

## **EDIBLE COATING BERBASIS TAPIOKA DENGAN PENAMBAHAN BEESWAX DAN EKSTRAK TEH HIJAU PADA BUAH APEL MALANG POTONG**

### **[CASSAVA-STARCH EDIBLE COATING WITH THE ADDITION OF BEESWAX AND GREEN TEA EXTRACT TOWARDS FRESH-CUT MALANG APPLE]**

Ratna Handayani<sup>1\*</sup>, Aldwin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan, Jl. M. H. Thamrin Boulevard  
Lippo Karawaci Tangerang

\*Korespondensi penulis : ratna.handayani@uph.edu

#### **ABSTRACT**

*Fresh-cut fruits are a type of food product which has seen an increase in recent years, because of its practicality. However, some disadvantages such as short shelf-life and rapid deterioration of quality persists. One such solution to increase shelf-life and inhibit deterioration of fresh-cut fruits are usage of edible coating, which is a type of packaging meant to be eaten with the food itself. Usage of additional components can be utilised to better the properties of edible coating. This research was aimed to create an edible coating from tapioca starch with addition of beeswax and green tea extract to increase its value and application towards fresh-cut malang apple. A variation of several concentrations of green tea extract (0.25%, 0.5%, 0.75%, 1%) and beeswax (0.25%, 0.5%, 0.75%) were used to create an edible coating and observe its effect on fresh-cut malang apple. Addition of green tea extract and beeswax in edible coating are meant to improve Water Vapor Transmission Rate (WVTR), tensile strength, elongation, and thickness properties. Edible coating with addition of 0.75% green tea extract and 0.5% beeswax was chosen to be applied to fresh-cut malang apple. The use of such edible coating was found to inhibit deterioration of quality in fresh-cut malang apple in cold and room temperature storage.*

**Keywords** : apple, beeswax, edible coating, edible film, fresh-cut, green tea extract

#### **ABSTRAK**

Buah potong merupakan salah satu produk pangan yang mengalami peningkatan dalam beberapa tahun terakhir, karena kepraktisannya. Beberapa kelemahan dari buah potong yaitu umur simpan yang singkat dan penurunan kualitas yang cepat. Salah satu cara untuk meningkatkan umur simpan dari buah potong dengan penerapan *edible coating*, yaitu proses pengemasan terhadap produk pangan yang aman dikonsumsi bersama produk. Penggunaan komponen tambahan dapat meningkatkan kualitas dan memperbaiki kualitas *edible coating*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat *edible coating* berbasis tapioka dengan penambahan *beeswax* dan ekstrak teh hijau untuk meningkatkan nilai guna dari *edible coating* dan pelapisan terhadap apel malang potong. Pada penelitian ini dilakukan variasi konsentrasi penambahan ekstrak teh hijau menggunakan air (0,25%, 0,5%, 0,75%, 1%) dan *beeswax* (0,25%, 0,5%, 0,75%), serta pelapisan pada buah apel malang potong untuk melihat pengaruh dan juga perubahan mutu yang terjadi. Penambahan ekstrak teh hijau dan *beeswax* berfungsi untuk memperbaiki kualitas dari sifat *edible coating* dari segi aktivitas antioksidan, total kandungan fenolik, *laju transmisi uap air*, kuat tarik, elongasi, serta ketebalan. *Edible coating* dengan formulasi penambahan ekstrak teh hijau 0,75% dan *beeswax* 0,5% dipilih sebagai formulasi terbaik digunakan dalam pelapisan pada buah apel malang

potong. Pelapisan *edible coating* pada buah apel malang potong dapat menghambat penurunan kualitas sebesar 40% yang terjadi selama masa penyimpanan dalam suhu ruang (27°C) maupun suhu dingin (5°C).

**Kata kunci :** apel, *beeswax*, buah potong, *edible coating*, *edible film*, ekstrak teh hijau

## PENDAHULUAN

Produk pangan terolah minimal merupakan produk pangan yang telah mengalami proses pengolahan tanpa mengubah karakteristik dasar dari produk pangan tersebut (Siddiqui dan Rahman, 2015). Beberapa tahun terakhir terdapat *trend* yang menunjukkan peningkatan permintaan atas produk pangan terolah minimal karena menawarkan kemudahan bagi konsumen (Ragaert *et al.*, 2004). Contoh produk pangan terolah minimal adalah buah potong.

Peningkatan permintaan atas produk pangan yang bersifat praktis dan mudah dikonsumsi seperti buah apel potong memicu perkembangan metode alternatif guna menghambat penurunan kualitas dan meningkatkan masa simpan, salah satunya penerapan *edible coating* (Vargas *et al.*, 2008).

*Edible coating* merupakan lapisan tipis yang melapisi produk pangan yang berfungsi melindungi produk terhadap kerusakan seperti menghambat pencoklatan, meningkatkan karakteristik produk dan dapat meningkatkan umur simpan produk tersebut. Keuntungan dari penerapan *edible coating*

adalah tidak menghasilkan limbah karena produk pangan yang diberi *edible coating* dapat langsung dikonsumsi (Dhall, 2013).

Pembuatan *edible coating* dapat dilakukan dengan penambahan komponen lain yang dapat meningkatkan sifat-sifat tertentu pada *edible coating* yang dibuat. Teh hijau dan *beeswax* merupakan bahan yang dapat ditambahkan dalam pembuatan *edible coating* yang bertujuan untuk meningkatkan aktivitas antioksidan, total kandungan fenolik, dan dapat menurunkan permeabilitas air pada produk pangan yang dilapisi. Ekstrak teh hijau merupakan sumber antioksidan yang kuat karena adanya komponen fenolik seperti katekin, kuersetin, mirisetin, kaemferol dan mirisetin (Preedy, 2014). *Beeswax* bersifat hidrofobik berperan dalam memperbaiki sifat permeabilitas air (Zhang, *et al.*, 2014).

Produk hortikultura dalam hal ini buah apel potong bersifat mudah rusak. Pelapisan buah apel potong menggunakan *edible coating* dengan penambahan ekstrak teh hijau dan *beeswax* dapat diketahui pengaruhnya terhadap karakteristik buah apel potong tersebut.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah apel malang 'Rome Beauty', pati tapioca 'Rose Brand', teh hijau 'Kepala Djenggot', beeswax 'Dokter Lebah', gliserol, akuades, NaOH, reagen Folin-Ciocalteu, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, indikator *phenolphthalin*, methanol, dan DPPH.

Alat yang digunakan adalah *freeze dryer* 'Christ', spektrofotometer 'Genesys', *texture analyzer* XT-plus, *Lloyd Instrument* LR 50K, dan mikropipet 100-1000 µL 'Thermo Scientific'.

### Metode Penelitian

#### Pembuatan *Edible Film*

Pati tapioka (3%), gliserol (1,5%) dan 100 ml akuades dipanaskan pada suhu 90°C selama 15 menit dengan *heater stirrer*. Tahap selanjutnya dilakukan pendinginan hingga suhu 65°C dan dilakukan penambahan beeswax (0,25%, 0,5%, 0,75%) dan *Tween 80* (1000 ppm) serta ekstrak teh hijau (0,25%, 0,5%, 0,75%, 1%). Lakukan pengadukan dengan *stirrer* selama 20 menit. Larutan dibiarkan pada suhu ruang hingga mencapai suhu 50°C, lakukan pencetakan pada *film applicator*, dan keringkan pada oven dengan suhu 60°C selama 20 jam.

#### Pelapisan *Edible Coating* pada Potongan Buah Apel (Baldwin, *et al.*, 1996; Chiumarelli dan Hubinger, 2012; Pérez-Gallardo *et al.*, 2014)

Buah apel yang telah dikupas dan dipotong, dilakukan penimbangan terlebih dahulu kemudian dicelupkan dalam larutan *edible coating* selama 30 detik, dikeringanginkan selama 30 menit, dan dilakukan pencelupan kedua selama 30 detik, dikeringanginkan selama 60 menit.

#### Parameter Uji

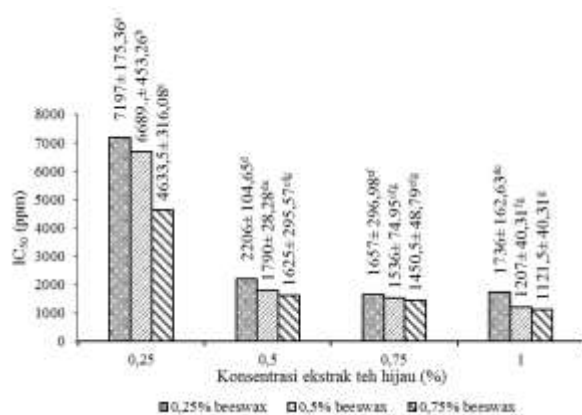
Parameter uji yang digunakan adalah aktivitas antioksidan (Cirillo dan Iemma, 2012; Tangkanakul *et al.*, 2009), total kandungan fenolik (Anesini *et al.*, 2008), *Water Vapor Transmission Rate* (WVTR) (ASTM, 2016), kuat tarik (Borges dan Carvalho, 2015), elongasi (Borges dan Carvalho, 2015), dan ketebalan (Guo *et al.*, 2012).

Parameter uji yang digunakan pada penerapan *edible coating* di buah apel potong adalah kekerasan (Bico *et al.*, 2009), susut bobot (Lin *et al.*, 2017), total asam tertitrasi (Nielsen, 2010), pH (Nielsen, 2010) dan uji sensori (Lawless dan Heymann, 2010).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Aktivitas antioksidan (IC<sub>50</sub>) Larutan *Edible Film*

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa terdapat pengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) pada interaksi konsentrasi ekstrak teh hijau dan *beeswax* terhadap aktivitas antioksidan larutan *edible film*.



Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ )

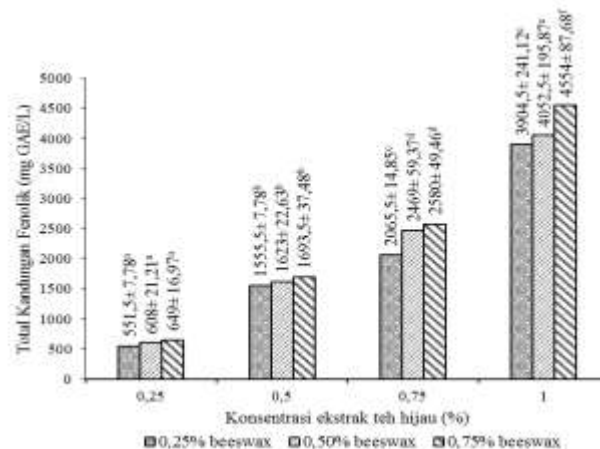
Gambar 1. Aktivitas antioksidan (IC<sub>50</sub>) larutan *edible film*

Aktivitas antioksidan tertinggi ditemukan pada larutan *edible film* dengan konsentrasi penambahan ekstrak teh hijau dan *beeswax* tertinggi. Hal ini dapat disebabkan oleh komponen aktif yang terdapat pada ekstrak teh hijau dan *beeswax* yang dapat berperan sebagai antioksidan pada larutan *edible film*. Semakin besar konsentrasi ekstrak teh hijau dan *beeswax* dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dari *edible film* (Sabaghi *et al.* (2015); Lopez *et al.* (2008).

Komponen aktif yang berperan sebagai antioksidan pada ekstrak teh hijau adalah katekin, mirisetin, kuersetin dan kaemferol. Sedangkan komponen aktif yang terdapat pada *beeswax* berupa karotenoid dan flavonoid seperti *chrysin* (Kędzia dan Hołderna-Kędzia, 2006; Volpi, 2004; Kurek-Górecka *et al.*, 2014).

### Total Fenolik Larutan *Edible Film*

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa terdapat pengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) pada interaksi konsentrasi ekstrak teh hijau dan *beeswax* terhadap total kandungan fenolik pada larutan *edible film*.



Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ )

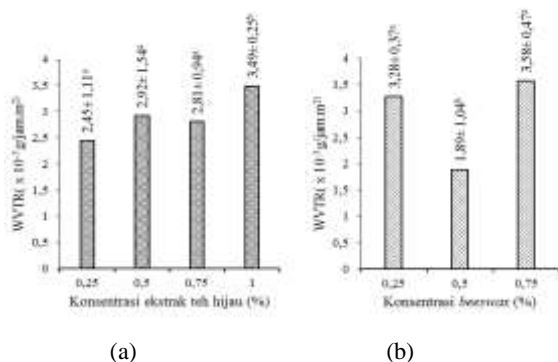
Gambar 2. Total fenolik larutan *edible film*

Total fenolik pada larutan *edible film* mengalami kenaikan seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak teh hijau dan *beeswax*. Hal ini disebabkan oleh adanya komponen fenolik seperti katekin, kuersetin

dan mirisetin pada ekstrak teh hijau (Lorenzo dan Munekata, 2016), dan juga terdapat komponen fenolik yang ditemukan pada *beeswax* (Sung dan Lin, 2017; Kędzia dan Hołderna-Kędzia, 2006; Volpi, 2004; Kurek-Górecka *et al.*, 2014).

### Laju Transmisi Uap Air

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa tidak terdapat interaksi ( $p > 0,05$ ) antara konsentrasi ekstrak teh hijau dan *beeswax* terhadap laju transmisi uap air *edible film*, tetapi terdapat pengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) pada konsentrasi ekstrak teh hijau dan konsentrasi *beeswax* yang ditambahkan terhadap WVTR *edible film*.



Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ )

Gambar 3. Pengaruh (a) konsentrasi ekstrak teh hijau dan (b) konsentrasi *beeswax* terhadap WVTR *edible film*

Konsentrasi ekstrak teh hijau semakin besar akan meningkatkan WVTR dari *edible film*. Menurut Perazzo *et al.* (2014) bahwa penambahan ekstrak teh hijau dalam pembuatan *edible film* dapat menurunkan

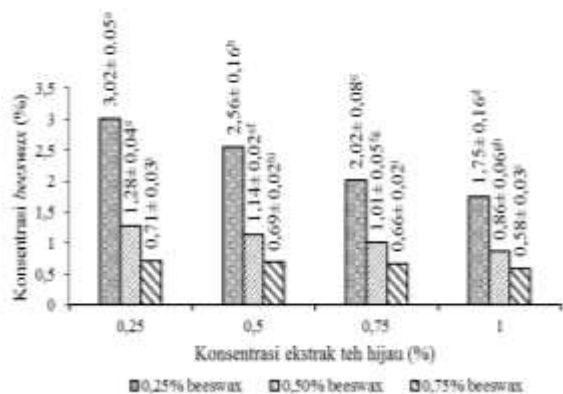
WVTR *edible film* yang terbentuk karena interaksi yang dapat meningkatkan ikatan matriks pada *film*. Komponen karotenoid yang terdapat pada ekstrak teh hijau dengan sisi hidrofobik melalui ikatan Van Der Waals pada amilosa dan amilopektin juga dapat menurunkan afinitas film tapioka terhadap air dengan membatasi kesediaan grup hidrogen untuk membentuk ikatan hidrofilik dengan air (Immel dan Lichtentaller, 2000). Ketidaksesuaian ini dapat disebabkan oleh interaksi tapioka dengan *beeswax* yang telah ditambahkan terlebih dahulu dan membentuk ikatan matriks pada *edible film*, sehingga penambahan ekstrak teh hijau yang bersifat higroskopis tidak dapat membentuk ikatan matriks dengan tapioka pada *edible film* dan menurunkan tingkat WVTR.

Penambahan *beeswax* menurunkan WVTR pada *edible film* yang terbentuk, tetapi konsentrasi di atas 0,5% meningkatkan WVTR. Penambahan komponen *beeswax* di atas 0,5% dapat meningkatkan kerapuhan dari *edible film* yang terbentuk, menyebabkan terjadinya robekan mikroskopis dan meningkatkan WVTR dari *edible film* (Bravin *et al.*, 2006). Penambahan komponen *beeswax* dapat menurunkan WVTR *edible film* karena bersifat hidrofobik (Moncmanová, 2007).

### Kuat Tarik

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa terdapat interaksi ( $p < 0,05$ ) antara konsentrasi ekstrak teh hijau dan *beeswax* yang ditambahkan terhadap kuat tarik *edible film*.

Peningkatan konsentrasi ekstrak teh hijau dan *beeswax* yang ditambahkan menurunkan kuat tarik dari *edible film* yang terbentuk. Hal ini disebabkan oleh hilangnya interaksi dari molekul-molekul pati (Warkoyo *et al.*, 2014), dan penambahan *lipid* dapat menyebabkan penyusunan ulang dari struktur protein pada *edible film*. Selain itu, *lipid* yang ditambahkan juga tidak dapat membentuk matriks yang kompak dan kontinu (Péroval *et al.*, 2002).



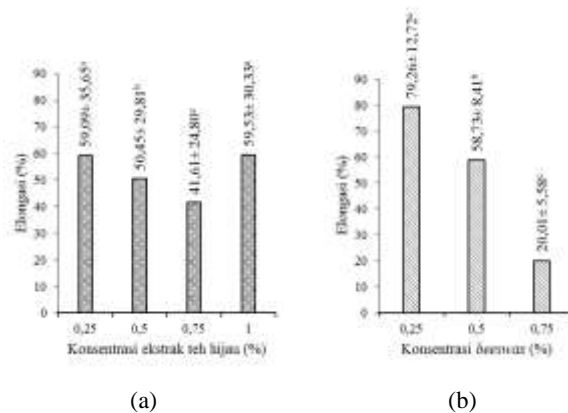
Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ )

Gambar 4. Pengaruh konsentrasi ekstrak teh hijau dan *beeswax* terhadap kuat tarik *edible film*

### Elongasi

Dapat dilihat dari Gambar 5 bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan ( $p > 0,05$ )

pada interaksi konsentrasi ekstrak teh hijau dan *beeswax* yang ditambahkan, tetapi pengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) pada konsentrasi ekstrak teh hijau dan *beeswax* terhadap kemampuan elongasi *edible film*.



Keterangan: Notasi berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ )

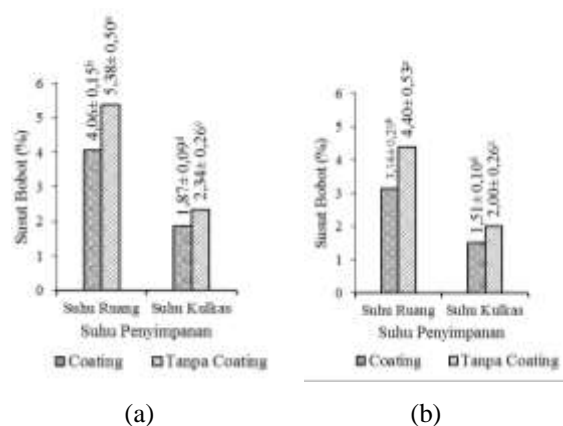
Gambar 5. Pengaruh (a) konsentrasi ekstrak teh hijau dan (b) konsentrasi *beeswax* terhadap kemampuan elongasi *Edible Film*

Peningkatan konsentrasi ekstrak teh hijau cenderung menurunkan kemampuan elongasi *edible film*. Ini dapat disebabkan oleh ekstrak teh hijau yang ditambahkan dapat menurunkan kekuatan ikatan matriks dan menyebabkan hilangnya interaksi dari molekul-molekul pati pada *edible film* (Warkoyo *et al.*, 2014). Peningkatan konsentrasi *beeswax* menurunkan kemampuan elongasi *edible film*. Ini dapat disebabkan oleh penambahan *lipid* menyebabkan penyusunan ulang dari struktur protein dari *film* dan karakteristik *lipid* yang tidak dapat membentuk matriks yang kompak

dan kontinu (Péroval *et al.*, 2002). Selain itu, penambahan *lipid* cenderung membuat *film* yang terbentuk sem

### Susut Bobot

Pada Gambar 7 terdapat interaksi antara suhu penyimpanan dan perlakuan *coating* terhadap susut bobot buah apel dari hari penyimpanan ke 1 dan hari penyimpanan ke 2.



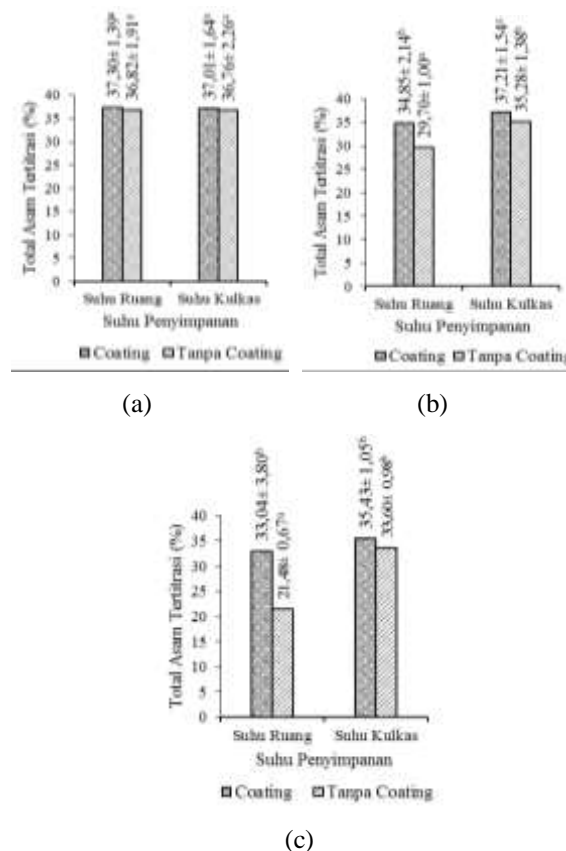
Keterangan: Notasi berbeda menandakan perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ )

Gambar 7. Pengaruh suhu penyimpanan dan perlakuan *coating* pada (a) hari ke 1 dan (b) hari ke 2 terhadap susut bobot buah apel

Penurunan susut bobot pada hari 1 ke 2 dibandingkan hari 0 ke 1 disebabkan oleh kandungan air yang terdapat di permukaan luar potongan apel masih tinggi, sehingga mudah mengalami penguapan. Sedangkan pada penyimpanan di hari 1 ke 2, kandungan air di permukaan buah sudah menguap dan tersisa di dalam daging buah, sehingga proses penguapan yang terjadi tidak terlalu cepat. Penurunan tingkat susut bobot juga dapat

disebabkan oleh kandungan air yang lebih rendah pada penyimpanan hari 1 ke 2 sehingga menurunkan tingkat penguapan yang terjadi pada buah apel potong (Figura dan Teixeira, 2007).

### Total Asam Titrasi



Keterangan: Notasi berbeda menandakan perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ )

Gambar 8. Pengaruh suhu penyimpanan dan perlakuan *coating* pada (a) hari ke-0, (b) hari ke-1, dan (c) hari ke-2 terhadap total asam tertitrasi pada buah apel

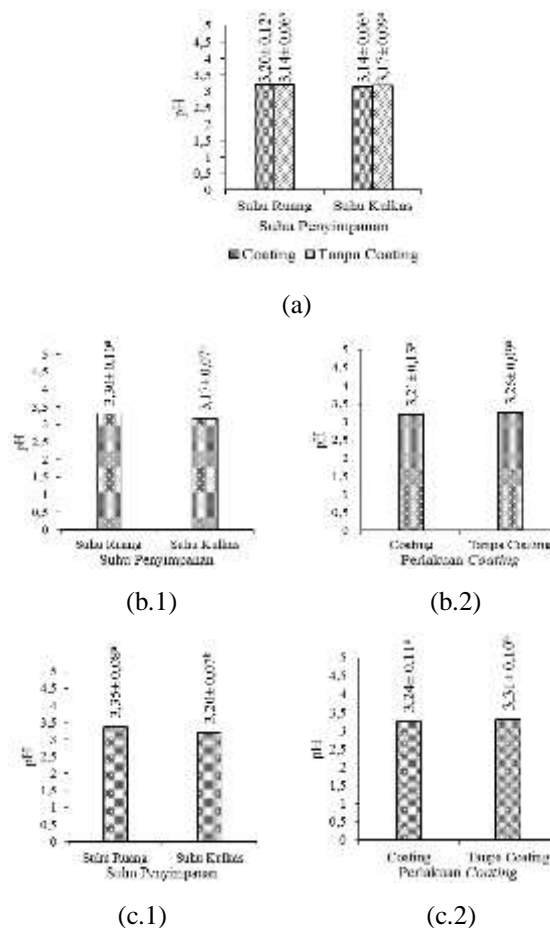
Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan ( $p \geq 0,05$ ) pada hari ke-0, dan terdapat interaksi ( $p \leq 0,05$ ) antara suhu penyimpanan dan

perlakuan *coating* pada hari ke-1 dan hari ke-2.

Total asam tertitrasi pada buah apel akan menurun seiring dengan lama penyimpanan yang dilakukan. Hal ini disebabkan karena asam-asam organik yang terkandung pada buah akan digunakan sebagai metabolit untuk melakukan proses respirasi dan menyebabkan kandungan total asam tertitrasi pada buah akan menurun (Dorey *et al.*, 2016). Pelapisan *edible coating* juga menghambat perubahan total asam tertitrasi karena dapat menghambat proses respirasi pada buah, sehingga menghambat penguraian asam organik yang terjadi pada buah (Lin dan Zhao, 2007). Penyimpanan pada suhu dingin (5°C) dapat menghambat respirasi dan metabolisme, sehingga dapat mempertahankan kandungan total asam tertitrasi pada buah (Tadesse *et al.*, 2015).

### pH

Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan ( $p > 0,05$ ) pada suhu penyimpanan maupun perlakuan *coating* terhadap pH pada hari ke-0, namun terdapat pengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) pada suhu penyimpanan di hari ke-1 dan hari ke-2 untuk suhu penyimpanan dan perlakuan *coating* terhadap pH dari buah apel potong.



Keterangan: Notasi berbeda menandakan perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ )

Gambar 9. Pengaruh suhu penyimpanan dan perlakuan *coating* pada (a) hari ke-0, (b) hari ke-1, dan (c) hari ke-2 terhadap perubahan pH Buah apel

Nilai pH dari buah apel meningkat seiring dengan lamanya penyimpanan. Hal ini dapat disebabkan karena proses respirasi yang terjadi pada buah apel akan mengurai asam-asam organik yang terdapat pada buah, sehingga meningkatkan pH dari buah apel mendekati netral (Lin dan Zhao, 2007; Tadesse *et al.*, 2015).



Pelapisan *coating* pada potongan buah apel juga menghambat peningkatan pH yang terjadi. Ini dapat disebabkan oleh pelapisan *coating* pada buah apel dapat menghambat proses respirasi dan juga metabolisme yang terjadi, sehingga menghambat penguraian asam-asam organik dan mempertahankan pH yang rendah. Kondisi penyimpanan pada suhu dingin (5°C) menghambat kenaikan pH pada buah apel potong. Ini disebabkan juga karena suhu dingin dapat menghambat proses respirasi pada buah (Lin dan Zhao, 2007; Tadesse *et al.*, 2015).

### KESIMPULAN

Formulasi yang terpilih dalam pembuatan *edible film* yang ditambahkan konsentrasi ekstrak teh hijau 0,75% dan *beeswax* 0,5%. *Edible film* dengan formula terbaik dalam pelapisan pada buah apel malang potong dikarenakan kualitas yang baik terhadap parameter yang diinginkan dari *edible coating*, yaitu WVTR yang rendah, nilai kuat tarik yang tinggi, elongasi yang baik, ketebalan yang memenuhi standar yaitu di bawah 0,25 mm, dan aktivitas antioksidan serta kandungan fenolik yang tinggi.

Penerapan formula terpilih *edible coating* pada buah apel malang potong dapat menghambat penurunan kualitas yang terjadi secara signifikan selama masa

penyimpanan buah apel pada suhu ruang (27°C) dan suhu dingin (5°C), yaitu menghambat penurunan kekerasan yang terjadi pada buah, susut bobot, perubahan nilai total asam tertitrasi dan pH yang. Penyimpanan dalam suhu dingin (5°C) dapat menghambat penurunan kualitas yang terjadi selama masa penyimpanan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anesini, C., Ferraro, G. E., and Filip, R. 2008. Total polyphenol content and antioxidant capacity of commercially available tea (*Camellia sinensis*) in Argentina. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56(19): 9225-229.
- ASTM. 2016. Standard Test Method for Water Vapor Transmission of Materials. ASTM E96/96M-16. ASTM Book of Standard, Vol. 04.06.
- Baldwin, . A., Hagenmaier, R., and Jinhe B. 2016. *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Borges, J.G., and Carvalho, R.A.D. 2015. Orally disintegrating films containing propolis: properties and release profile. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 104(4): 1431-439
- Bravin, B., Peressini, D. and Sensidoni, A. 2006. Development and application of polysaccharide–lipid edible coating to extend shelf-life of dry bakery products. *Journal of Food Engineering* 76(3): 280-90
- Chiumarelli, M., and Hubinger, M.D. 2012. Stability, solubility, mechanical and barrier properties of cassava starch – carnauba wax edible coatings to

- preserve fresh-cut apples. *Food Hydrocolloids* 28(1): 59-67.
- Cirillo, G. and Iemma, F. 2012. *Antioxidant Polymers: Synthesis, Properties and Applications*. USA: John Wiley and Sons.
- Dhall, R.K. 2013. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 53(5): 435-50
- Dorey, E., Fournier, P., Léchaudel, M., and Tixier, P. 2016. A statistical model to predict titratable acidity of pineapple during fruit developing period responding to climatic variables. *Scientia Horticulturae* 210 : 19-24
- Figura, L.O., and Teixeira, A.A. 2007. *Food Physics: Physical Properties - Measurement and Applications*. Heidelberg: Springer.
- Guo, X., Lu, Y. Cui, H. Jia, X. Bai, H. and Ma, Y. 2012. Factors affecting the physical properties of edible composite film prepared from zein and wheat gluten. *Molecules* 17(4): 3794-804
- Immel, S., and Lichtenthaler, F.W. 2000. The hydrophobic topographies of amylose and its blue iodine complex. *Starch – Stärke* 52(1): 1-8
- Kędzia, B. and Hołderna-Kędzia, E. 2006. The bee products in the nutrition and supplementation. *Post Fitoter* 4: 213–221
- Kurek-Górecka, A., Rzepecka-Stojko, A., Górecki, M., Stojko, J., Sosada, M., and Świerczek-Zięba, G. 2014. Structure and antioxidant activity of polyphenols derived from propolis. *Molecules* 19(1): 78-101
- Lawless, H.T., and Heymann, H. 2010. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. 2nd ed. New York: Springer.
- Lin, D., and Zhao, Y. 2007. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 6(3): 60-75
- Lin, M. G., O. Lasekan, N. Saari, and S. Khairunniza-Bejo. 2017. The effect of the application of edible coatings on or before ultraviolet treatment on postharvested longan fruits. *Journal of Food Quality* 2017: 1-11
- Lorenzo, J.M., and Munekata, P.E.S. 2016. Phenolic compounds of green tea: health benefits and technological application in food. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 6(8): 709-19
- Lopez, E., Illnait, J. Molina, V. Oyarzabal, A. Fernandez, L. Perez, Y. Mas, R. Mesa, M. Fernandez, J. Mendoza, S. Gomez, M. Jimenez, S. and Ruiz, D. 2008. Effects of D-002 (beeswax alcohols) on lipid peroxidation in middle-aged and older subjects. *Latin American Journal of Pharmacy* 27(5): 695-703
- Moncmanová, A. 2007. *Environmental Deterioration of Materials*. Southampton: WIT Press.
- Nielsen, S. 2010. *Food Analysis Laboratory Manual*. 2nd ed. Cham, Switzerland: Springer.
- Perazzo, K.K.N.C.L., Conceição, A.C.D.V. Santos, J.C.P.D.D.D.J. Assis, Souza, C.O. and Druzian, J.I. 2014. Properties and antioxidant action of actives cassava starch films incorporated with

- green tea and palm oil extracts. PLOS ONE 9(9)
- Pérez-Gallardo, A., García-Almendárez, B., Barbosa-Cánovas, G., Pimentel-González, D., Reyes-González, L.R., and Regalado, C. 2014. Effect of starch-beeswax coatings on quality parameters of blackberries (*Rubus* spp.). *Journal of Food Science and Technology* 52(9): 5601-610
- Péroval, C., Debeaufort, F., Despré, D. and Voilley, A. 2002. Edible arabinoxylan-based films : effects of lipid type on water vapor permeability, film structure, and other physical characteristics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(14): 3977-983
- Preedy, V. 2014. *Processing and Impact on Antioxidants in Beverages*. Oxford, UK: Academic Press.
- Ragaert, P., Verbeke, W., Devlieghere, F. and Debevere, J. 2004. Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Quality and Preference* 15(3): 259-70
- Sabaghi, M., Maghsoudlou, Y., Khomeiri, M. dan Ziaifar, A.M. 2015. Active edible coating from chitosan incorporating green tea extract as an antioxidant and antifungal on fresh walnut kernel. *Postharvest Biology and Technology* 110: 224-28
- Siddiqui, M.W. and Rahman, M.S. 2015. *Minimally Processed Foods Technologies for Safety, Quality, and Convenience*. Cham: Springer.
- Sung, W., and Lin, Y. 2017. Qualities of cookie made With beeswax-coconut oil organogels as replacement for shortening. *Journal of Food and Nutrition Research* 5(9): 697-707
- Tadesse, T.N., Mohammed, A. and Gebreselas. W. 2015. Degradation and formation of fruit color in tomato (*Solanum lycopersicum*) in response to storage temperature. *American Journal of Food Technology* 10(4): 147-57
- Tangkanakul, P., Auttaviboonkul, P., Niyomwit, B., Lowvitoon, N., Charoenthamawat, P. and Trakoontivakorn, G. 2009. Antioxidant capacity, total phenolic content and nutritional composition of Asian foods after thermal processing. *International Food Research Journal* 16: 571-80
- Vargas, M., Pastor, C., Chiralt, A., McClements, D.J., and González-Martínez. C. 2008. Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48(6): 496-511
- Warkoyo, W., Rahardjo, B., Marseno, D.W., dan Karyadi. J.N.W. 2014. Sifat fisik, mekanik dan barrier edible film berbasis pati umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) yang diinkorporasi dengan kalium sorbat. *Jurnal Agritech* 34(01) : 57-68
- Zhang, W., Xiao, H. and Qian, L. 2014. Enhanced Water Vapour Barrier and Grease Resistance of Paper Bilayer-coated with Chitosan and Beeswax. *Carbohydrate Polymers* 101: 401-06.
- Ranganna, S. 1986. *Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable products* 2<sup>nd</sup> Ed. New Delhi : Tata McGraw-Hill Pub. Co.Ltd.