

Sintesis Nanopartikel ZnO dan Aplikasinya sebagai *Edible Coating* Berbasis Pektin untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Belimbing

Synthesis of ZnO Nanoparticles and their Application as Edible Coatings Based on Pectin to Extend the Shelf Life of Averrhoa carambola

Muhammad Fajri Romadhan^{1a}, Shanti Pujilestari¹

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pangan dan Kesehatan Universitas Sahid Jakarta
Alamat: Jl. Prof. DR. Soepomo No.84, RT.7/RW.7, Menteng Dalam, Tebet, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12870, Indonesia

^aKorespondensi: Muhammad Fajri Romadhan, E-mail: fajriramadhan85@gmail.com

(Diterima oleh Dewan Redaksi: 25 - 01 - 2019)

(Dipublikasikan oleh Dewan Redaksi: 30 - 04 - 2019)

ABSTRACT

ZnO-nanoparticles (NP-ZnO) are particles that have broad spectrum antimicrobial activity which can inhibit the growth of Gram-negative and Gram-positive bacteria, yeasts, and molds. The purpose of this study was to examine the effect of edible coating pectin+NP-ZnO on the shelf life of Carambola. Nanoparticles were synthesized by precipitation method using three different heating temperatures of 60,80, and 100°C for 2 hours and heated at 500°C for 5 hours. The nanoparticles formed were characterized using Fourier Transform Infra Red (FTIR), Particle Size analyzer (PSA), and Scanning Electron Microscopy (SEM). The result of FTIR analysis showed that ZnO nanoparticles had been formed with a peak at a wavelength of 474cm⁻¹. The best temperature for the synthesis of ZnO nanoparticles was 80°C with an average particle size of 43.1nm. The result of SEM analysis showed that the formed nanoparticles have spherical morphology. The result of the antimicrobial test using the Total Plate Count (TPC) method showed that ZnO-nanoparticles could inhibit the growth of *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, and *Penicillium Sp*. Application of edible coating pectin+nanoparticles in Carambola showed a decreasing in weight loss, the maintaining of the fruit color stability, and the preventing of fruit damage caused by molds for eight days of storage.

Keywords: ZnO nanoparticles, edible coating, antimicrobial, shelf life, Averrhoa carambola

ABSTRAK

Nanopartikel ZnO (NP-ZnO) merupakan partikel yang mempunyai aktivitas antimikroba cukup luas yaitu dapat menghambat pertumbuhan bakteri Gram negatif, Gram positif, khamir dan kapang. Nanopartikel ZnO dapat digunakan sebagai bahan tambahan untuk memperbaiki sifat mekanik dan fungsional dari *edible coating* yang berbasis pektin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh *edible coating* pektin+NP-ZnO terhadap masa simpan buah belimbing. Nanopartikel disintesis dengan metode presipitasi menggunakan tiga suhu pemanasan yang berbeda yaitu 60, 80 dan 100°C selama 2 jam dan ditanur pada suhu 500°C selama 5 jam. Nanopartikel yang terbentuk dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*, *Particle Size Analyzer (PSA)* dan *Scanning Electron Microscopy (SEM)*. Hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa nanopartikel ZnO telah terbentuk dengan adanya puncak pada panjang gelombang 474 cm⁻¹. Suhu sintesis nanopartikel ZnO terbaik adalah 80°C dengan ukuran partikel rata-rata 43.1 nm. Hasil analisis SEM memperlihatkan bahwa nanopartikel yang terbentuk mempunyai morfologi bulat. Hasil uji antimikroba dengan metode *Total Plate Count (TPC)* memperlihatkan nanopartikel ZnO dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus*, *Escherichia Coli* dan kapang *Penicillium Sp*. Aplikasi *edible coating* pektin+ Nanopartikel ZnO 1% pada buah belimbing memperlihatkan penurunan susut bobot, menjaga warna buah lebih stabil dan mencegah kerusakan buah yang ditimbulkan kapang selama delapan hari penyimpanan.

Kata kunci: nanopartikel ZnO, *edible coating*, antimikroba, umur simpan, belimbing

Romadhan, Muhammad Fajri, Shanti Pujilestari. 2018. Sintesis Nanopartikel ZnO dan Aplikasinya sebagai *Edible Coating* Berbasis Pektin untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Belimbing. *Jurnal Agroindustri Halal* 5(1): 030 - 038.

PENDAHULUAN

Kontaminasi pasca proses produksi adalah salah satu penyebab utama kerusakan produk pangan yang akan menjadi beban ekonomi bagi industri makanan. Pengembangan bahan kemasan pangan terutama ditujukan untuk mencegah kerusakan pangan, memperpanjang umur simpan dari produk yang dikemas untuk menjamin keselamatan konsumen. Salah satu solusi cerdas untuk mengurangi penggunaan pengawet makanan adalah dengan membuat kemasan antimikroba, yaitu bahan pengawet ditambahkan tidak pada produk pangan melainkan ditambahkan pada bahan kemasan.

Logam ZnO dapat digunakan sebagai bahan pengisi nanopartikel dari suatu polimer penyusun matriks kemasan. ZnO merupakan zat kimia yang aman, Badan Pangan Amerika (FDA) menyatakan bahwa seng termasuk dalam bahan GRAS (*Generally Recognize as Safe*). Beberapa penelitian menyebutkan bahwa nanopartikel seng oksida mempunyai aktivitas anti-mikroba : sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* (Romadhan *et al.*, 2016), *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis* dan *Escherichia coli* (Jin *et al.*, 2009). Selain itu ZnO juga dapat berfungsi sebagai antikapang seperti jenis kapang tertentu seperti terhadap *Botrytis cinerea* dan *Penicillium expansum* (He *et al.*, 2011).

Penelitian Wei *et al.* (2010) melaporkan bahwa nanopartikel emas dan perak yang didispersikan pada matriks pektin dapat memperbaiki sifat mekanik dan barrier dari kemasan dan dapat berpotensi memberikan efek antimikroba. Pektin adalah salah satu bahan yang dapat dipakai untuk membuat *edible film*. Arabi *et al.* (2012) melaporkan bahwa seng oksida akan mengganggu struktur DNA, sehingga sel mengalami kehilangan kemampuan untuk replikasi dan metabolisme protein seluler sehingga akan mencegah pertumbuhan dan perbanyakan dari sel bakteri. Espitia (2013) melaporkan bahwa terdapat beberapa penelitian tentang pektin sebagai *edible film* dapat diinkorporasikan dengan beberapa macam

bahan seperti bakteriosin, oregano, kayu manis dan *plasticizer* untuk memperbaiki sifat mekanik dan fungsionalnya.

Buah belimbing merupakan salah satu buah yang kaya akan vitamin C. Buah tersebut banyak dibudidayakan di DKI Jakarta (Badan Pengkajian Teknologi Penelitian (2008) dan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (1999)). Setelah dipanen, buah-buahan seperti belimbing tetap melakukan proses fisiologis sehingga dapat dianggap sebagai jaringan yang masih hidup. Aktivitas fisiologis tersebut tidak dapat dihentikan dan hanya dapat diperlambat sampai batas tertentu. Agar memiliki umur simpan yang tahan lama, beberapa faktor-faktor biologis pada buah belimbing yang penting untuk dihambat adalah respirasi, produksi etilen, transpirasi, faktor morfologis, kerusakan patologis, dan kerusakan fisik (Kristianingrum, 2007). Untuk itu, diperlukan upaya untuk memperpanjang umur simpan belimbing sampai waktunya dikonsumsi, salah satunya dengan mengaplikasikan *edible coating* bionanokomposit pektin/ZnO pada buah belimbing.

MATERI DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kimia Zn(NO₃)₂·4H₂O (*zinc nitrat*) dari Merck, pektin (Indonesia), NaOH dari Merck, dan air demineral. Peralatan analisis yang akan digunakan adalah *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) Spectroscopy Bruker dan untuk menghitung ukuran partikel yang terbentuk digunakan PSA Beckman Coulter Delsa Nano. Tempat penelitian yang digunakan untuk sintesis nanopartikel, pengujian antimikroba dan pengujian umur simpan buah belimbing adalah Laboratorium Teknologi Pangan USAHID Jakarta. Karakterisasi nanopartikel ZnO dilakukan di Laboratorium Nanotech, LIPI- Serpong dan Biofarmaka, Bogor.

Penelitian ini terbagi dalam tiga tahap, yaitu sintesis NP-ZnO, pembuatan larutan *edible coating* dan aplikasi larutan *edible coating* pada buah Belimbing. Sintesis NP-ZnO mengacu pada metode yang dilakukan oleh Romadhan (2016) dengan beberapa

modifikasi. Sebanyak 1,3072 g seng nitrate dilarutkan dalam 500 ml air demineral dan ditambahkan dengan larutan NaOH 4M hingga mencapai pH 13 dan diaduk diatas *hot plate stirrer*. Tambahkan pektin sebanyak 7,5 mg ke dalam larutan dan panaskan pada suhu 80°C selama dua jam dan dinginkan hingga mencapai suhu ruang. Setelah mencapai suhu ruang endapkan larutan dengan menggunakan sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Ambil dan keringkan endapan yang terbentuk pada suhu 105°C selama 5-6 jam. Bubuk NP-ZnO kemudian di panaskan pada suhu 500°C selama 5 jam dan didinginkan hingga suhu ruang di dalam desikator.

Pembuatan *edible coating* dimulai dari pendispersian 100 mg NP-ZnO di dalam 1.000 ml pelarut (air demineral) dan dihomogenisasi dengan menggunakan ultaturax selama 2 menit. Campurkan 10 g pektin kedalam larutan dispersi NP-ZnO dan diaduk hingga rata. Tambahkan 1ml *plasticizer* gliserol dan panaskan larutan pada suhu 60°C selama 10 menit dengan menggunakan ultraturax.

Belimbing dengan tingkat kematangan 80% disortasi berdasarkan ukuran dan warna yang seragam dan bebas dari serangan hama. Permukaan belimbing dicuci dengan air bersih dan disterilisasi dengan dicelupkan dalam larutan natrium bikarbonat 0,9% selama 3 menit kemudian dikeringkan. Belimbing selanjutnya dicelupkan ke dalam larutan *edible coating* selama 20 detik dan ditiriskan. Belimbing tanpa pencelupan dianggap sebagai kontrol. Sampel belimbing disimpan pada suhu ruang pada suhu 25°C dan dilakukan pengujian secara berkala.

Parameter Pengamatan

Karakterisasi Nanopartikel ZnO

Sampel NP-ZnO dianalisis *finger print*-nya dengan menggunakan Spektrofotometer FTIR (Bruker Tensor 37). Sampel NP-ZnO dicampur dengan potassium bromida dengan perbandingan 1:5. Campuran tersebut dimampatkan menjadi pelet dengan menggunakan tekanan hidrolis sebesar 5ton selama 5 menit. Cakram diukur pada panjang gelombang 400–4000 cm^{-1} . Hasil yang

diperoleh berupa spektra FTIR. Morfologi nanopartikel diamati dengan menggunakan scanning electron microscope (SEM Zeiss EVO MA10) dengan perbesaran 5.000-10.000x dengan resolusi 200 Å dan akselerasi tegangan sebesar 11 kV. Distribusi ukuran nanopartikel ZnO akan dianalisa dengan Particle Size Analyzer (PSA) Beckman Couter Delsa Nano. Bubuk nanopartikel akan dilarutkan dengan air demineral dan dianalisa pada panjang gelombang 568 nm.

Pengujian Antimikroba Nanopartikel ZnO

Pengujian aktivitas antimikroba NP-ZnO menggunakan kultur uji bakteri *Bacillus cereus* (*B. cereus*), *Eschericia coli* (*E. coli*) dan kapang *Penicillium sp.* (isolate lokal). Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode *total plate count* (TPC) dimana kultur uji bakteri diambil 1 loop dan dimasukkan ke dalam nutrient broth (NB) 10ml. Bakteri uji kemudian diberi NP-ZnO sebanyak 0,1% (b/v NB) dan diinkubasi selama 10 menit. Setelah diinkubasi 10 menit, kultur uji diberi agar PCA dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 30°C. Pengujian antikapang dilakukan dengan metode kontak, dimana pada agar PDA akan diberikan NP-ZnO sebanyak 0,1% (b/v agar PDA) dan dipadatkan di dalam cawan petri. Kultur uji kapang diletakkan di tengah media agar dan diinkubasi sekitar 7 hari pada suhu 30°C.

Perubahan Mutu Belimbing

Susut bobot

Sampel belimbing ditimbang menggunakan neraca analitik untuk mengetahui susut bobot selama penyimpanan. Susut bobot mangga dihitung dengan persamaan:

$$W (\%) = \frac{(m_i - m_t)}{m_i} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

W= susut bobot (%)

m_i = masa awal (g)

m_t = masa akhir (g)

Perubahan warna

Karakteristik warna belimbing diuji dengan menggunakan kamera digital dan kondisi pencahayaan dikontrol agar stabil

dan jarak lensa kamera dengan sampel yaitu 30 cm. Parameter warna L, a dan b diperoleh dari analisis gambar menggunakan *software adobe photoshop CS3*. Hasil pengukuran yang didapat selanjutnya akan dikonversi kedalam nilai ΔL^* , Δa^* dan Δb^* untuk mendefinisikan perubahan warna yang terjadi.

Pengamatan fisik buah belimbing

Buah belimbing hasil dokumentasi akan dihitung titik kerusakannya. Observasi buah belimbing dari tingkat kerusakannya apakah masih layak dikonsumsi atau tidak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis identifikasi nanopartikel ZnO dengan FTIR

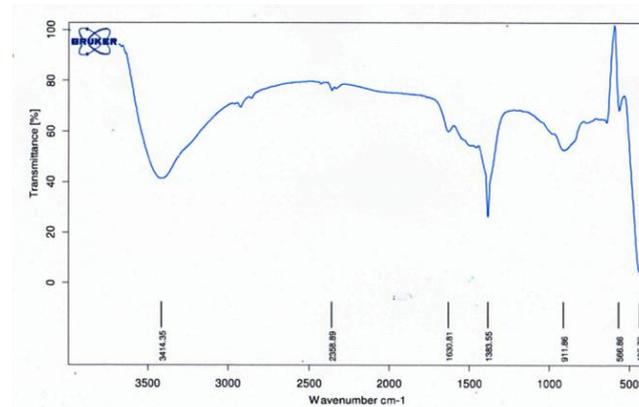
Identifikasi nanopartikel ZnO dengan FTR dapat dilihat pada Gambar 1 yang menunjukkan bahwa ada beberapa puncak yang terdeteksi. Jurablu (2015) menjelaskan bahwa regangan vibrasi dari Zn-O adalah diantara puncak 442 sampai 514 cm^{-1} . Puncak pada titik 457 cm^{-1} menunjukkan serapan regangan vibrasi dari ikatan Zn-O (Babu *et al.* 2013). Puncak ke 3508 cm^{-1} merupakan regangan vibrasi dari ikatan hidrosil (O-H) dan pada puncak ke 1392 cm^{-1} merupakan regangan vibrasi dari gugus-gugus karboksil (C-H) (Jurablu *et al.* 2015).

Pada hasil pengujian FTIR terlihat adanya puncak diantara panjang gelombang 435 cm^{-1} sampai 566 cm^{-1} . Puncak pada spektra hasil FTIR menandakan bahwa dengan metode presitasi telah berhasil memperoleh partikel ZnO yang selanjutnya akan dilakukan pengukuran besar partikel dari ZnO tersebut dengan menggunakan analisis PSA.

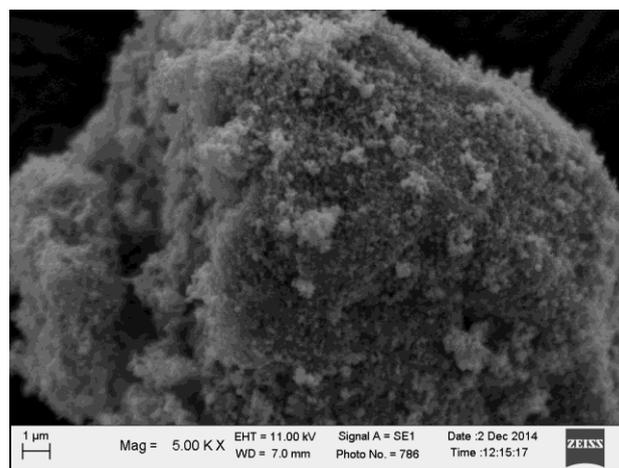
Analisis Morfologi Nanopartikel dengan SEM

Analisa SEM untuk mengamati nanopartikel ZnO diamati pada perbesaran 5.000 dan 20.000x. Hasil pengamatan pada Gambar 2 memperlihatkan bahwa nanopartikel teramati dalam kondisi teragregasi atau partikel-partikel kecil bergabung menjadi satu. Agregasi dapat terjadi karena pengaruh penambahan

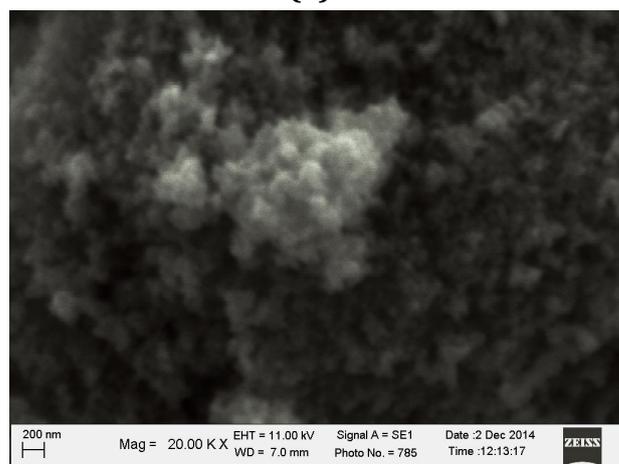
capping agent pada saat sintesis nanopartikel (Liu *et al.* 2012). Nanopartikel ZnO yang terbentuk mempunyai morfologi bulat dengan ukuran dibawah 100 nm.



Gambar 1. Identifikasi nanopartikel ZnO dengan FTIR



(a)



(b)

Gambar 2. Morfologi NP-ZnO pada perbesaran (a) 5.000 dan (b) 10.000

Analisis Ukuran Nanopartikel dengan PSA

Hasil pengukuran nanopartikel dengan PSA ditampilkan pada Tabel 1. Dari hasil pengukuran terlihat bahwa sintesis nano pada suhu 80°C mempunyai hasil yang lebih kecil yaitu dengan ukuran rata-rata partikel 43.1 nm. Hal ini menunjukkan bahwa suhu berperan penting terhadap pembentukan ukuran nanopartikel. Jiang (2011) melaporkan bahwa pada sintesis nanopartikel perak terjadi peningkatan ukuran dari 90 nm menjadi 180 nm ketika suhunya dinaikkan dari 17-28°C menjadi >32°C.

Selain suhu pada saat sintesis, ukuran nanopartikel juga dipengaruhi oleh suhu kalsinasi.

data $1,6 \times 10^8$ untuk bakteri *B. cereus* dan $1,72 \times 10^8$ untuk bakteri *E. Coli* dalam masa inkubasi sekitar 10 menit. Hasil ini menunjukkan bahwa nanopartikel ZnO dapat menghambat bakteri gram positif (*B. cereus*) lebih baik daripada bakteri gram negatif (*E. Coli*). Emami-Karvani dan Chehrazi (2012) juga melaporkan bahwa bakteri gram negatif lebih resisten dibandingkan dengan bakteri gram positif.

Tabel 2. Pengujian aktivitas antimikroba ZnO nanopartikel pada bakteri *B. cereus* dan *E. coli* dengan metode TPC

Perlakuan	Hasil Pengukuran (10^7)	
	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>
Kontrol	22,4	23,5
ZnO nanopartikel	6,4	6,3

Tabel 1. Ukuran nanopartikel dengan PSA

Sintesis nanopartikel ZnO	Ukuran partikel (nm)		Rata-rata ukuran	Rata-rata Polydispersity index
	1	2	(nm)	
Suhu 60°C	97.9	92.8	95.4	0.7
Suhu 80°C	44.9	41.3	43.1	0.3
Suhu 100°C	492.5	412.8	452.7	0.5

Hasil Pengujian Aktivitas Antimikroba

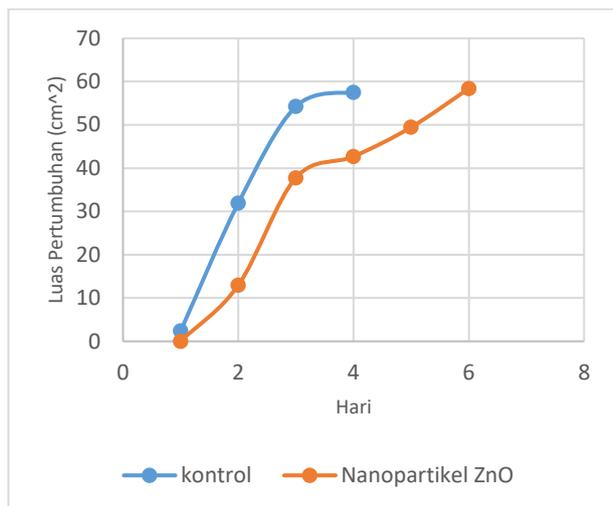
Pengujian bakteri

ZnO nanopartikel diketahui mempunyai aktivitas antimikroba diantaranya efektif terhadap bakteri gram negatif, bakteri gram positif, dan khamir (Emami-Karvani dan Chehrazi, 2012; Janaki et al. 2015; dan Romadhan et al. 2016). ZnO nanopartikel terpilih diuji aktivitas antimikrobanya dengan menggunakan bakteri *B. cereus*, *E. coli* dan kapang *Penicillium sp.* Hasil Pengujian *B. cereus* dan *E. coli* pada kontrol dan ZnO nanopartikel dengan metode TPC dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pengukuran aktivitas antibakteri nanopartikel ZnO terhadap bakteri *B. cereus* dan *E. Coli* dapat menurunkan jumlah bakteri yang cukup signifikan yaitu dengan selisih

Pengujian kapang

Luas pertumbuhan kapang pada kontrol dan nanopartikel dengan metode kontak dapat dilihat pada Gambar 3. Dari hasil pengamatan terlihat bahwa kapang *Penicillium sp.* yang tumbuh pada media kontrol terlihat tumbuh lebih cepat apabila dibandingkan dengan media yang diberi tambahan nanopartikel ZnO. Dari gambar terlihat bahwa pada pengujian kontrol yaitu tanpa penambahan nanopartikel, kapang sudah mencapai luas 58.4 cm² ketika diinkubasi selama 4 hari, sedangkan pada cawan yang ditambahkan nanopartikel ZnO, kapang dapat tumbuh mencapai luas 56.7 cm² pada hari ke 6.



Gambar 3. Luas pertumbuhan kapang *Penicillium sp.*

Hasil pengujian pada kapang *Penicillium sp.* menunjukkan bahwa nanopartikel ZnO mempunyai aktivitas antikapang. Jasim (2015) menyatakan bahwa ZnO nanopartikel dapat menghambat pertumbuhan kapang *Aspergillus fumigatus* dan khamir *Candida albicans*. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa nanopartikel ZnO dapat menghambat pertumbuhan kapang *Aspergillus niger* dan *Fusarium oxysporum* (Romadhan *et al.* 2016).

Perubahan Mutu Buah Belimbing

Susut bobot buah belimbing

Pengukuran susut bobot buah belimbing yang dilapisi dengan *edible coating* Pektin-nanopartikel ZnO selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 3. Dari hasil pengamatan terlihat bahwa antara buah tanpa pelapisan (kontrol), buah yang dilapisi pektin tanpa ZnO (ZnO 0%) dan buah yang dilapisi pektin+ ZnO (ZnO1%) memiliki % susut bobot yang tidak berbeda signifikan. Menurut Kittur *et al.* (2001), buah yang dilapisi menggunakan pelapis dari polisakarida tunggal tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kenaikan susut bobot karena banyak mempunyai gugus hidrofilik. Penambahan nanopartikel ZnO hanya sedikit berpengaruh dalam penurunan % susut bobot yaitu menurunkan sekitar 1% dibandingkan kontrol.

Tabel 3. Pengukuran % susut bobot buah belimbing

Perlakuan	% Susut Bobot Buah Belimbing			
	hari 2	hari 4	hari 6	hari 8
Kontrol	3.38	8.01	18.21	24.77
ZnO 0%	3.86	8.16	17.91	24.03
ZnO 1%	3.73	7.98	17.55	23.66

Perubahan warna buah belimbing

Perubahan warna pada belimbing dengan mengamati parameter warna Hunter L, a, b yang selanjutnya dihitung untuk menghasilkan ΔL^* , Δa^* , dan Δb^* yang akan digunakan untuk mendeskripsikan warna dengan sistem notasi hunter dengan buah hari kedua dijadikan buah standar pengukuran warna. Dari Tabel 4 terlihat bahwa warna kecoklatan atau *Browning index* (BI) yang paling besar terjadi pada buah belimbing kontrol pada hari kedelapan dengan nilai sebesar 328.97. Laju peningkatan BI yang semakin besar, menandakan tingkat kematangan yang semakin cepat, hal ini terjadi pada buah kontrol.

Nilai Δa^* pada analisa warna menunjukkan warna yang lebih merah dibandingkan nilai standar. Nilai Δa^* pada setiap buah uji terlihat meningkat, sehingga semakin lama penyimpanan maka intensitas warna merah semakin tinggi. Pada nilai Δb^* terlihat nilai paling tinggi terjadi pada hari keenam, selanjutnya terjadi penurunan kembali. Nilai Δb^* menunjukkan warna kekuningan dari buah, sehingga nilai kuning pada buah maksimal terjadi pada hari keenam. Dari hasil analisa warna diatas maka dapat diketahui bahwa semakin lama penyimpanan maka intensitas warna merah akan meningkat dan buah akan menjadi warna jingga atau kemerahan, sehingga akan meningkatkan nilai BI dan Δa^* pada pengukuran warna.

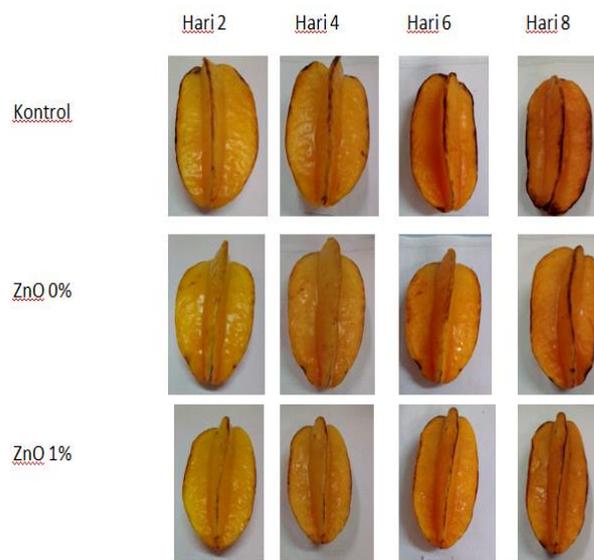
Tabel 4. Perubahan warna belimbing selama masa penyimpanan

Pengukuran	kontrol			ZnO 0%			ZnO 1%		
	BI	Δa^*	Δb^*	BI	Δa^*	Δb^*	BI	Δa^*	Δb^*
Hari 4	277.7	23.02	249.53	269.29	39.16	250.54	240.28	14.03	244.72
Hari 6	281.32	35.26	250.9	277.83	39.28	251.17	267.45	20.71	255.55
Hari 8	328.97	103.34	241.74	316.03	81.67	245.02	306.2	69.01	245.76

Penampakan fisik buah selama penyimpanan

Penampakan fisik buah belimbing selama 8 hari penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 4. Terlihat bahwa kerusakan buah kontrol dan ZnO 0% mulai terjadi pada hari keenam dan sedangkan buah belimbing ZnO 1% masih terlihat bagus. Pada hari kedelapan belimbing kontrol sudah tidak layak untuk dikonsumsi karena terlihat banyak kerusakan buah yang terjadi, sedangkan pada buah ZnO 0% masih layak untuk dikonsumsi walaupun mulai terjadi kerusakan di tiga titik. Pada buah belimbing ZnO 1% terlihat hanya satu titik kerusakan sampai masa simpan 8 hari, hal ini menunjukkan bahwa penambahan nanopartikel ZnO dapat menekan kerusakan pada buah belimbing.

Lin *et al.* (2012) melaporkan bahwa kerusakan pada buah belimbing dapat disebabkan oleh kapang *Fusarium proliferatum* yang menyebabkan warna coklat gelap pada *peduncle* dan *pedicel* yang dikenal dengan nama *brown rot disease*. Penelitian dari Romadhan *et al.* (2016) menjelaskan bahwa nanopartikel ZnO dapat menghambat pertumbuhan dari kapang *Fusarium Oxysporum*, dengan demikian penambahan nanopartikel ZnO diharapkan dapat mencegah penyakit *brown rot disease* pada belimbing. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa penambahan *edible coating*+ZnO 1% pada buah belimbing, dapat meningkatkan masa simpan selama 2-3 hari dibandingkan kontrol.



Gambar 4. Penampakan fisik buah belimbing selama 8 hari penyimpanan

KESIMPULAN

Sifat mekanis dan fungsional *edible coating* pektin dapat diperbaiki dengan penambahan nanopartikel ZnO. Dengan metode presipitasi, nanopartikel ZnO berhasil dibentuk dan mempunyai ukuran terbaik sebesar 43.1 nm. Nanopartikel ZnO terbukti dapat menghambat laju pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* dan *Escherichia coli*, serta menghambat pertumbuhan kapang *Penicillium sp.* Aplikasi *edible coating* pektin+Nanopartikel ZnO pada buah belimbing dapat menurunkan susut bobot, mencegah kerusakan akibat kapang dan mempertahankan stabilitas warna. Dengan penambahan *edible coating*, masa simpan buah belimbing dapat diperpanjang 2-3 hari lebih lama dibandingkan kontrol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemenristek Dikti yang telah membiayai penelitian ini melalui skema hibah penelitian dosen pemula tahun anggaran 2018

DAFTAR PUSTAKA

- Arabi F, Imandar M, Negahdary M, Imandar M, Noughabi MT, Akbari-dastjerdi H, Fazilati M. 2012. Investigation anti-bacterial effect of zinc oxide nanoparticles upon life of *Listeria monocytogenes*. *Annals of Biol Resc.* 3(7):3679-3685.
- [BPTP] Badan Pengkajian Teknologi Pertanian 2008. Pupuk dan pemupukan tanaman belimbing. Departemen Pertanian RI: Jakarta.
- [BPPP] Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 1999. Budidaya belimbing manis secara agribisnis di DKI Jakarta. Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian DKI Jakarta: Jakarta.
- Babu KS, Reddy AR, Sujatha C, Reddy KV, Mallika AN. 2013. Synthesis and optical Characterization of porous ZnO. *Journal of Advanced Ceramics.* 2(3):260-265.
- Espitia PJP, Du WH, Avena-Bustillos RJ, Soares NFF, McHuhg TH. 2013. Edible Films from Pectin: Physical-Mechanical and Antimicrobial Properties –A Review. *Food Hydrocolloids* 35:287-296.
- Emami-Karvani Z, Chehrazi P. 2011. Antibacterial activity of ZnO Nanoparticle on gram positive and gram-negative bacteria. *Afr J Microbiol Res.* 5(12): 1368-1373.
- He L, Liu Y, Mustapha A, Lin M. 2011. Antifungal activity of zinc oxide nanoparticles against *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum*. *Microbiol Res.* 166:207–215.
- Janaki AC, Sailatha E, Gunasekaran S. 2015. Synthesis, characteristics and antimicrobial activity of ZnO nanoparticles. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc.* 144: 17-22.
- Jasim NO. 2015. Antifungal activity of Zinc Oxide Nanoparticles on *Aspergillus Fumigatus* Fungus & *Candida Albicans* Yeast. *J Nat Sci Res* 5(4).
- Jiang XC, Chen WM, Chen CY, Xiong SX, Yu AB. 2011. Role of temperature in the growth of silver nanoparticles through a synergetic reduction approach. *Nanoscale Res Lett* 6(1): 32
- 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. *J Food Sci.* 74:46-52.
- Jurablu S, Farahmandjou M, Firoozabadi AM. 2015. Sol-Gel Synthesis of Zinc Oxide (ZNO) Nanoparticles: Study of Structural and Optical Properties. *J Sci I R Iran* 26(3):281-285
- Kittur F, Saroja N, Habibunnisa, Tharanathan R. 2001. Polysaccharide- based composite coating formulation for shelf-life extension of fresh banana and mango. *Eur Food Res Technol* 213(4-5):306-311
- Kristianingrum S. 2007. Beberapa metode pengawetan buah-buahan. FMIPA UNY: Yogyakarta.
- Lin T, Zhang C, Zhu P, Xu L, Nonomura T, Matsuda Y, Toyoda H. 2012. Identification and characterization of brown rot on import Carambola caused by *Fusarium proliferatum* in Shanghai. *Ann. Reot. Kansai Pl. Ptrot.* (54): 61-66
- Liu J, Legros S, Ma G, Veinot JGC, von der Kammer F, Hofman T. 2012. Influence of surface functionalization and particle size on the aggregation kinetics of engineered nanoparticles. *Chemosphere*, 87(8): 918-924
- Romadhan MF, Suyatma NE, Taqi FM. 2016. Synthesis of ZnO Nanoparticles by Precipitation method with their antibacterial effect. *Indones J Chem*, 16(2), hlm. 117-123.
- Wei H, Sun H, Wang S, Chen G, Hou Y, Guo H, Ma X. 2010. Low Temperature H₂S Sensor

Based on Copper Oxide/tin Dioxide Thick
Film. J Natur Gas Chem. 19 (4): 393-396.