

PENGARUH ALGINAT SEBAGAI *EDIBLE COATING* TERHADAP KUALITAS BUAH POTONG KLIMAKTERIK: KAJIAN PUSTAKA

Armina Meikyo Puspitasari^{1,*}, Hermawan Seftiono²

^{1,2}Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Bioindustri, Universitas Trilogi, Jl. Duren Tiga Timur, Kalibata, Jakarta Selatan, 12760

*E-mail: armina.meikyo@gmail.com

Diterima: 15 Februari 2023

Direvisi: 17 April 2023

Disetujui: 27 Juli 2023

ABSTRAK

Pengaruh alginat pada kualitas buah potong klimakterik yang disimpan pada suhu rendah (2–5 °C) selama 12–16 hari penyimpanan telah dikaji berdasarkan 25 studi. Sampel kontrol (tanpa *coating*) dan *coating* alginat dengan berbagai konsentrasi berdasarkan pengkajian dengan analisis fisik (susut bobot, tekstur, warna), kimia (pH, total padatan terlarut, titrasi asam), mikrobiologi (*total plate count* dan kapang dan khamir) dan evaluasi sensori. Analisis susut bobot dan tekstur menunjukkan konsentrasi alginat 1.5% dapat menghambat susut bobot dan mempertahankan nilai *hardness* pada buah apel potong. Analisis warna menunjukkan alginat 2% dapat menghambat laju penurunan °hue sehingga memperlambat perubahan warna pada pepaya potong. Analisis pH, total padatan terlarut, dan titrasi asam menunjukkan alginat 2% dapat mempertahankan nilai pH buah aprikot potong, menunda pemanfaatan gula sebagai substrat dalam respirasi pada pepaya potong, serta menghambat laju proses pematangan dan mempertahankan kandungan asam organik pada kiwi potong. Analisis *total plate count* serta kapang dan khamir menunjukkan alginat 1% dapat menghambat terjadinya kontaminasi pada semangka potong dan menghambat pertumbuhan kapang dan khamir pada melon kuning potong. Analisis evaluasi sensori menunjukkan alginat 2% dapat mempertahankan karakteristik sensori pada jambu biji potong. Alginat secara efektif dapat memperlambat laju respirasi, transpirasi, menunda penggunaan asam organik dan menghambat pertumbuhan bakteri, kapang dan khamir hingga 12 hari penyimpanan. Berdasarkan pengkajian 25 studi, konsentrasi alginat 1.5% berperan dalam parameter fisik (susut bobot dan tekstur). Alginat 2% berperan dalam parameter kimia dan alginat 1% berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri, kapang dan khamir.

Kata kunci: Asam organik, *Listeria monocytogenes*, respirasi, transpirasi, umur simpan

ABSTRACT

The effect of alginate on the quality of climacteric fresh cut fruits stored in refrigerator temperatures (2–5 °C) for 12–16 days was studied. The control (uncoated) and coated with alginate with various concentrations based on this study were analyzed their the physical (weight loss, texture, and color), chemical (pH, total soluble solids content, and titratable acidity), microbiological (total plate count and yeast and mold), and sensory characteristics. Weight loss and texture analysis showed that 1.5% alginate could inhibiting weight loss and maintaining hardness in fresh cut apple. Color analysis showed that 2% alginate could inhibiting °hue rate, that slowing color changes in fresh cut papaya. Analysis of pH, total soluble solids content, and titratable acidity showed that 2% alginate can maintaining pH value of fresh cut apricot, delaying of sugar utilization as substrate in respiration of

fresh cut papaya, and maintaining organic acid in fresh cut kiwi. Total plate count and mold and yeast analysis showed that 1% alginate could inhibiting contamination of fresh cut watermelon and inhibiting the growth of mold and yeast in fresh cut yellow melon. Sensory evaluation analysis showed that 2% alginate could maintaining sensory characteristics in fresh cut guava. Alginate was effectively reduced respiration rate, transpiration, lowering of organic acids utilization, and inhibiting the growth of bacteria, mold and yeast until 12 days. Based on 25 studies 1.5% alginate plays a role in physical parameter (weight loss and texture). 2% Alginate plays a role in chemical parameters and 1% alginate inhibiting microorganism.

Keywords: *Organic acid, Listeria monocytogenes, respiration, transpiration, self-life*

PENDAHULUAN

Buah potong merupakan buah segar yang sudah melalui tahap pencucian, pengupasan, pemotongan, pengemasan, dan penyimpanan pada suhu dingin (Koh *et al.* 2017). Buah potong merupakan sumber vitamin C, vitamin A, mineral, karbohidrat, dan serat dalam menunjang pola gizi seimbang (Roiyana *et al.* 2012). Buah potong diketahui sebagai hasil pertanian yang mudah rusak (*perishable*). Hal tersebut disebabkan buah masih melakukan respirasi akibatnya terjadi perubahan fisik dan sensori seperti perubahan warna, aroma, tekstur/kekerasan, dan *flavor* (Rochman 2007). Metode penyimpanan pelapisan buah potong dengan *edible coating* merupakan salah satu cara untuk mempertahankan umur simpan dan mempertahankan mutu buah (Nisah & Barat 2019).

Alginat merupakan polisakarida alami yang umumnya terdapat pada dinding sel dari seluruh alga coklat (*Pheophyceae*). Terdapat tiga sifat utamanya yaitu membentuk film, larut dalam air, dan meningkatkan viskositas larutan (McHugh 2003). Hasil penelitian Chiabrando & Giovanna (2016) menunjukkan bahwa perlakuan *edible coating* dari sodium alginat dapat mempertahankan kualitas karakteristik buah nektarin dengan mengurangi tingkat respirasi, mencegah pelunakan jaringan, mempertahankan kandungan asam, total padatan terlarut selama penyimpanan, dan efektif dalam mengontrol aktivitas *browning* terkait enzim dibanding *edible coating* dari kitosan.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan ialah penelitian kualitatif dan kuantitatif. Jenis dan sumber data ialah data sekunder dari jurnal internasional

terindeks Scopus dengan rentang penerbitan 2007 hingga 2020.

Berdasarkan seleksi didapatkan 25 yang membahas pengaruh *edible coating* alginat pada kualitas buah potong klimakterik (**Tabel 1**). Pengkajian data dikategorikan menjadi analisis fisik (susut bobot, tekstur, dan warna), analisis kimia (pH, total padatan terlarut, dan titrasi asam), analisis mikrobiologi (TPC dan kapang khamir), dan evaluasi sensori.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Susut Bobot. Susut bobot merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas buah setelah dipanen, hal ini disebabkan buah mengalami transpirasi (Soesanto 2006). Transpirasi merupakan aktivitas laju perpindahan uap air pada buah selama penyimpanan sehingga akan mengakibatkan penyusutan bobot yang dinyatakan dalam persentase (%) (Morsy & Rayan 2019). Proses transpirasi dipengaruhi oleh jenis, ukuran, bentuk, dan usia buah (Hegazy 2017).

Persentase susut bobot pada buah apel mengalami peningkatan seiring dengan tingkat kematangan buah dan lamanya waktu penyimpanan (Dewi *et al.* 2007). Studi 1 dan 2 menunjukkan pola peningkatan susut bobot pada Gambar 1. Penyebab persentase susut bobot meningkat, terutama perlakuan kontrol adalah lingkungan sekitar, suhu penyimpanan, kelembaban relatif (Purwanti *et al.* 2017; Bounocore *et al.* 2005).

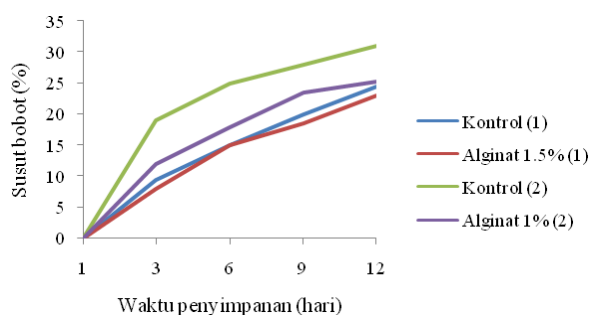
Alginat berperan efektif dalam mencegah hilangnya kelembaban, melindungi buah dari kerusakan mekanik, dan menghambat dehidrasi pada buah (Pujimulyani 2009; Olivas

et al. 2007; Bounocore *et al.* 2005). Penggunaan alginat 1.5% sebagai *edible coating* dapat menghambat penyusutan susut

berat paling signifikan yaitu sebesar 25.20% dibandingkan perlakuan kontrol yang mencapai 31% selama penyimpanan.

Tabel 1. Spesifikasi jurnal yang digunakan

Referensi	Tahun	Studi	Buah
Olivas <i>et al.</i>	2007	1	Apel potong
Diaz <i>et al.</i>	2016	2	Apel potong
Moreira <i>et al.</i>	2015	3	Apel potong
Roble <i>et al.</i>	2011	4	Apel potong
Rao <i>et al.</i>	2014	5	Apel potong
Sarengaowa <i>et al.</i>	2019	6	Apel potong
Younas <i>et al.</i>	2014	7	Aprikot potong
Morsy & Rayan	2017	8	Aprikot potong
Rodriguez <i>et al.</i>	2017	9	Jambu biji potong
Kumar <i>et al.</i>	2017	10	Jambu biji potong
Nair <i>et al.</i>	2018	11	Jambu biji potong
Mastromatteo <i>et al.</i>	2011	12	Kiwi potong
Benitez <i>et al.</i>	2015	13	Kiwi potong
Chiabrande <i>et al.</i>	2019	14	Kiwi potong
Chiumarelli <i>et al.</i>	2011	15	Mangga potong
Roca <i>et al.</i>	2016	16	Mangga potong
Sanchez <i>et al.</i>	2013	17	Mangga potong
Koh <i>et al.</i>	2017	18	Melon kuning potong
Sarengaowa <i>et al.</i>	2019	19	Melon kuning potong
Parreidt <i>et al.</i>	2019	20	Melon kuning potong
Narsaiah <i>et al.</i>	2014	21	Pepaya potong
Silva <i>et al.</i>	2014	22	Pepaya potong
Tabassum <i>et al.</i>	2020	23	Pepaya potong
Sipahi	2012	24	Semangka potong
Sipahi <i>et al.</i>	2013	25	Semangka potong



Gambar 1. Pola perubahan susut bobot pada apel potong

Analisis Tekstur. Tekstur merupakan indikator penting sebagai tolak ukur kesegaran buah dan umur simpan buah. Parameter tekstur yang dianalisis ialah parameter *hardness*. Parameter *hardness* berkorelasi dengan terjadinya proses pematangan pada buah sehingga menyebabkan buah menjadi lunak dan sudah tidak segar saat penyimpanan

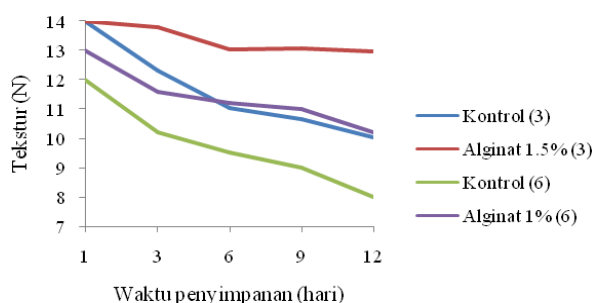
(Darmajana *et al.* 2017). Rendahnya nilai *hardness* menunjukkan bahwa buah sudah

mencapai puncak klimakteriknya yang ditandai dengan tingginya kadar senyawa CO₂ dan etilen (Narsaiah *et al.* 2014).

Studi 3 dan 6 menunjukkan penurunan nilai *hardness* pada Gambar 2. Penurunan tekstur pada buah disebabkan degradasi lapisan dinding sel buah oleh enzim poligalakturonase akibat proses pemotongan buah (Syafutri *et al.* 2006). Selama proses pematangan dan perkembangan, tekanan turgor sel selalu berubah dan menyebabkan perubahan komposisi dinding sel yang dapat mempengaruhi jaringan buah yang terjadi pelunakan (Garg *et al.* 2016; Qian *et al.* 2016).

Studi 3 dengan penggunaan alginat 1.5% dapat mempertahankan nilai *hardness* selama

penyimpanan. Hal ini menandakan bahwa *coating* alginat berperan sebagai *barier* terhadap lingkungan berupa suhu dan kelembaban relatif saat penyimpanan sehingga menghambat proses transpirasi pada buah apel potong, serta mencegah terdegradasinya sel dinding buah selama penyimpanan (Diaz *et al.* 2016; Roiyana *et al.* 2012)

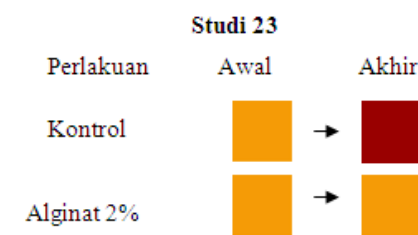


Gambar 2. Pola perubahan tekstur pada buah apel potong

Analisis warna. Warna adalah parameter kualitas dalam menentukan titik kritis warna pada buah. Perubahan warna yang terjadi disebabkan oleh pecahnya kloroplas, kromoplas, serta perubahan pigmen alami pada buah (Yin *et al.* 2016). Pengukuran warna menggunakan alat kromameter dengan sistem warna L*, a*, dan b* kemudian dikonversi menjadi nilai °hue.

Studi 23 pada perlakuan kontrol menunjukkan perubahan warna dari merah kekuningan menjadi merah. Perubahan warna pada pepaya potong disebabkan peningkatan karotenoid selama penyimpanan, salah satu jenis karotenoid utamanya ialah likopen. Perubahan pigmen klorofil sejalan dengan sintesis pigmen likopen sehingga terjadi perubahan warna (Novita *et al.* 2015). Kandungan likopen diengaruhi oleh proses pematangan dan jenis varietas buah pepaya (Tabassum *et al.* 2020; Silva *et al.* 2014)

Penggunaan *coating* alginat 2% pada studi 23 dapat mempertahankan merah kekuningan pada pepaya potong selama penyimpanan pada Gambar 3. Alginat dapat menurunkan kecepatan respirasi sehingga menghambat pematangan dengan mengurangi produksi etilen dan karbondioksida sehingga likopen tidak cepat mengalami perubahan warna (Narsaiah *et al.* 2014; Brasil *et al.* 2012)

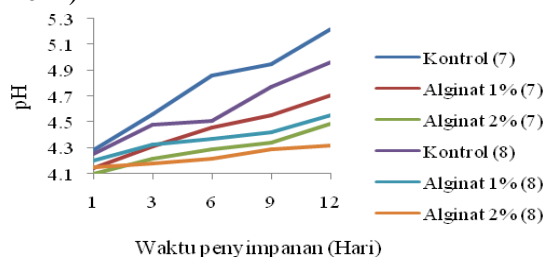


Gambar 3. Perubahan warna buah pada pepaya potong

Analisis pH. Nilai pH merupakan indikator awal dalam mengevaluasi kualitas buah (Saftner *et al.* 2017). Nilai pH pada buah cenderung beragam tergantung pada jenis buah dan tingkat pematangannya. Semakin rendah nilai pH menandakan tingginya tingkat kemasaman buah (Kumalasari *et al.* 2015).

Studi 7 dan 8 mengalami pola peningkatan, terutama perlakuan kontrol. Peningkatan nilai pH dipengaruhi penurunan asam organik seiring dengan meningkatnya gula sederhana, hal ini disebabkan terjadinya proses pematangan (Alexandra & Nurlina 2014; Bhattarai & Gautam 2006). Cofelice *et al.* (2019) juga mengatakan bahwa peningkatan pH disebabkan laju respirasi akibat proses pengupasan, pemotongan, dan aktivitas pengolahan minimal lainnya.

Studi 8 dengan alginat 2% memiliki penurunan pH yang rendah selama penyimpanan. Alginat dapat mempengaruhi atmosfer internal buah dengan menurunkan O₂ yang tersedia untuk mengurangi laju respirasi menyebabkan berkurangnya pelepasan CO₂ pada produk, sehingga *coating* alginat dapat mempertahankan kandungan asam organik buah (Sarengaowa *et al.* 2019; Moraes *et al.* 2012)



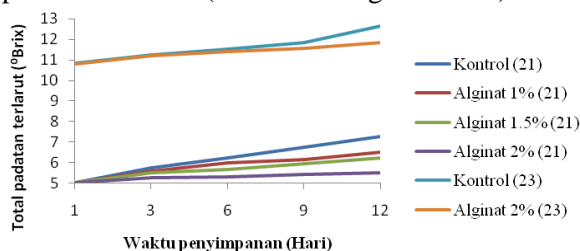
Gambar 4. Perubahan pH pada aprikot potong

Analisis total padatan terlarut. Total Padatan Terlarut (TPT) merupakan komponen terlarut berupa glukosa, fruktosa, dan sukrosa akan

mengalami peningkatan selama pematangan buah yang dinyatakan dalam °Brix (Kader & Kitinoja 2002). Semakin tinggi nilai TPT maka semakin besar pula kaar kemanisan buah (Mahadin 2015).

Perlakuan kontrol studi 21 dan 23 mengalami peningkatan TPT pada Gambar 5. Peningkatan TPT disebabkan perubahan struktur dinding sel dan kerusakan karbohidrat kompleks menjadi gula sederhana yang berkolerasi dengan hidrolisis pati menjadi fruktosa, glukosa, dan sukrosa yang menjadi indeks penting proses pematangan pada pepaya potong (Fransiska *et al.* 2013).

Penggunaan alginat 2% pada studi 21 dapat mempertahankan nilai TPT selama 12 hari penyimpanan. Menurut Bounocore *et al.* (2015) alginat mampu membentuk lapisan yang baik sehingga O₂ terhalang masuk ke buah akibat proses respirasi dan pematangan terhambat. Penggunaan *coating* alginat dapat menurunkan TPT sebagai indikasi proses pemasakan buah (Pratama & Agatha 2013).



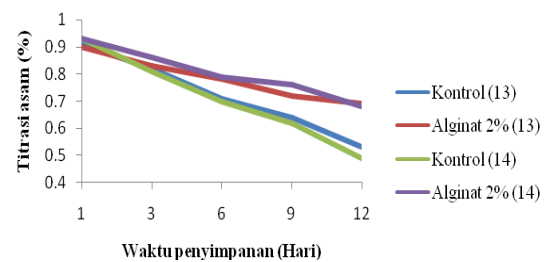
Gambar 5. Perubahan total padatan terlarut pada pepaya potong

Analisis titrasi asam. Titrasi Asam (TA) merupakan indikasi dari terjadinya proses pematangan pada buah. Kandungan asam organik seperti asam sitrat, malat, dan asam organik lainnya akan terus mengalami penurunan selama penyimpanan sehingga diperlukan pengukuran TA yang dinyatakan dalam persen (%) (Kamaludin & Handayani 2018).

Perlakuan kontrol pada studi 13 dan 14 pada Gambar 6 mengalami penurunan nilai TA selama penyimpanan. Penurunan TA disebabkan pada buah klimakterik, jumlah asam organik akan menurun secara cepat selama penyimpanan karena terjadi penggunaan asam organik yang terdapat dalam

buah sebagai substrat untuk meningkatkan laju respirasi (Novita 2015; Novita *et al.* 2012)

Studi 13 dan 14 dengan penggunaan alginat 2% dapat mempertahankan nilai TA. Menurut Chiabrando *et al.* (2016) alginat dapat menghambat laju proses pematangan dan mempertahankan kandungan asam organik pada buah, hal ini membuktikan bahwa alginat dapat mempertahankan kesegaran buah kiwi potong dan memperpanjang umur simpan.



Gambar 6. Perubahan titrasi asam pada buah kiwi potong

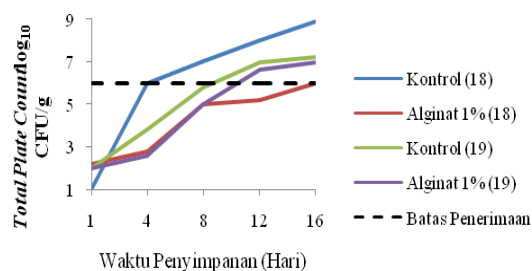
Analisis Total Plate Count (TPC). TPC merupakan parameter mikrobiologi yang dapat mengindikasikan kerusakan pada berbagai komoditas pangan termasuk buah potong. Buah dapat terkontaminasi mikroorganisme akibat kontak dengan lingkungan saat panen atau pada saat pascapanen (Eni *et al.* 2010). Batas penerimaan nilai TPC sebesar 6.00 log₁₀ CFU/g (IFST 1999).

Perlakuan kontrol studi 18 dan 19 pada Gambar 7 sudah melewati batas penerimaan di hari ke-4 hingga ke-8, hal ini disebabkan proses pematangan buah melon kuning potong berlangsung dengan cepat (Sudjatha 2017). Proses pematangan dapat menghasilkan gula sederhana kemudian menjadi pertumbuhan mikroorganisme sehingga mempercepat proses pembusukan (Tabassum *et al.* 2020; Verma *et al.* 2010; Rojas *et al.* 2009). Mikroorganisme yang dominan adalah bakteri *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan kapang *Aspergillus niger* (Sarengaowa *et al.* 2017; Pitt & Hocking 2009).

Perlakuan alginat 1% studi 19 melewati batas penerimaan ambang batas di hari ke-12. Menurut Munira *et al.* (2013) kemungkinan disebabkan lebih lamanya penyimpanan buah sebelum proses pematangan yang dapat

meningkatkan pertumbuhan bakteri dalam buah utuh. Olivas & Barbosa (2005) menyatakan kehadiran organisme pada buah potong hasil dari pencucian, pengupasan, dan pengirisan di bawah kondisi tidak higienis dengan kontaminasi yang datang dari peralatan dan material yang digunakan.

Pola perubahan nilai TPC pada studi 18 perlakuan alginat 1% tidak melewati batas penerimaan. Hal ini disebabkan alginat mengandung gugus aktif yang berfungsi sebagai antibakteri dengan menghambat bakteri (Afriani 2009). Ion hidroksil berperan aktif menghambat tumbuhnya bakteri. Mekanisme penghambatan dengan menghambat pembentukan dan merusak membran sitoplasma mikroorganisme sehingga menyebabkan keluarnya material esensial intraseluler dari mikroorganisme (Prasetyo 2016).



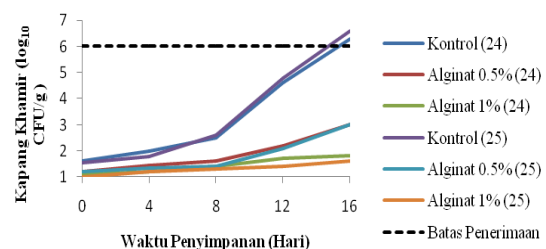
Gambar 7. Pertumbuhan TPC pada buah melon kuning potong

Analisis kapang dan khamir. Kapang dan khamir merupakan parameter mikrobiologi lainnya dalam menentukan umur simpan buah. Kapang merupakan mikroorganisme multiseluler yang umumnya tumbuh pada buah dengan suhu optimal sekitar 25 hingga 30 °C (Mursito 2003). Khamir merupakan mikroorganisme bersel tunggal yang dapat hidup di kondisi aerob dan anaerob (SNI 2019).

Perlakuan kontrol pada studi 24 dan 25 cenderung melewati batas penerimaan (6.00 log₁₀ CFU/g) selama 16 hari penyimpanan pada Gambar 8, hal ini disebabkan kadar air dari buah semangka cukup tinggi sehingga menjadi media pertumbuhan kapang dan khamir (Sipahi 2012). Keberadaan gula sederhana pada buah semangka potong juga mendukung pertumbuhan kapang *Rhizopus sp.* dan khamir *Fusarium sp.* sebagai substrat

untuk metabolisme (Sipahi *et al.* 2013; Latifah 2009)

Penggunaan alginat 1% pada studi 23 dan 25 belum melewati batas penerimaan (6.00 log₁₀ CFU/g) selama 16 hari penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa *coating* alginat dapat menghambat pertumbuhan kapang dan khamir karena ion hidroksil pada alginat dapat merusak dinding sel kapang dan khamir sehingga terjadi lisis yang menyebabkan keluarnya cairan dalam jumlah besar dan sel mati (Afriani 2019; Ariani *et al.* 2017).

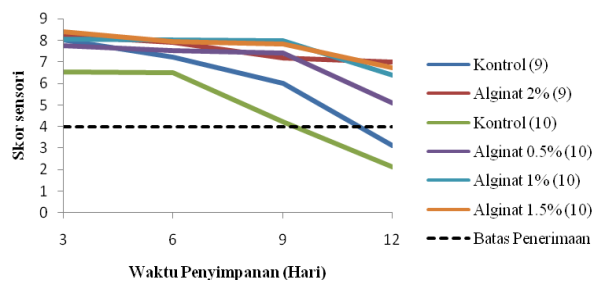


Gambar 8. Pertumbuhan kapang dan khamir pada semangka potong

Evaluasi sensori. Evaluasi sensori merupakan parameter yang bertujuan untuk dikonsumsi (Marpaung *et al.* 2015). Penilaian evaluasi sensori terdapat lima parameter diantaranya penampakan, aroma, tekstur, warna, dan penerimaan keseluruhan panelis terhadap sampel yang dilapisi *coating* dari alginat. Data uji hedonik diolah menjadi skor sensori berkisar dari 1 (sangat tidak suka) hingga 9 (sangat suka) dengan batas penerimaan sebesar 4 (Rodriguez *et al.* 2017)

Perlakuan kontrol pada studi 9 melewati batas penerimaan skor sensori di hari ke-9, sedangkan studi 10 melewati batas penerimaan di hari ke-12 pada Gambar 9, sehingga menandakan bahwa jambu biji potong sudah tidak segar dan tidak layak untuk dikonsumsi. Penurunan karakteristik pada jambu biji potong ditandai tekstur yang lunak yang disebabkan degradasi dinding sel kemudian dipercepat adanya aktivitas mikroorganisme. Penurunan warna menjadi kuning kecoklatan akibat degradasi zat klorofil (Kumar *et al.* 2017). Terbentuk aroma dan rasa seperti alkohol akibat meningkatnya laju respirasi dan produksi etilen saat pematangan (Kumar *et al.* 2017; Mulato 2015; Ali *et al.* 2011).

Penggunaan alginat 2% pada studi 9 dapat mempertahankan karakteristik sensori selama 12 hari penyimpanan. Alginat berperan dalam mempertahankan warna pada buah jambu biji potong karena menghambat pematangan, degradasi klorofil, akumulasi antosianin, dan sintesis karotenoid (Kumar *et al.* 2017; Narsaiah *et al.* 2014).



Gambar 9. Perubahan skor sensori buah jambu biji potong

KESIMPULAN

Kemampuan alginat sebagai bahan penyusun pada *edible coating* dapat menghambat laju respirasi, transpirasi, menunda pemanfaatan asam organik, menahan pertukaran gas O₂, menghambat pertumbuhan kapang dan khamir.

Alginat juga dapat mempertahankan karakteristik sensori buah potong jenis klimakterik dan memperpanjang umur simpan hingga 12 hari, terutama pada buah potong apel, pepaya, aprikot, kiwi, melon kuning, semangka, dan jambu biji. Alginat 1.5% berperan dalam parameter fisik terutama analisis susut bobot dan tekstur pada buah apel. Alginat 2% berperan dalam parameter kimia buah aprikot, pepaya serta kiwi dan evaluasi sensori pada buah jambu biji, untuk mikrobiologi alginat 1% berperan dalam menghambat kapang dan khamir pada buah semangka.

DAFTAR PUSTAKA

[SNI]. 2009. *Batas Maksimum Cemaran Mikroba dalam Pangan*. Jakarta: SNI 7388

Afriani, Winda. Uji perbandingan aktivitas antibakteri serbuk alginat rumput laut coklat (*Sargassum sp.*) dengan variasi agen pengekstrak [skripsi]. Aceh (ID): Universitas Islam Negeri Ar-raniry Darussalam.

Alexandra, Nurlina. 2014. Aplikasi edible coating dari pektin jeruk Songhi Pontianak (*Citrus nobilis var Microcarpa*). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*,3(4): 11-20

Ali, Muhammad, Sijam. 2011. Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II pepaya (*Carica papaya L.*) fruit during cold storage. *Food Chem*, 124(2): 620-626

Asriani, Betty, Sedarnawati. 2007. Mekanisme antibakteri metabolit *Lb. plantarum* kik dan monoasilgliserol minyak kelapa terhadap bakteri patogen pangan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 18(2): 126-133.

Bhattarai, Gautam. 2006. Effect of Harvesting method and calcium on postharvest physiology of tomato. *Nepal Agric. Res J*. 7: 37-41

Bounocore, C.G., Conte, Del. 2005. Use of a mathematical model to describe the barrier properties of edible film. *Journal of Food Science*. 70(2): 142-147

Brasil, Gomes, Puerta. 2012. Polysaccharide based multilayered antimicrobial edible coating enhances quality of fresh cut papaya. *Food Science and Technology*. 47: 39-45

Chiabrando, V., Giovanna, C. 2016. Effects of edible coatings on quality maintenance of fresh-cut nectarines. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 28(3): 201-207

Cofelice, Francesco, dan Fransesca. 2019. Quality control of fresh cut apples after coating application. *Foods*. 8(189): 1-11.

Darmajana, Nok, Enny. 2017. Pengaruh pelapis dapat dimakan dari karagenan terhadap mutu melon pootng dalam penyimpanan dingin. *Agritech*. 37(3): 280-287

Dewi, W.D., Nafi, Indira. 2007. Pengaruh pemberian minyak atsiri vanili dan kemangi dalam *edible coating* alginat sebagai antibakteri *fresh cut* Apel Manalagi (*Malus sylverstris Mill.*). Skripsi. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Diaz, Corral, Sepulveda. 2016. Alginate coatings containing high levels of isoleucine improve aromatic and

- standard quality in fresh cut apple. *Eur. J. Hortic. Sci.* 81(3): 175-184
- Eni, Oluwawemitan, Oranusi. 2010. Microbial quality of fruits and vegetables sold in Sango Ota, Nigeria. *African Journal of Food Science.* 4(5): 291-296
- Fransiska, Rofandi, Budianto. 2013. Karakteristik fisiologi manggis dalam penyimpanan atmosfer termodifikasi. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung.* 2(1): 1-6
- Garg, Singh, Kaur. 2016. Microbial pectinase: an ecofriendly tool of nature for industries. *3 Biotech.* 6(1): 1-13
- Hegazy. 2017. The effect of edible coating on the quality attributes and shelf life of persimmon fruit. *Current Science International.* 6(4): 880-890
- Institute of Food Science and Technology. 1999. *Development and Use of Microbiological Criteria for Food.* UK: IFST
- Kader, Kitinoja. 2002. *Small Scale Postharvest Handling Practices: A Manual for Horticultural Crops (4th edition).* California: Postharvest Horticulture Series
- Kamaluddin, Handayani. 2018. Pengaruh perbedaan jenis hidrokoloid terhadap karakteristik *fruit leather* papaya. *Edufortech.* 3(1): 24-32
- Koh, Adzahan, Zainal. 2017. Application of edible coatings and repetitive pulsed light for shelf life extension of fresh cut cantaloupe. *Postharvest biology and technology.* 129: 64-78
- Kumalasari, Ekafitri, Desnilasari. 2015. Pengaruh bahan penstabil dan perbandingan bubur buah terhadap mutu sari buah campuran pepaya nanas. *J.Hort.* 25(3): 266-276
- Kumar, Singh, Kohli. 2017. Post harvest changes in functional and sensory properties of guava (*Psidium guajava* L. cv. Pant Prabhat) fruits as influenced by different edible coating treatments. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry.* 6(6): 1109-1116
- Latifah. 2009. Pengaruh *edible coating* ubi jalar putih (*Ipomoea batatas* L.) terhadap perubahan warna apel potong segar. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Li, Jiang, Ding. 2011. Effect of nano ZnO coated active packaging on quality of fresh cut Fuji Apple. *International Journal of Food Science and Technology.* 46(9): 1947-1955
- Mahadin. 2015. Aplikasi *edible coating* berbasis pati singkong untuk memperpanjang umur simpan buah naga terolah minimal. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Marpaung, Susilo, Argo. 2015. Pengaruh penambahan konsentrasi CMC dan lama pencelupan pada proses *edible coating* terhadap sifat fisik Anggur Merah (*Vitis vinifera* L.). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem.* 3(1): 67-73
- McHugh. 2003. *A guide to the seaweed industry.* Roma: FAO Fisheries Technical
- Moraes, Cristiane, Maria. 2012. Conservation of William Pear using edible coating with alginate and carrageenan. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos.* 32(4): 679-684
- Morsy, N.E., Rayan A.M. 2019. Effect of different edible coatings on biochemical quality and shelf life of apricots (*Prunus armenica* L. cv Canino). *Journal of Food Measurement and Characterization.* 13: 3173-3182
- Mulato, F.Y. 2015. Klasifikasi kematangan buah jambu biji merah (*Psidium guajava*) dengan menggunakan model fuzzy. Skripsi. Yogyakarta (ID): Universitas Negeri Yogyakarta
- Munira, Rosnah, Zaulia. 2013. Effect of postharvest of whole fruit on physic chemical and microbial changes of fresh cut cantaloupe. *Intrernational Food Research Journal.* 20(1): 501-508
- Mursito, B. 2003. *Ramuan Tradisional untuk Pelangsing Tubuh.* Jakarta: Penebar Swadaya.
- Narsaiah, Wilson, Gokul. 2014. Effect of bacteriocin incorporated alginate coating on shelf life of minimally processed papaya (*Carica papaya* L.). *Postharvest Biology and Technology.* 100: 212-218.
- Nisah, K., Barat, Y.M. 2019. Efek *edible coating* pada kualitas alpukat (*Persea America* Mill) selama penyimpanan. *Amina: Aplikasi analisis kimia kuantitatif untuk pemantauan kadar obat (therapeutic drugs monitoring).* 1(1): 11-17

- Novita, Satriana, dan Etria. 2015. Kandungan likopen dan karotenoid buah Tomat pada berbagai tingkat kematangan: pengaruh pelapisan dengan kitosan dan penyimpanan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 7(1): 35-39
- Olivas, Barbosa. 2005. Edible coating for fresh cut fruits. *Critical Review in Food Science and Nutrition*. 45: 657-670
- Olivas, Mattinson, Barbosa. 2007. Alginate coatings for preservation of minimally processed 'Gala' apples. *Postharvest Biology and Technology*. 45: 89-96
- Pitt, Hocking. 2009. *Fungi and Food Spoilage*. New York: Springer-Verlag
- Prasetyo, H. T. 2016. Ekstrak daun cengkeh sebagai antibakteri pada sediaan sabun padat. Skripsi. Jakarta: Universitas Muhammadiyah Jakarta
- Pratama, Agatha. 2013. Penyimpanan bebuahan utuh. Laporan Praktikum. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Pujimulyani, D. 2009. *Teknologi Pengolahan Sayur-sayuran dan Buah-buahan*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Purwanti, Jamaluddin, Kadirman. 2017. Penguapan air dan penyusutan irisan ubi kayu selama proses pengeringan menggunakan mesin *cabinet dryer*. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 3: 127-136
- Qian, Zhang, Yan. 2016. Identification and expression analysis of polygalacturonase family members during peach fruit softening. *International Journal of Molecular Sciences*. 17(11): 1-17
- Rochman. 2007. Kajian teknik pengemasan buah pepaya dan semangka terolah minimal selama penyimpanan dingin. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Rodriguez, Silvaa. 2017. Physiology and postharvest conservation of Paluma guava under coatings using Jack fruit seed based starch. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 40(2): 1-8
- Roiyana, Izzati, Prihastanti. 2012. Potensi dan efisiensi senyawa hidrokoloid nabati sebagai bahan penunda pematangan buah. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 20(2): 40-50
- Rojas, Fortuny, Belloso. 2009. Edible coating to incorporate active ingredients to fresh cut fruits: a review. *Trends in Food Sci Technol*. 38: 438-447
- Saftner, Luo, McEvoy. 2017. Quality Characteristics of fresh cut watermelon slices from non treated and 1-methylcyclopropene and/or ethylene treated whole fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 44: 71-79
- Sarengaowa, Hu, Feng. 2017. Effect of thyme oil alginate based coating on quality and microbial safety of fresh cut apples. *J Sci Food Agric*. 98: 2302-2311
- Sipahi. 2012. Alginate based edible coating to enhance quality and extend shelf life of fresh cut watermelon. Thesis. Texas: Texas A&M University
- Sipahi, Perez, Moreira. 2013. Improved multilayered antimicrobial alginate based edible coating extends the shelf life of fresh cut watermelon. *Food Science and Technology*. 51: 9-15
- Silva, Arauji, Lima. 2014. Identification of phenolic compound and evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of *Euphorbia tirucalli L*. *Antioxidants*. 3: 159-175
- Soesanto, Tri. 2006. Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen. Yogyakarta: Akademika
- Syafutri, Pratama, Saputra. 2006. Sifat fisik dan kimia buah mangga (*Mangifera indica L*) selama penyimpanan dengan berbagai metode pengemasan. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan*. 17(1): 1-11
- Tabassum, Khan. 2020. Modified atmosphere packaging of fresh cut papaya using alginate based edible coating: quality evaluation and shelf life study. *Scientia Horticulturae*. 259: 1-9
- Verma, Upadhyay, Solomon. 2010. Functional analysis of sucrose phosphate syntase (SPS) and sucrose synthase (SS) in sugarcane cultivars. *Plant biology*. 13: 325-332
- Yin, Xie. 2016. Involvement of an ethylene response factor in chlorophyll degradation during citrus fruit degreening. *The Plant Journal*. 86(5): 402-412

