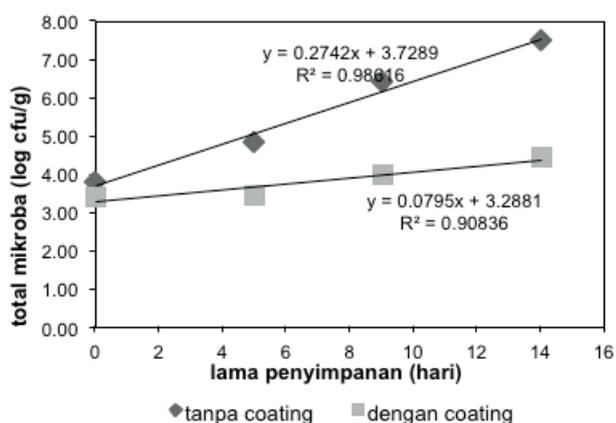
Hasil uji-T berpasangan menunjukkan bahwa nilai TPT antara buah salak pondoh yang diberi perlakuan pelapisan dengan tanpa perlakuan pelapisan (kontrol)

tidak berbeda nyata. Hasil serupa dilaporkan oleh Marlina *et al.* (2014) bahwa aplikasi pelapisan pada salak pondoh tidak berbeda secara nyata terhadap perubahan nilai TPT. Hal ini diduga karena perlakuan pelapisan belum mampu menghambat proses metabolisme buah salak pondoh secara optimal sehingga perubahan TPT hampir sama. Respirasi menggunakan senyawa komponen total padatan terlarut sebagai bahan bakunya. Semakin tinggi laju respirasi maka semakin banyak senyawa komponen TPT yang digunakan sehingga semakin cepat pula perombakan senyawa kompleks yang terjadi (Rudito 2005). Laju respirasi antara buah tanpa perlakuan pelapisan dengan buah yang dilapisi tidak berbeda nyata sehingga perlakuan pelapisan tidak berpengaruh nyata pula terhadap nilai total padatan terlarut.

Total mikroba

Kerusakan pada buah dapat terjadi karena adanya serangan mikroba patogen sehingga mengakibatkan buah rusak atau busuk. Mikroba patogen, baik cendawan maupun bakteri, dapat menyerang buah melewati bagian yang luka, memar, atau pori-pori kulit. Cendawan dan bakteri tersebut kemudian tumbuh dengan memanfaatkan nutrisi yang terkandung dalam buah. Oleh karena itu, selain untuk mempertahankan mutu simpan buah, perlakuan pelapisan juga bertujuan untuk menekan pertumbuhan mikroba patogen (Putra 2011).

Pertumbuhan mikroba disajikan pada Gambar 5. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa pertumbuhan mikroba meningkat seiring lama penyimpanan. Pertumbuhan mikroba pada buah salak pondoh yang dilapisi larutan nanokomposit lebih rendah daripada buah tanpa pelapisan. Laju pertumbuhan mikroba pada buah salak pondoh tanpa pelapisan ($0.274 \log \text{ cfu/g}$) lebih tinggi daripada buah salak pondoh yang dilapisi larutan nanokomposit ($0.079 \log \text{ cfu/g}$). Hasil uji T berpasangan menunjukkan perbedaan signifikan antara jumlah mikroba pada salak pondoh terlapis larutan nanokomposit dengan salak pondoh tanpa perlakuan pelapisan hingga 14 hari penyimpanan. Hal ini disebabkan larutan nanokomposit memiliki kemampuan anti mikroba sehingga dapat menghambat pertumbuhan cendawan dan bakteri.



Gambar 5. Total mikroba pada buah salak pondoh selama penyimpanan

Selain itu, lapisan *coating* juga dapat menutup pori-pori kulit buah maupun luka kecil sehingga menutup jalan masuk bagi mikroba. Batas cemaran mikroba pada buah salak pondoh dapat didekati dengan batas cemaran mikroba untuk hasil pertanian yang dipanen di dalam tanah, seperti kacang tanah, yaitu sebesar $6 \log \text{ cfu/g}$ (Putra 2011). Dari hasil analisis mikrobiologi terlihat bahwa pada akhir penyimpanan buah salak pondoh yang terlapis larutan nanokomposit memiliki cemaran mikroba yang masih di bawah ambang batas aman dikonsumsi ($4.48 \log \text{ cfu/g}$). Sedangkan pada buah salak pondoh tanpa perlakuan pelapisan telah mencapai ambang batas cemaran mikroba antara hari ke-7 dan ke-8 penyimpanan.

KESIMPULAN

Pengaruh pelapisan menggunakan larutan nanokomposit terhadap buah salak pondoh yaitu mampu menekan susut bobot, menghambat pertumbuhan mikroba, dan tidak berpengaruh terhadap kenampakan visual warna kulit buah. Perlakuan pelapisan belum mampu menurunkan laju respirasi dan total padatan terlarut buah salak pondoh utuh selama penyimpanan pada suhu ruang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada DP2M Ditjen DIKTI yang telah memberikan hibah dana bagi penelitian ini melalui skema Hibah Desentralisasi IPB dalam kerangka Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT) dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Nomor: 083/SP2H/PL/Dit.Litab-mas/II/2015 tanggal 5 Februari 2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Dimiyati A, Kuntarsih S, Iswari D, Nurcahya S. 2009. Meeting The Requirements of International Market for Salacca (Case Study: Export Challenge of Salacca "Pondoh" Variety to China). Proceeding of the 19th IAMA Annual World Forum and Symposium, in Budapest, Hungary, June 20-23, 2009.
- Harianingsih. 2010. Pemanfaatan Limbah Cangkang Kepiting Menjadi Kitosan Sebagai Bahan Pelapis (Coater) pada Buah Stroberi. [Tesis]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Hernandez-Munoz, P., E. Almenar, V. D. Valle, D. Velez and R. Gavara. 2008. Effect of Chitosan Combined with Postharvest Calcium Treatment on Strawberry (*Fragaria x ananassa*) Quality During Refrigerated Storage. *Food Chemistry*. 110:428-435.
- Jin T, Sun D, Su JY, Zhang H, Sue HJ. 2009. Antimicrobial Efficacy of Zinc Oxide Quantum Dots against *Listeria monocytogenes*, *Salmonella Enteritidis*, and *Escherichia coli* O157:H7. *Journal of Food Science*. 74: 46-52.
- Marlina L, Purwanto YA, Ahmad U. 2014. Aplikasi Pelapisan Kitosan dan Lilin Lebah untuk Meningkatkan Umur Simpan Salak Pondoh. *Jurnal Keteknik Pertanian*. 28 (1): 65-72.
- Marpaung M, Ahmad U, Suyatma NE. 2015. Pelapis Nano-

- komposit untuk Pengawetan Salak Pondoh Terolah Minimal. *Jurnal Keteknik Pertanian*. 3 (1): 73-80.
- Moalemiyan M, Ramaswamy HS. 2012. Quality retention and shelf-life retention in Mediterranean cucumbers coated with a pectin-based film. *Journal of Food Research*. 1 (3) 159-168.
- Putra BS. 2011. Kajian Pelapisan dan Suhu Penyimpanan untuk Mencegah Busuk Buah pada Salak Pondoh (*Salacca edulis* REINW.). [Tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Rezvani E, Schleining G, Sumen G, Taherian AR. 2013. Assessment of physical and mechanical properties of sodium caseinate and stearic acid based film-forming emulsions and edible films. *Journal of Food Engineering*. 116: 598-605.
- Roiyana M, Izzati M, Prihastanti E. 2012. Potensi dan Efisiensi Senyawa Hidrokoloid Nabati sebagai Bahan Penunda Kematangan Buah. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 20 (2): 40-50.
- Rudito. 2005. Perlakuan Komposisi Gelatin dan Asam Sitrat dalam Edible Coating yang Mengandung Gliserol pada Penyimpanan Tomat. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 6 (1): 1-6.
- Sabarisman I, Suyatma NE, Ahmad U. 2015. Physical-Mechanical and Antimicrobial Properties of Pectin Films Incorporated with ZnO Nanoparticles and Stearic Acid. Abstract Proceeding of International Conference for Quality Improvement and Development of Food Product. Padang: PATPI Sumatera Barat.
- Santosa B. 2007. Penentuan Umur Petik dan Pelapisan Lilin Sebagai Upaya Menghambat Kerusakan Buah Salak Pondoh Selama Penyimpanan pada Suhu Ruang. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 8 (3): 153 – 159.
- Sumnu G, Bayindirli L. 1997. A Review on Preservation of Fruits by Sucrose Polyester Coatings. *GIDA*. 22 (3) : 227 – 232.
- Suyatma NE, Ishikawa Y, Kitazawa H. 2013. Nanoreinforcement of Pectin Film to Enhance its Functional Packaging Properties by Incorporating ZnO Nanoparticles. *Advanced Materials Research*. 845: 451-456.
- Wrasiati LP, Sutardi, Damardjati P. 2001. Beewax coating to maintain quality of Snake fruit of Bali. *Mediagama* (3): 54 – 66.
- Zandi K, Weria Weisany, Hasan Ahmadi, Irajh Bazargan, Lotfali Naseri. 2013. Effect of Nanocomposite-Based Packaging on Postharvest Quality of Strawberry during Storage. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 2 (5): 28-36.

JMP-02-15-003 - Naskah diterima untuk ditelaah pada 27 Februari 2015. Revisi makalah disetujui untuk dipublikasi pada 21 Maret 2015. Versi Online: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jmp>