

**PENGARUH JENIS PATI DAN LIPID TERHADAP SIFAT FISIKOKIMIA *EDIBLE FILM* KOMPOSIT SERTA APLIKASINYA SEBAGAI PENGEMAS DODOL NANAS*****THE EFFECT OF STARCH AND LIPID TYPE ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF COMPOSITE EDIBLE FILM AND ITS APPLICATION AS PINEAPPLE DODOL PACKAGING*****Nok Afifah<sup>1\*</sup>, Lia Ratnawati<sup>1</sup>, Doddy A. Darmajana<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Pusat Penelitian Teknologi Tepat Guna – LIPI

Jl. KS Tubun No. 5 Subang 41213,

\* E-mail kontributor utama: syabiljafa2008@gmail.com

Diterima : 27-08-2019

Direvisi : 31-10-2019

Disetujui : 07-11-2019

**ABSTRAK**

*Edible film* komposit telah dibuat dengan memvariasikan jenis pati (pati garut, ganyong, dan ubi kayu) dan jenis lipid (*beeswax* dan *beeswax-cocoa butter*). *Edible film* dibuat dengan mencampurkan pati, karagenan, *beeswax*, *cocoa butter*, gliserol, tween 80, dan aquades. Formula terpilih digunakan untuk membungkus dodol nanas. Dodol dibungkus dengan plastik polipropilena dan lembaran *edible film* dengan dan tanpa penambahan antimikroba-antioksidan. Parameter pengujian *edible film* meliputi ketebalan, laju transmisi uap air, kuat tarik, elongasi, dan warna. Dodol diuji kadar air, asam lemak bebas, warna (nilai 'L', 'a', dan 'b'), tekstur, dan angka lempeng total selama penyimpanan. Hasil penelitian menunjukkan pati dengan kadar amilosa lebih tinggi cenderung meningkatkan kuat tarik dan menurunkan elongasi. *Edible film* dari pati ubi kayu menghasilkan perbedaan warna yang lebih rendah daripada jenis pati lain. Penambahan *cocoa butter* menurunkan laju transmisi uap air, kuat tarik, dan elongasi, namun meningkatkan ketebalan dan perbedaan warna ( $\Delta E$ ). Komposit *edible film* berbasis pati garut dan *beeswax-cocoa butter* mempunyai laju transmisi uap air terendah dan digunakan untuk membungkus dodol nanas. Setelah penyimpanan selama 6 minggu pada suhu 30°C, kadar air dan *lightness* dodol menurun, sedangkan asam lemak bebas, nilai warna 'a' dan 'b', tekstur, dan angka lempeng totalnya meningkat. *Edible film* dengan penambahan antimikroba-antioksidan lebih baik dalam mempertahankan mutu dodol dibandingkan *edible film* tanpa antimikroba-antioksidan dengan nilai kadar air 10,49%, asam lemak bebas 0,086%, kekerasan 21.155gf, dan angka lempeng total 3,04log koloni/g pada akhir masa penyimpanan.

**Kata kunci:** antimikroba, antioksidan, dodol nanas, *edible film*, lipid, pati**ABSTRACT**

*Composite edible films were obtained by varying the starch source (canna, arrowroot, and cassava starch) and type of lipid (beeswax and beeswax-cocoa butter). It was prepared by blending starch, carrageenan, beeswax, cocoa butter, glycerol, tween 80 and aquadest. The chosen formulation was applied to cover pineapple dodol. The dodol was wrapped with polypropylene plastic and edible film with and without antimicrobial-antioxidant. The edible films were analyzed on the thickness, water vapor transmission rate, tensile strength, elongation, and color. The Dodol was evaluated on moisture content, free fatty acid, color components (L, a and b values), texture and total plate count during storage. The result showed that the starch with a high content of amylose tended to rise the tensile strength but less elongation. The edible film based on tapioca starch resulted lower in a different color than that of the other starches. The addition of cocoa butter decreased water vapor transmission rate, tensile strength, and elongation, but increased in thickness and color difference ( $\Delta E$ ). The composite edible film based on arrowroot starch and beeswax-cocoa butter had the lowest water vapor transmission rate and was applied to wrap the pineapple dodol. After storing the dodol for 6 weeks at 30°C, the moisture content and lightness (L value) of the dodol decreased, while the free fatty acid, color components 'a' and 'b',*

texture, and total plate count of the dodol increased. The edible films supporting with antimicrobial-antioxidant could preserve the quality of dodol better than edible films without antimicrobial-antioxidant with the moisture content of 10.49%, free fatty acid of 0.086%, hardness 21,155gf, and total plate count of 3.04 log colony/g on the end of the stored period.

**Keywords:** antimicrobial, antioxidant, edible film, pineapple dodol, lipid, starch

## PENDAHULUAN

Dodol umumnya dibuat dari tepung beras ketan, santan, gula dan beberapa bahan tambahan pangan (Chuah *et al.*, 2007). Ratnawati dan Mayasti (2019) mensubstitusi pemakaian tepung beras ketan dengan tepung mocaf dan memvariasikan konsentrasi gula dalam pembuatan dodol nanas. Dodol tergolong makanan semi basah dengan kadar air antara 10-40% dan Aw antara 0,60-0,80 sehingga rawan terhadap reaksi biologi dan biokimia yang berpengaruh terhadap mutu dodol tersebut (Musaddad dan Hartuti, 2003; Nasyiah dan Wijayanti, 2014). Pengemasan yang tepat diperlukan untuk mempertahankan mutu produk. Pada umumnya, bahan pengemas dodol menggunakan plastik polipropilena yang merupakan bahan *non-biodegradable* dan *non-edible*. Pengemas ini dapat menyebabkan masalah bagi lingkungan. Selain itu, konsumen saat ini menuntut kepraktisan dengan mengonsumsi produk pangan secara langsung (*ready to eat*). Beberapa tahun ini, mulai ada peningkatan ketertarikan dalam penggunaan bahan yang dapat dimakan untuk mengemas makanan (Costa *et al.*, 2018).

*Edible film* komposit terdiri dari komponen hidrokoloid dan lipid untuk mendapatkan keuntungan dari masing-masing komponen. Selain itu, keunggulan lain dari *edible film* juga mengandung *food aditif* (antioksidan dan antimikrobia) sehingga fungsinya lebih baik dalam menghambat proses oksidasi dan pertumbuhan mikrobia pada produk yang dikemas (Santoso *et al.*, 2007). Karagenan dan pati termasuk kelompok bahan hidrokoloid. Menurut Abdou dan Sorour (2014), *edible film* dari karagenan dapat disinergikan dengan pati untuk meningkatkan sifat mekanik film. Penggunaan pati didasarkan pada biaya yang relatif murah, kelimpahan bahan, dapat dimakan (*edible*) dan sifat termoplastiknya (Mali *et al.*, 2005). Beberapa lipid yang telah digunakan pada pembuatan *edible film* diantaranya *beeswax*, *carnauba wax*, *cocoa butter*, asam stearat (Chiumarelli dan Hubinger, 2014; Fadini *et al.*, 2013).

Penelitian terkait pemanfaatan *edible film* atau *edible coating* untuk mengemas produk pangan semi basah telah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya *edible coating* dari pati tapioka untuk mengemas lempok durian (Santoso *et al.*, 2005); *edible coating* berbasis pati sukun untuk pengemas jenang dodol (Triwarsita *et al.*, 2013), *edible film* sodium alginate untuk mengemas dodol rumput laut (Nasyiah dan Wijayanti, 2014), *edible film* dan *coating* dari mocaf untuk kemasan gelamai (Hafnimardiyanti dan Armin, 2017) dan penilaian sensoris dodol nanas yang dikemas *edible film* dari pati garut (Darmajana dan Ghaffar, 2018). Kerusakan bahan pangan dapat dikurangi dengan menambah bahan antimikroba dan antioksidan ke dalam larutan *edible film* (Santoso *et al.*, 2007; Utomo dan Hidayati, 2013). Penelitian terkait hal tersebut diantaranya penambahan antioksidan dalam *edible film* dari pati kolang kaling untuk mengemas lempok durian (Santoso *et al.*, 2007); minyak atsiri kemangi sebagai antimikroba dalam *edible coating* dari pektin untuk mengemas dodol lidah buaya (Utomo dan Hidayati, 2013).

Meskipun demikian, penelitian tentang karakteristik *edible film* yang disiapkan dari campuran karagenan-pati dengan kandungan amilosa yang berbeda dan lipid yang berbeda belum banyak dilakukan, termasuk pemanfaatannya untuk mengontrol kualitas dodol nanas. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh jenis pati dan lipid terhadap sifat mekanik, penghalang kelembaban, dan warna film. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan mutu fisik, kimia, dan mikrobiologi dodol nanas yang dibungkus dengan *edible film* selama penyimpanan pada suhu ruang.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati garut dan ganyong dari UKM Kusuka Ubiku (Yogyakarta), pati ubi kayu (tapioka) diproduksi PT. Budi Starch & Sweetener Tbk. (Lampung), karagenan dan *cocoa butter* dari Setia Guna (Bogor), gliserol, *beeswax*, tween 80, asam askorbat, dan natrium benzoat diperoleh dari Brataco (Bandung), dan dodol nanas dari UKM Alam Sari (Subang). Peralatan yang digunakan berupa botol timbang, micrometer (Mitutoyo), oven (Memmert), *colorimeter* (NH3), *Texture Analyzer* (TAXT-Plus Stable Micro Systems).

### Pembuatan *Edible Film*

Pembuatan *edible film* menggunakan formula pati (ganyong, garut, atau tapioka) 1%, karagenan 1%, gliserol 1%, tween 0,2%, *beeswax* 0,1%, *cocoa butter* 0,1% dan sisanya aquades. Pati dan karagenan dilarutkan dalam aquades sambil dipanaskan. Gliserol, tween 80, dan lelehan *beeswax* dan *cocoa butter* ditambahkan dalam larutan pati sampai homogen. Larutan *edible film* kemudian di-*degassing* dalam oven vakum selama 1 menit. Sebanyak 85 mL larutan film selanjutnya dituangkan dalam plat akrilik 20x20 cm dan dikeringkan dalam oven suhu 50°C selama 24 jam. Film dilepas dari plat dan disimpan dalam ruangan bersuhu 25°C selama 1 minggu untuk analisa lebih lanjut. Perlakuan dalam penelitian ini adalah pati ganyong/*beeswax* (GB); pati ganyong/*beeswax-cocoa butter*(GBC); pati garut/*beeswax*(RB); pati garut/*beeswax-cocoa butter* (RBC); tapioka/*beeswax* (TB); tapioka/*beeswax-cocoa butter* (TBC). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Untuk pengemasan dodol dipilih 1 perlakuan yang mempunyai penahan kelembaban terendah dan 1 perlakuan lagi dengan penambahan bahan antimikroba-antioksidan. Pada *edible film* pengemas dodol yang ditambahkan bahan antimikroba dan antioksidan, setelah homogenisasi, suhu larutan diturunkan sampai 70°C dan ditambahkan antioksidan berupa asam askorbat 0,1% dan antimikroba berupa natrium benzoat 0,03%,

### Aplikasi *Edible Film* sebagai Pengemas Dodol

Dodol nanas sebanyak 18g dibungkus dengan pengemas sesuai perlakuan. Rancangan percobaan berupa jenis plastik pengemas yaitu lembaran plastik *polypropylene* (PP), lembaran *edible film* tanpa antimikroba-antioksidan (FK), dan lembaran *edible film* dengan penambahan antimikroba-antioksidan (FBC). Dodol dengan pengemas plastik PP tebal 0,042 mm dimasukkan secara individu dalam kemasan sekunder plastik mika sebanyak 6 biji. Sedangkan untuk dodol dengan pengemas *edible film*, untuk setiap 6 sampel dimasukkan dahulu dalam plastik PP tebal 0,01mm untuk di-*seal* dan dimasukkan dalam mika plastik. Sampel dodol kemudian disimpan dalam inkubator bersuhu 30°C. Setiap minggu (7 hari) dodol dianalisa dan dilakukan selama 6 minggu.

## Analisis Produk

### Uji Ketebalan

Ketebalan film diukur menggunakan mikrometer manual (Mitutoyo) dengan ketelitian 0,001mm. Ketebalan diukur pada enam titik yang berbeda. Nilai ketebalan merupakan rata-rata dari keenam titik pengukuran tersebut.

### Uji Kuat Tarik dan Elongasi

Kuat tarik dan elongasi diukur mengikuti standar ASTM D 882 menggunakan Universal Testing Machine dengan *load cell* 0,5 kN. Lembaran film dipotong 10cm x 2,5cm dan jarak awal antar penjepit diatur 50 mm pada kecepatan 50 mm/menit. Kuat tarik ditentukan berdasarkan beban maksimum pada saat film putus dibagi dengan luas penampang melintang

film. Elongasi atau persentase pemanjangan didasarkan atas pemanjangan film saat film putus dan dihitung dari hasil bagi antara panjang regangan saat putus dengan panjang awal film (Rhim dan Wang, 2013).

### Uji Water Vapor Transmission Rate (WVTR)

WVTR film ditentukan secara gravimetri sesuai ASTM E 96-95. Film direkatkan pada gelas timbang berdiameter 5 cm yang berisi 10 g silika gel dan ditempatkan dalam desikator (RH 50-55% dan suhu 27-28°C). Gelas timbang ditimbang setiap 24 jam selama 7 hari dan dibuat *slope* perubahan berat setiap interval waktu. WVTR dihitung dari hasil pembagianslope dengan luasan film (Rhim dan Wang, 2013).

### Uji Warna

Warna film dan dodol ditentukan dengan *colorimeter* NH3. Pengukuran menggunakan skala CIE Lab dengan parameter L (*lightness*), a (merah-hijau) dan b (kuning-biru). Pengukuran warna lembaran film dilakukan dengan menempatkan sampel film diatas lempeng standar putih, sedangkan untuk pengukuran warna dodol, sampel dodol ditempatkan dalam cuvet.

### Uji Kadar Air

Kadar air ditentukan secara gravimetri dengan mengeringkan sebanyak 2g sampel dalam oven pada temperatur 105°C sampai berat sampel konstan dan hasilnya dinyatakan dalam gram air teruapkan per 100 gram sampel yang dikeringkan (SNI 01-2891-1992: Cara uji makanan dan minuman).

### Uji Kadar Asam Lemak Bebas

Penentuan kadar asam lemak bebas (FFA) mengikuti prosedur SNI 01-3555-1998: Cara uji minyak dan lemak. Pengukuran tekstur dodol (kekerasan, kelengketan, dan daya kunyah) dilakukan menggunakan *Texture Analyzer* (TAXT-Plus, Stable Micro Systems) dengan *setting* projek TPA, *probe* silinder P/36R, dan mode: *trigger type*; auto 10 g; *pre-test speed* 1,5 mm/detik; *test speed* 1,5 mm/detik; *post-test speed* 10 mm/detik; jarak 12 mm selama 5 detik.

### Uji Total Mikroba Dodol

Penghitungan total mikroba dilakukan dengan cara menimbang sampel secara aseptik sebanyak 5 g dalam erlenmeyer steril, kemudian ditambahkan 45 ml media *buffered peptone water* (BPW), dihomogenkan sehingga diperoleh suspensi pengenceran  $10^{-1}$  atau sesuai pengenceran yang diperlukan. Dari setiap pengenceran dipipet 1 ml ke dalam cawan petri dan dibuat duplo. Ke dalam setiap cawan petri dituangkan 15-20 ml media *plate count agar* (PCA) suhu  $\pm 45^{\circ}\text{C}$ . Setelah media memadat cawan diinkubasi pada suhu 35-37°C selama 48 jam dan jumlah koloni dihitung (SNI 19-2897-1992: Cara uji cemaran mikroba).

### Analisis Data

Analisis data menggunakan program statistik dengan tingkat kepercayaan 95%. Ketika analisis varian (ANOVA) mengungkapkan pengaruh yang signifikan (pada tingkat 0,05), rata-rata perlakuan selanjutnya dibandingkan menggunakan uji Duncan

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Karakteristik *Edible Film***

Ketebalan dan sifat mekanik lembaran *edible film* komposit berbasis pati-karagenan dengan penambahan lipid *beeswax* atau *beeswax-cocoa butter* dapat dilihat pada Tabel 1. Pada jenis lipid yang sama, jenis pati tidak berpengaruh nyata terhadap ketebalan film, demikian juga penambahan *cocoa butter* kecuali pada perlakuan pati garut. Secara umum penggunaan dua jenis lipid meningkatkan ketebalan film karena penambahan total padatan dalam larutan yang berasal dari *cocoa butter*.

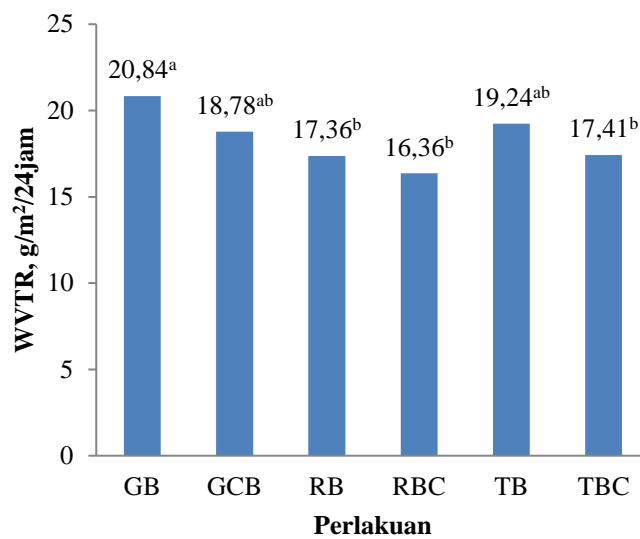
**Tabel 1.** Ketebalan dan sifat mekanik lembaran *edible film*

Perlakuan	Ketebalan (mm)	Kuat tarik (MPa)	Elongasi (%)
GB	0,058 <sup>ab</sup>	7,18 <sup>a</sup>	18,10 <sup>a</sup>
GCB	0,060 <sup>a</sup>	6,80 <sup>a</sup>	17,83 <sup>a</sup>
RB	0,054 <sup>b</sup>	6,71 <sup>a</sup>	18,27 <sup>a</sup>
RBC	0,059 <sup>a</sup>	6,30 <sup>a</sup>	17,38 <sup>a</sup>
TB	0,058 <sup>ab</sup>	5,42 <sup>a</sup>	20,53 <sup>a</sup>
TBC	0,060 <sup>a</sup>	6,70 <sup>a</sup>	18,28 <sup>a</sup>

Huruf *superscript* yang berbeda pada tiap kolom menunjukkan perbedaan nyata ( $P < 0,05$ )

GB : pati ganyong/*beeswax*; GCB : pati ganyong/*beeswax-cocoa butter*; RB : pati garut/*beeswax*; RBC : pati garut/*beeswax-cocoa butter*; TB : tapioka/*beeswax*; TBC : tapioka/*beeswax-cocoa butter*

Perlakuan jenis pati dan lipid menghasilkan film yang tidak berbeda nyata untuk parameter kuat tarik dan elongasi. Pada jenis lipid yang sama, film berbasis pati ganyong menghasilkan film dengan kuat tarik tertinggi dan elongasi terendah, sebaliknya film dari pati tapioka mempunyai kuat tarik terendah dengan elongasi tertinggi. Hal ini berhubungan dengan kandungan amilosa masing-masing pati. Kandungan amilosa pati ganyong, garut, dan ubi kayu (tapioka) masing-masing adalah 35,0%, 21,9%, dan 14,6% (Aprianita *et al.*, 2013). Nilai-nilai tersebut menunjukkan pati ganyong memiliki kandungan amilosa tertinggi sedangkan pati ubi kayu kandungan amilosanya paling rendah. Jiménez *et al.* (2012) melaporkan kandungan amilosa berpengaruh terhadap fenomena rekristalisasi yang terjadi selama pembentukan dan penyimpanan film yang akan mempengaruhi sifat mekanik film tersebut. Hasil yang sama dilaporkan oleh Cano *et al.* (2014) bahwa film dari pati kacang polong (dengan kandungan amilosa tertinggi) memiliki nilai kuat tarik tertinggi dan elongasi terendah. Sebaliknya, film pati ubi kayu (dengan kandungan amilosa terendah) menunjukkan nilai kuat tarik terendah dan elongasi tertinggi dengan nilai kuat tarik masing-masing film kacang polong, kentang, dan singkong adalah 14,2MPa, 3,04MPa, dan 1,7MPa, sedangkan elongasinya masing-masing sebesar 10%, 29%, dan 48%. Pada jenis pati yang sama, penggunaan dua jenis lipid secara umum menurunkan kuat tarik dan elongasi film yang dihasilkan. Fadini *et al.* (2013) juga melaporkan penambahan *cocoa butter* dalam *edible film* dari kolagen hidrolisis cenderung menurunkan kuat tarik. Bertan *et al.* (2005) melaporkan penambahan asam lemak melemahkan film berbasis gelatin, yang dapat menunjukkan bahwa fase protein memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi daripada fase lipid dan bahwa peningkatan konsentrasi lipid menyebabkan pengurangan kuat tarik fase protein.



**Gambar 1.** *Water vapor transmsion rate (WVTR) edible film* berbagai perlakuan Huruf *superscript* yang berbeda pada tiap diagram batang menunjukkan perbedaan nyata ( $P < 0,05$ )

GB : pati ganyong/*beeswax*; GCB : pati ganyong/*beeswax-cocoa butter*; RB : pati garut/*beeswax*; RBC : pati garut/*beeswax-cocoa butter*; TB : tapioka/*beeswax*; TBC : tapioka/*beeswax-cocoa butter*

Nilai *water vapor transmsion rate (WVTR)* atau laju transmisi uap air lembaran *edible film* komposit dapat dilihat pada Gambar 1. Film dengan jenis pati yang berbeda tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dalam nilai WVTR. Tidak adanya perbedaan nilai WVTR pada perlakuan jenis pati sejalan dengan hasil yang dilaporkan oleh penelitian lain (Cano *et al.*, 2014). Penambahan *cocoa butter* dalam lembaran film cenderung menurunkan kecepatan transmisi uap air. Hal ini berkaitan dengan sifat hidrofobik lipid yang cenderung menghalangi transfer molekul air melalui permukaan film (Muscat *et al.*, 2013).

Warna lembaran *edible film* pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2. Perbedaan warna film ( $\Delta E$ ) terhadap standar warna putih tidak berbeda nyata untuk semua perlakuan kecuali untuk perlakuan pati tapioka dengan lipid berupa *beeswax* nyata lebih rendah dibandingkan perlakuan lain. Demikian juga untuk nilai warna 'L', 'a' dan 'b'. Hal ini dimungkinkan karena pati tapioka mempunyai warna *lightness* yang lebih tinggi dibandingkan pati garut dan ganyong. Cano *et al.* (2014) menambahkan perbedaan kecerahan film dari sumber pati yang berbeda disebabkan karena perbedaan struktur kristalin pada permukaan film.

**Tabel 2.** Warna *edible film* pada perlakuan jenis pati dan lipid

Perlakuan	Warna			
	$\Delta E$	L	A	b
GB	9,27 <sup>a</sup>	88,03 <sup>b</sup>	7,48 <sup>a</sup>	-3,53 <sup>a</sup>
GCB	9,33 <sup>a</sup>	87,97 <sup>b</sup>	7,56 <sup>a</sup>	-3,54 <sup>a</sup>
RB	9,19 <sup>a</sup>	88,11 <sup>b</sup>	7,39 <sup>a</sup>	-3,54 <sup>a</sup>
RBC	9,29 <sup>a</sup>	88,01 <sup>b</sup>	7,45 <sup>a</sup>	-3,62 <sup>a</sup>
TB	8,51 <sup>b</sup>	88,79 <sup>a</sup>	6,89 <sup>a</sup>	-3,09 <sup>b</sup>
TBC	8,89 <sup>ab</sup>	88,41 <sup>ab</sup>	7,16 <sup>ab</sup>	-3,37 <sup>ab</sup>

Huruf *superscript* yang berbeda pada tiap kolom menunjukkan perbedaan nyata ( $P < 0,05$ )

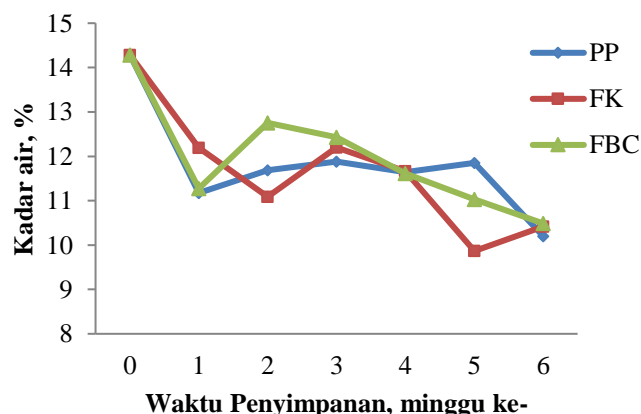
GB : pati ganyong/*beeswax*; GBC : pati ganyong/*beeswax-cocoa butter*; RB : pati garut/*beeswax*; RBC : pati garut/*beeswax-cocoa butter*; TB : tapioka/*beeswax*; TBC : tapioka/*beeswax-cocoa butter*

Penambahan *cocoa butter* terlihat cenderung menaikkan perbedaan warna dan menurunkan nilai *lightness* film. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penambahan lipid meningkatkan *opacity* film, membuatnya kurang transparan (Thakur *et al.*, 2016; Fakhouri *et al.*, 2009). Fadini *et al.* (2013) melaporkan bahwa penurunan transparansi film terjadi seiring dengan meningkatnya konsentrasi *cocoa butter*. Mali *et al.* (2005) mengamati bahwa *opacity* film meningkat dengan meningkatnya ketebalan. Thakur *et al.* (2016) menambahkan perbedaan nilai  $\Delta E$  berkaitan dengan kadar air film tersebut. Kandungan air yang lebih tinggi dapat mempengaruhi pola pantulan cahaya yang melewati permukaan film sehingga meningkatkan nilai 'b' (warna kuning-biru).

Pada pengemasan dodol, bahan pengemas digunakan langsung untuk membungkus produk sehingga parameter laju transmisi uap air terendah menjadi parameter utama yang dipertimbangkan dalam memilih perlakuan yang digunakan untuk aplikasi *edible film*. Berdasarkan hasil penelitian di atas, perlakuan RBC (pati garut dengan lipid berupa *beeswax-cocoa butter*) menghasilkan *edible film* dengan nilai laju transmisi uap air terendah.

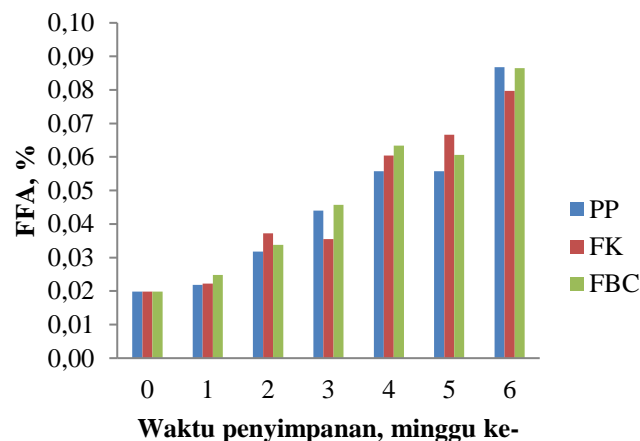
### Karakteristik Dodol dengan Pengemas *Edible Film*

Kadar air dodol yang dikemas dengan plastik *polypropylene* (PP), lembaran *edible film* tanpa antimikroba-antioksidan (FK), dan lembaran *edible film* antimikroba-antioksidan (FBC) dapat dilihat pada Gambar 2. Kadar air dodol untuk semua perlakuan mengalami penurunan selama penyimpanan pada suhu ruang (30 °C). Kadar air awal dodol sebesar 14,28% dan turun menjadi kisaran 10,20-10,49% setelah disimpan selama 6 minggu. Kadar air dodol yang dikemas dengan *edible film* (perlakuan FK dan FBC) tidak berbeda nyata dengan dodol yang dikemas dengan plastik *polypropilen* (perlakuan PP), artinya lembaran film mempunyai kemampuan yang cukup baik untuk menahan laju penguapan air. Menurut SNI 01-4296-1996 tentang dodol nanas, kadar air maksimum dodol yang diijinkan adalah 20%, dodol nanas semua perlakuan masih memenuhi SNI tersebut



**Gambar 2.** Nilai kadar air dodol selama penyimpanan  
 PP: *polypropylene*; FK: lembaran *edible film* tanpa antimikroba-antioksidan; FBC: lembaran *edible film* dengan penambahan antimikroba-antioksidan

Nasyiah dan Wijayanti (2014) melaporkan dodol rumput laut yang dikemas dengan *edible coating* dari natrium alginat mempunyai kadar air 27,57%-29,76% dan mengalami penurunan sebesar 2,45-3,17% setelah penyimpanan 8 hari, lebih kecil dibandingkan dodol tanpa *edible coating* yaitu 8,01%. Penelitian oleh Triwarsita *et al.* (2013) menunjukkan jenang dodol yang dikemas dengan *edible coating* dari pati sukun pada berbagai konsentrasi gliserol lebih tinggi daripada dodol yang tidak di-*coating* dan mengalami penurunan setelah penyimpanan selama 12 hari dari kisaran antara 28,47-30,80% menjadi 23,93-25,54%. Eom *et al.* (2018) menjelaskan bahwa semakin tebal film menyebabkan kapasitas penahanan air yang kuat dan permeabilitas uap air rendah sehingga mencegah hilangnya air selama penyimpanan.



**Gambar 3.** Kadar asam lemak bebas (FFA) dodol selama penyimpanan  
 PP: *polypropylene*; FK: lembaran *edible film* tanpa antimikroba-antioksidan; FBC: lembaran *edible film* dengan penambahan antimikroba-antioksidan

Kadar asam lemak bebas (FFA) dodol yang dikemas dengan berbagai perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3. Asam lemak bebas dodol pada awal penyimpanan sebesar 0,02% dan mengalami peningkatan menjadi kisaran antara 0,08-0,09% setelah penyimpanan selama 6 minggu. Asam lemak bebas antar perlakuan pada waktu penyimpanan yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Pada SNI 01-4296-1996 tentang dodol nanas tidak mensyaratkan nilai FFA, sehingga nilai FFA hasil penelitian ini mengacu pada SNI 2986-2013 tentang dodol beras ketan yang mensyaratkan nilai FFA sebagai asam laurat maksimum 0,5%. Nilai FFA untuk semua perlakuan masih memenuhi SNI tersebut. Santoso *et al.* (2007) melaporkan lempok durian yang dikemas dengan *edible film* berantioksidan asam sitrat atau asam askorbat mengalami kenaikan FFA pada hari kelima, dan turun kembali pada penyimpanan hari ke-10 dan ke-15. Asam askorbat dapat menangkap radikal bebas secara efektif dan memutus reaksi radikal. Peningkatan asam lemak bebas tersebut karena terjadinya reaksi asam lemak tidak jenuh dengan oksigen di udara. Asam askorbat pada konsentrasi tersebut belum mampu mencegah pembentukan radikal.

Warna dodol dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai L (hitam-putih) mengalami penurunan selama penyimpanan, dari kisaran 43,71-44,32 menjadi antara 35,44-40,06. Pada awal penyimpanan nilai L tidak berbeda nyata antar semua perlakuan, namun setelah minggu pertama penyimpanan dodol yang dikemas dengan *edible film* menunjukkan penurunan yang nyata dibandingkan dodol dengan pengemas plastik PP.



**Tabel 3.** Warna dodol selama penyimpanan

Parameter	Waktu penyimpanan, minggu ke-						
	0	1	2	3	4	5	6
Nilai L ( <i>lightness</i> )							
PP	43,98 <sup>a</sup>	44,44 <sup>a</sup>	44,83 <sup>a</sup>	43,32 <sup>a</sup>	41,59 <sup>a</sup>	38,86 <sup>a</sup>	37,15 <sup>b</sup>
FK	43,71 <sup>a</sup>	40,13 <sup>b</sup>	41,06 <sup>b</sup>	41,18 <sup>b</sup>	35,24 <sup>b</sup>	36,66 <sup>b</sup>	40,06 <sup>a</sup>
FBC	44,32 <sup>a</sup>	41,83 <sup>b</sup>	40,58 <sup>c</sup>	36,64 <sup>c</sup>	35,75 <sup>c</sup>	31,40 <sup>c</sup>	35,44 <sup>c</sup>
Nilai a (Hijau-Merah)							
PP	0,56 <sup>b</sup>	0,48 <sup>ab</sup>	0,58 <sup>b</sup>	0,40 <sup>c</sup>	0,22 <sup>c</sup>	0,10 <sup>b</sup>	0,17 <sup>b</sup>
FK	0,43 <sup>c</sup>	0,41 <sup>b</sup>	0,63 <sup>b</sup>	0,55 <sup>b</sup>	0,88 <sup>a</sup>	0,33 <sup>a</sup>	0,02 <sup>a</sup>
FBC	0,74 <sup>a</sup>	0,84 <sup>a</sup>	0,92 <sup>a</sup>	0,66 <sup>a</sup>	0,71 <sup>b</sup>	0,36 <sup>a</sup>	0,17 <sup>b</sup>
Nilai b (Biru-Kuning)							
PP	0,47 <sup>c</sup>	0,29 <sup>b</sup>	0,04 <sup>b</sup>	0,08 <sup>b</sup>	0,07 <sup>b</sup>	0,05 <sup>b</sup>	0,28 <sup>b</sup>
FK	0,60 <sup>b</sup>	0,38 <sup>b</sup>	0,32 <sup>a</sup>	0,30 <sup>a</sup>	0,18 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>
FBC	0,86 <sup>a</sup>	0,68 <sup>a</sup>	0,51 <sup>a</sup>	0,35 <sup>a</sup>	0,13 <sup>a</sup>	0,42 <sup>a</sup>	0,63 <sup>a</sup>

Huruf *superscript* yang berbeda pada tiap kolom menunjukkan perbedaan nyata ( $P < 0,05$ )

PP: *polypropylene*; FK: lembaran *edible film* tanpa antimikroba-antioksidan; FBC: lembaran *edible film* dengan penambahan antimikroba-antioksidan

Dodol yang dikemas dengan plastik PP menunjukkan nilai 'a' lebih rendah (lebih merah) daripada dodol yang dikemas dengan *edible film*. Hal ini karena plastik PP lebih dapat menahan *browning* produk. Dodol dengan pengemas *edible film* terlihat lebih kuning (nilai 'b' lebih tinggi) dibandingkan dodol dengan pengemas plastik PP. Warna dodol tersebut tidak terlepas dari warna kemasannya, dimana *edible film* dengan penambahan antimikroba-antioksidan lebih merah dan lebih kuning dibandingkan *edible film* tanpa antimikroba-antioksidan. *Edible film* dengan inkorporasi potasium sorbat atau asam askorbat dapat menurunkan nilai kecerahan (*lightness*) dan meningkatkan nilai 'a' dan 'b' (Flores *et al.* 2007; Song dan Cheng, 2014). Reaksi pencoklatan asam askorbat mudah terjadi di atmosfer karena proses oksidasi, selain itu dapat terjadi reaksi asam askorbat dengan asam amino menghasilkan pigmen warna merah dan kuning (Song dan Cheng, 2014). Sanchís *et al.* (2016) melaporkan buah kesemek potong yang dilapisi *edible coating* mengandung kalium sorbat dan natrium benzoat menunjukkan penurunan *lightness* (nilai 'L') dan peningkatan nilai 'a' selama 7 hari penyimpanan suhu 5°C.

Tekstur dodol (kekerasan, kelengketan, dan daya kunyah) disajikan pada Tabel 4. Kekerasan dodol mengalami peningkatan selama penyimpanan untuk semua perlakuan dari kisaran 4.780-7.494gf menjadi kisaran 15.637-22.776gf. Kekerasan dodol yang dikemas plastik *polypropylenen* (perlakuan PP) tidak berbeda nyata sampai penyimpanan minggu ke-4 dibandingkan dodol yang dikemas dengan *edible film* (perlakuan FK dan FBC).

**Tabel 4.** Tekstur dodol selama penyimpanan

Parameter	Waktu penyimpanan, minggu ke						
	0	1	2	3	4	5	6
Kekerasan (gf)							
PP	4780 <sup>b</sup>	6187 <sup>a</sup>	11359 <sup>a</sup>	13967 <sup>a</sup>	14119 <sup>a</sup>	13943 <sup>b</sup>	15637 <sup>b</sup>
FK	4961 <sup>b</sup>	9573 <sup>a</sup>	13602 <sup>a</sup>	17989 <sup>a</sup>	22153 <sup>a</sup>	22015 <sup>a</sup>	22776 <sup>a</sup>
FBC	7494 <sup>a</sup>	9789 <sup>a</sup>	15264 <sup>a</sup>	11959 <sup>a</sup>	18403 <sup>a</sup>	20583 <sup>a</sup>	21155 <sup>a</sup>

Kelengketan (gf)							
PP	-1,51 <sup>a</sup>	-1,59 <sup>b</sup>	-3,28 <sup>b</sup>	-1,83 <sup>b</sup>	-1,81 <sup>b</sup>	-3,12 <sup>b</sup>	-2,30 <sup>b</sup>
FK	-27,46 <sup>a</sup>	-156,75 <sup>a</sup>	-234,24 <sup>a</sup>	-282,74 <sup>a</sup>	-249,40 <sup>a</sup>	-402,62 <sup>a</sup>	-355,61 <sup>a</sup>
FBC	-15,07 <sup>a</sup>	-282,36 <sup>a</sup>	-187,11 <sup>a</sup>	-294,69 <sup>a</sup>	-299,90 <sup>a</sup>	-359,85 <sup>a</sup>	-368,06 <sup>a</sup>
Daya kunyah ( <i>Chewiness</i> )							
PP	255 <sup>b</sup>	350 <sup>b</sup>	783 <sup>c</sup>	1140 <sup>a</sup>	1008 <sup>b</sup>	1122 <sup>b</sup>	1309 <sup>b</sup>
FK	262 <sup>b</sup>	1664 <sup>a</sup>	1959 <sup>b</sup>	1881 <sup>a</sup>	3564 <sup>a</sup>	4532 <sup>a</sup>	4601 <sup>a</sup>
FBC	515 <sup>a</sup>	1492 <sup>a</sup>	2639 <sup>a</sup>	3317 <sup>a</sup>	3750 <sup>a</sup>	4330 <sup>a</sup>	4762 <sup>a</sup>

Huruf *superscript* yang berbeda pada tiap kolom menunjukkan perbedaan nyata ( $P < 0,05$ )

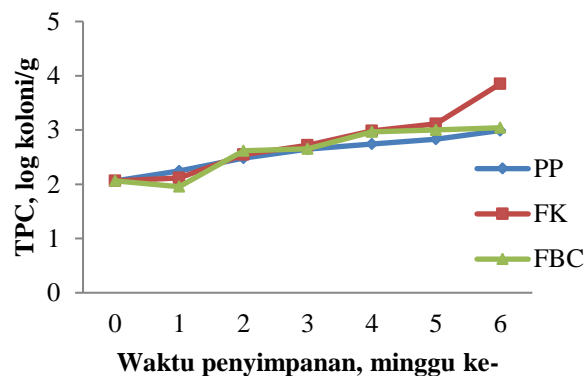
PP: *polypropylene*; FK: lembaran *edible film* tanpa antimikroba-antioksidan; FBC: lembaran *edible film* dengan penambahan antimikroba-antioksidan

Penambahan antimikroba-antioksidan dalam *edible film* (perlakuan FBC) lebih dapat mempertahankan kekerasan dodol dibandingkan dengan perlakuan *edible film* tanpa antimikroba-antioksidan (perlakuan FK). Peningkatan kekerasan ini terjadi karena adanya penguapan air dari dalam produk. *Edible film* dengan antimikroba-antioksidan (FBC) lebih tebal daripada *edible film* tanpa antimikroba-antioksidan (FK) sehingga menurunkan laju transmisi uap air (WVTR). Penurunan WVTR tersebut dapat mempertahankan kandungan air dalam dodol sehingga peningkatan kekerasan dodol dapat dihambat. Bartolozzo *et al.* (2015) melaporkan bahwa lapisan berbasis *triticale* pada muffin secara signifikan mengurangi kekerasan selama 10 hari dimana kekerasan muffin yang di-*coating* menurun 8,56% dibandingkan dengan kontrol (tanpa *coating*). Hasil penelitian Eom *et al.* (2018) juga menunjukkan hasil serupa, kekerasan kue beras kukus yang dilapisi *edible coating* lebih rendah daripada kue yang tidak di-*coating*.

Kelengketan (*adhesiveness*) dodol yang dikemas dengan plastik PP nyata lebih rendah dibandingkan dodol yang dikemas dengan *edible film* setelah penyimpanan minggu pertama, sedangkan antar perlakuan *edible film* tidak menunjukkan perbedaan nyata. Plastik *polypropylenen* (PP) dapat mempertahankan kelengketan karena sifat plastik PP yang tidak mudah menyerap air. *Edible film* terbuat dari pati dan karagenan mempunyai sifat mudah menyerap air, sehingga kelengketannya meningkat seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan.

*Chewiness* atau daya kunyah dodol dengan pengemas *edible film* nyata lebih tinggi dibandingkan dodol dengan pengemas plastik PP, sedangkan antar perlakuan *edible film* tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Semakin kompak struktur dan semakin keras produk akan membuat daya kunyahnya semakin tinggi.

Hasil pengukuran angka lempeng total (*total plate count*) dapat dilihat pada Gambar 4 berikut. Angka lempeng total dodol selama penyimpanan meningkat karena ada pertumbuhan mikroba dari 2,06 log koloni/g pada awal penyimpanan menjadi kisaran 2,99-3,85 log koloni/g pada penyimpanan minggu ke-6. Dodol yang dikemas dengan plastik PP secara umum mempunyai nilai angka lempeng total lebih rendah daripada dodol yang dikemas dengan *edible film* pada kedua perlakuan. Laju peningkatan total mikroba (berdasarkan *slope* grafik) paling tinggi adalah dodol yang dikemas dengan *edible film* tanpa penambahan antimikroba-antioksidan (FK), diikuti dengan dodol yang dikemas *edible film* dengan antimikroba-antioksidan (FBC), dan dodol yang dikemas plastik PP.



**Gambar 4.** Total mikroba dodol selama penyimpanan

PP: *polypropylene*; FK: lembaran *edible film* tanpa antimikroba-antioksidan; FBC: lembaran *edible film* dengan penambahan antimikroba-antioksidan

Pertumbuhan mikroba pada bahan pangan disebabkan oleh penetrasi gas oksigen yang akan memacu berkembangnya mikroba aerobik untuk tumbuh (Santoso *et al.*, 2005). Adanya zat antimikroba dalam *edible film* dapat menghambat perpindahan oksigen dari lingkungan ke produk pangan dapat dihambat sehingga pertumbuhan bakteri aerob juga terhambat. Santoso *et al.* (2005) menunjukkan bahwa total mikroba lempok tanpa *coating* dan *coating* dengan tapioka-asam stearat mengalami peningkatan selama penyimpanan 30 hari, dimana lempok yang di-*coating* dapat menekan pertumbuhan mikroba sebesar 31,20%. Peningkatan total mikroba juga dilaporkan oleh Nasyiah dan Wijayanti (2014), dodol rumput laut yang dikemas dengan *edible coating* mempunyai nilai logaritma TPC (koloni/g) lebih rendah berkisar antara 4,70-4,84 dibandingkan dodol tanpa *coating* sebesar 4,90.

## KESIMPULAN

*Edible film* komposit telah dibuat dari berbagai jenis pati yang berbeda kadar amilosanya (pati ganyong, garut, dan tapioka) dengan jenis lipid berupa *beeswax* atau campuran *beeswax-cocoa butter*. Hasil penelitian menunjukkan pati dengan kandungan amilosa lebih tinggi cenderung meningkatkan kuat tarik dan penurunan elongasi *edible film*. Penambahan *cocoa butter* cenderung menurunkan laju transmisi uap air, kuat tarik, dan elongasi, namun menaikkan ketebalan dan perbedaan warna film. *Edible film* yang dibuat dari campuran pati garut-karagenan dan *beeswax-cocoa butter* mempunyai laju transmisi uap air terendah sebesar 16,36 g/m<sup>2</sup>/24jam dan digunakan sebagai pengemas dodol. Pada semua perlakuan pengemasan dodol, terjadi peningkatan FFA, warna 'a' dan 'b', tekstur, dan angka lempeng total selama penyimpanan 6 minggu pada suhu 30 °C, sementara kadar air dan *lightness* dodol mengalami penurunan. *Edible film* dengan antimikroba-antioksidan mampu mempertahankan kualitas dodol lebih baik dibandingkan *edible film* tanpa penambahan antimikroba-antioksidan dengan nilai kadar air 10,49%, FFA 0,086%, kekerasan 21.155 gf, dan TPC sebesar 3,04 log koloni/g pada penyimpanan minggu keenam.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada tim penelitian "Pengembangan *Edible Film* Berbasis Pati Umbi Lokal sebagai Bahan Pengemas Produk Olahan Buah-Buahan" dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia yang telah mendanai kegiatan penelitian ini serta kepada P2 TTG-LIPI yang telah menyediakan sarana dan prasana dalam penelitian ini

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdou, E. S. dan M.A. Sorour. 2014. Preparation and Characterization of Starch/Carrageenan Edible Films. *International Food Research Journal* 21(1): 189–193.
- Aprianita, A., T. Vasiljevic, S. Kasapis .2013. Physicochemical Properties of Flours and Starches Derived from Traditional Indonesian Tubers and Roots. *Journal Food Science Technology*. 1–11. doi: 10.1007/s13197-012-0915-5.
- Bartolozzo, J., R. Borneo, A. Aguirre. 2015. Effect of Triticale-Based Edible Coating on Muffin Quality Maintenance During Storage. *Journal of Food Measurement and Characterization* 9 (3). doi: 10.1007/s11694-015-9280-1.
- Bertan, L. C., P.S. Tanada-Palmu, A.C. Siani, C.R.F. Grosso. 2005. Effect of Fatty Acids and "Brazilian Elemi " on Composite Films Based on Gelatin. *Food Hydrocolloids* 19: 73–82. doi: 10.1016/j.foodhyd.2004.04.017.
- Cano, A., A. Jimenez, M. Chafer, C. Gonzales, A. Chiralt. 2014. Effect of Amylose : Amylopectin Ratio and Rice Bran Addition on Starch Films Properties. *Carbohydrate Polymers* 111: 543–555.
- Chiumarelli, M. dan M.D. Hubinger. 2014. Evaluation of Edible Films and Coatings Formulated with Cassava Starch, Glycerol, Carnauba Wax and Stearic Acid. *Food Hydrocolloids* 38: 20–27. doi: 10.1016/j.foodhyd.2013.11.013.
- Chuah, T. G., H. H. Nisah, S.Y.T. Choong, N.L. Chin, A.H. N. Sheikh. 2007. Effects of Temperature on Viscosity of Dodol (Concoction). *Journal Of Food Engineering* 80: 423–430. Doi: 10.1016/J.Jfoodeng.2006.04.051.
- Costa, M.J., L. C. Maciela, J. A. Teixeiraa, A. A. Vicentea, M. A. Cerqueira. 2018. Use of Edible Films and Coatings in Cheese Preservation: Opportunities and Challenges. *Food Research International* 107: 84–92. Doi: 10.1016/J.Foodres.2018.02.013.
- Darmajana, D.A. dan R.M. Ghaffar. 2018. Sensory Testing of Dodol Made from Pineapple (*Ananas Commosus* L.) with Edible Film Packaging Made from Starch of The Plant Garut (*Maranta Arundinacea* L.). AIP Conference Proceeding 2024, 020056-1–020056-8.
- Eom, H., Y. Chang, E. Lee, H.D. Choi. 2018. Development of A Starch/Gum-Based Edible Coating for Rice Cakes To Retard Retrogradation During Storage, *LWT - Food Science And Technology* 97: 516–522. Doi: 10.1016/J.Lwt.2018.07.044.
- Fadini, A. L., F.S. Rocha, I.D. Alvim, M.S. Sadahira, M.B. Queiroz, R.M.V. Alves, L.B. Silva. 2013. Mechanical Properties and Water Vapour Permeability of Hydrolysed Collagen-Cocoa Butter Edible Films Plasticised with Sucrose. *Food Hydrocolloids*. 30(2): 625–631. Doi: 10.1016/J.Foodhyd.2012.08.011.
- Fakhouri, F. M., L. C. B. Fontes, L. H. Innocentini-Mei, F. P. Collares-Queiroz. 2009. Effect of Fatty Acid Addition on The Properties of Biopolymer Films Based on Lipophilic Maize. *Starch* 61: 528–536. Doi: 10.1002/Star.200800217.
- Hafnimardiyanti dan M.I. Armin. 2017. Utilization of Edible Coatinga and Film From Mocaf Flour To Extend Shelf Life of Gelamai. *International Conference On Chemistry and Engineering in Agroindustry*. 15–19.
- Jiménez, A., M.J. Fabra, P. Talens. A. Chiralt. 2012. Effect of Sodium Caseinate on Properties and Ageing Behaviour of Corn Starch Based Films. *Food Hydrocolloids* 29: 265–271. Doi: 10.1016/J.Foodhyd.2012.03.014.
- Mali, S., M. V. E. Grossmann, M. A. Garcí 'a, M. N. Martino, N.E. Zaritzky. 2005. Water Sorption and Mechanical Properties of Cassava Starch Films and Their Relation To Plasticizing Effect. *Carbohydrate Polymers* 60(3): 283–289. Doi: 10.1016/J.Carbpol.2005.01.003.
- Muscat, D., R. Adhikari, S. McKnight, Q. Guo, B. Adhikari. 2013. The Physicochemical Characteristics and Hydrophobicity of High Amylose Starch – Glycerol Films in The Presence of Three Natural Waxes. *Journal of Food Engineering* 119(2): 205–219. Doi: 10.1016/J.Jfoodeng.2013.05.033.

- Nasyiah, Y. S. D. dan I. Wijayanti. 2014. Aplikasi Edible Coating Natrium Alginat dalam Menghambat Kemunduran Mutu Dodol Rumput Laut. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 3: 82–88.
- Ratnawati, L. dan N.K.I. Mayasti. 2019. Effect of Mocaf and Sugar Addition on The Quality and Preference Level of Pineapple Dodol. IOP Conf. Series: Earth And Environmental Science 251 (2019) 012036. Doi:10.1088/1755-1315/251/1/012036
- Rhim, J. W. Dan L.F. Wang. 2013. Mechanical and Water Barrier Properties of Agar/K-Carrageenan/Konjac Glucomannan Ternary Blend Biohydrogel Film. *Carbohydrate Polymers* 96(1): 71–81. Doi: 10.1016/J.Carbpol.2013.03.083.
- Sanchís, E., S. González, C. Ghidelli, C. C. Sheth, M. Mateos, L. Palou, M.B. Pérez-Gago. 2016. Browning Inhibition and Microbial Control in Fresh-Cut Persimmon (*Diospyros Kaki Thunb* . Cv . Rojo Brillante) by Apple Pectin-Based Edible Coatings. *Postharvest Biology And Technology* 112: 186–193.
- Santoso, B., G. Priyanto, R.H. Purnomo. 2007. Sifat Fisik dan Kimia Edible Film Berantioksidan dan Aplikasinya sebagai Pengemas Primer Lempok Durian. *Jurnal Agribisnis dan Industri Pertanian* 6(1): 77–81.
- Santoso, B., D. Saputra, R. Pambayun. 2005. Kajian Teknologi Edible Coating dari Pati dan Aplikasinya untuk Pengemas Primer Lempok Durian. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 15(3): 239–144.
- Thakur, R., B. Saberi, P. Pristijono, J. Golding, C. Stathopoulos, C. Scarlett, M. Bowyer, Q. Vuong. 2016. Characterization of Rice Starch-Carrageenan Biodegradable Edible Film. Effect of Stearic Acid on The Film Properties. *International Journal Of Biological Macromolecules* 93: 952–960. Doi: 10.1016/J.Ijbiomac.2016.09.053.
- Triwarsita, W. S. A., W. Atmaka, D.R.A. Muahammad. 2013. Pengaruh Penggunaan Edible Coating Pati Sukun (*Artocarpus Atilis*) dengan Variasi Konsentrasi Gliserol sebagai Plasticizer Terhadap Kualitas Jenang Dodol Selama Penyimpanan *Jurnal Teknosians Pangan* 2(1): 124–132.
- Utomo, P. P. dan Hidayati. 2013. Penggunaan Minyak Atsiri Kemangi untuk Kemasan Edible Antimikroba dan Aplikasinya pada Dodol Lidah Buaya. *Biopropal Industri* 4(2): 73–79.