

KARAKTERISTIK DAN APLIKASI *EDIBLE COATING* PADA BUAH DAN SAYUR

KARAKTERISTIK DAN APLIKASI *EDIBLE COATING* PADA BUAH DAN SAYUR

Violin Leonard

Mahasiswa Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian,
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

foodtech.violin.l.20@ukwms.ac.id

Abstrak

Buah dan sayur memiliki sifat yang mudah rusak (perishable food). Apabila buah dan sayur mengalami kerusakan, nutrisi dalam bahan terutama vitamin akan hilang karena bereaksi dengan oksigen. Diperlukan teknologi pascapanen yang tepat untuk mengurangi kerusakan, menjaga kualitas, dan memperpanjang umur simpan buah dan sayur. Tujuan dari penulisan seminar ilmiah ini adalah membahas karakteristik dan aplikasi edible coating pada buah dan sayur. Edible coating adalah pelapis yang dapat dimakan serta memiliki kemampuan untuk mempertahankan umur simpan buah dan sayur. Edible coating memiliki kemampuan sebagai pelindung buah dan sayur dari kerusakan biologis, mikrobiologis, dan kimiawi, sehingga umur simpan dapat diperpanjang. Edible coating memiliki permeabilitas yang rendah terhadap gas O_2 dan CO_2 sehingga dapat memperlambat laju respirasi buah dan sayur. Aplikasi edible coating juga dapat melindungi bahan dari transpirasi sehingga mencegah terjadinya susut bobot dan pelunakan bahan. Penggunaan bahan yang memiliki sifat antimikroba dapat memberikan sifat antimikroba pula pada edible coating. Sifat antimikroba tersebut dapat menghindari buah dan sayur dari kontaminasi mikroba sehingga kerusakan mikrobiologis dapat dicegah dan umur simpan lebih panjang.

Kata kunci: buah, sayur, klimaterik, non-klimaterik, edible coating

Abstract

Fruits and vegetables are perishable foods. If fruits and vegetables are damaged, the nutrients in the ingredients, especially vitamins, will be lost because they react with oxygen. Proper postharvest technology is needed to reduce spoilage, maintain quality, and extend the shelf life of fruits and vegetables. The purpose of writing this scientific seminar is to discuss the characteristics and applications of edible coatings on fruits and vegetables. Edible coating is a coating that can be eaten and could maintain the shelf life of fruits and vegetables. Edible coating could protect fruits and vegetables from biological, microbiological, and chemical damage, so that the shelf life can be extended. Edible coatings have low permeability to O_2 and CO_2 gases so they can slow down the respiration rate of fruits and vegetables. The application of edible coating can also protect the material from transpiration to prevent weight loss and softening of the material. Using materials that have antimicrobial properties, it can also provide antimicrobial properties to edible coatings. These antimicrobial properties can prevent fruits and vegetables from microbial contamination so that microbiological damage can be prevented and fruits and vegetables shelf life can be extended.

Keywords: fruit, vegetable, climacteric, non-climacteric, edible coating

PENDAHULUAN

Buah dan sayur mudah ditemukan di Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik (2022), produksi buah di Indonesia pada tahun 2021 mencapai 25,9 ton. Jeruk siam/keprok (9,34%), mangga (10,92%), dan pisang (33,65%) merupakan buah yang dominan diproduksi di Indonesia. Produksi sayur di Indonesia pada tahun 2021 mencapai 14,7 ton

dan sebagian besar produknya adalah kentang (9,19%), kubis (9,69%), wortel (4,68%), dan tomat (7,53%). Buah dan sayur memiliki banyak manfaat karena dapat menjadi sumber antioksidan, vitamin, mineral dan zat lain yang mampu menjaga kesehatan tubuh. Buah dan sayur bersifat mudah rusak (*perishable food*). Apabila buah dan sayur mengalami kerusakan,

nutrisi dalam bahan terutama vitamin akan hilang karena bereaksi dengan oksigen.

Kerusakan bahan pangan dikelompokkan menjadi kerusakan biologis, fisik, mekanis, mikrobiologis, dan kimiawi. Kerusakan biologis meliputi reaksi-reaksi metabolisme dalam bahan atau enzim yang terdapat dalam bahan secara alami sehingga terjadi proses autolisis yang menyebabkan terjadinya kerusakan dan pembusukan (Li et al., 2019). Kerusakan fisik merupakan kerusakan yang diakibatkan oleh insekta atau rodensia, maupun kondisi lingkungan seperti suhu dan sinar matahari. Kerusakan mekanis adalah kerusakan yang diakibatkan oleh adanya gesekan atau tekanan saat panen, penyimpanan atau distribusi. Kerusakan mikrobiologis adalah kerusakan yang disebabkan oleh mikroorganisme seperti bakteri, kapang (*mold*), dan khamir (*yeast*) (Kumar et al., 2020). Mikroba tumbuh dengan memanfaatkan nutrisi dan menghasilkan metabolit yang menyebabkan pembusukan makanan (Parlapani et al., 2017). Kerusakan kimiawi adalah kerusakan yang diakibatkan oleh reaksi kimia seperti respirasi, hidrolisis, dan reaksi enzimatik. Respirasi adalah proses kimia dimana senyawa organik melepaskan energi. Respirasi menyebabkan susut bobot pada buah dan sayur selama penanganan dan penyimpanan pascapanen (Sapper & Chiralt, 2018). Buah klimaterik dan non-klimaterik memiliki pola kerusakan yang sama akibat respirasi.

Teknologi pascapanen yang tepat diperlukan untuk mengurangi kerusakan, menjaga kualitas, dan memperpanjang umur simpan buah dan sayur. Beberapa teknik digunakan seperti *modified atmosphere storage* (MAS), *modified atmosphere packaging* (MAP), *controlled atmosphere storage* (CAS), dan *edible coating*. Teknologi metode MAS dan MAP memiliki mekanisme yang sama yaitu memodifikasi udara, baik dalam ruang penyimpanan maupun dalam

kemasan hingga menciptakan atmosfer yang rendah oksigen. Metode CAS mengontrol udara dalam ruang penyimpanan selama penyimpanan dilakukan, sehingga memperlambat pertumbuhan mikroorganisme dan laju oksidasi. *Edible coating* berfungsi sebagai penghalang gas terutama O₂ sehingga respirasi dapat diperlambat.

Edible coating merupakan pelapis yang dapat dimakan dan dapat digunakan sesuai kebutuhan. Penerapannya dapat dilakukan dengan pencelupan (*dipping*), penyemprotan (*spraying*), atau penyikatan (*brushing*). *Edible coating* yang menempel pada permukaan makanan dapat menghalangi oksigen, kelembaban, dan pergerakan zat terlarut (Gutiérrez & Álvarez, 2017; Tapia-Blácido et al., 2018). Bahan yang digunakan untuk *edible coating* berasal dari bahan yang mampu membentuk *film* seperti karagenan, pati, kitin, kitosan, alginat, pektin, dan lain-lain (Gutiérrez, 2018; Merino et al., 2019). Lapisan *edible coating* berbasis polimer tidak hanya ramah lingkungan tetapi formulasinya dapat menggunakan produk sampingan dari industri pangan. Teknologi ini tidak hanya memperpanjang umur simpan namun juga menjaga bahan tetap aman dari berbagai bahaya biologis dan mikrobiologis yang dapat menyebabkan makanan membusuk. Hidrokolid merupakan bahan yang paling banyak digunakan sebagai bahan pembuatan *edible coating* karena hidrokolid dapat berasal dari sayuran, hewan, mikroba, atau komponen sintetik yang mengandung gugus hidroksil. Bahan yang memiliki gugus hidroksil dapat membentuk koloid dan dapat membentuk gel (Herawati, 2018). Ulasan ini berfokus pada penerapan *edible coating* dengan bahan berbasis hidrokolid untuk menjaga kualitas, memperpanjang umur simpan, dan mencegah pembusukan pada buah dan sayur.

BAHAN EDIBLE COATING

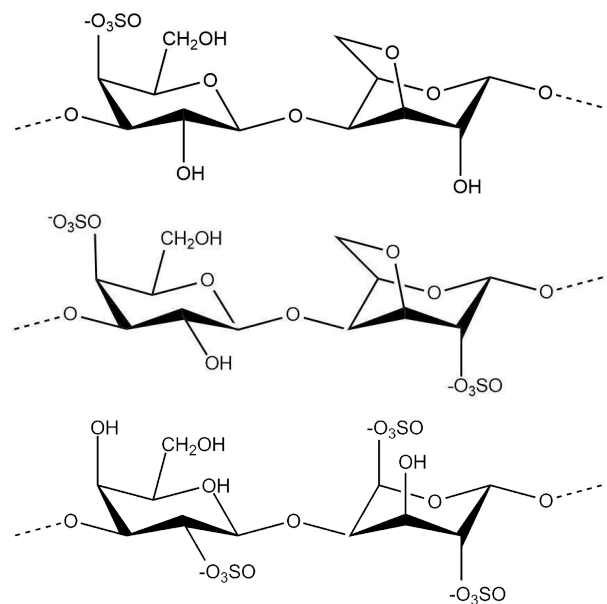
Terdapat tiga kategori pelapis yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan *edible coating* sesuai dengan sifat komponen yang digunakan yaitu hidrokoloid, lipid, dan komposit yang dibuat dengan menggabungkan dua kategori lainnya (Sharman et al., 2018). Hidrokoloid dapat digunakan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan mutu pangan. Hal ini berkaitan dengan kemampuan hidrokoloid untuk menyerap air dengan mudah dan membentuk gel. Kemampuan tersebut dimanfaatkan dan diimplementasikan dalam pembuatan *edible coating*. Berikut merupakan pelapis berbasis hidrokoloid.

Karagenan

Karagenan merupakan polisakarida linier anionik yang berasal dari ekstrak ganggang merah *Eucheuma cottonii* (*Rhodophyceae*), karagenan dapat digunakan sebagai bahan *edible coating* untuk buah-buahan (Lin et al., 2018; Falco et al., 2019). Ada tiga jenis karagenan seperti kappa, iota dan lambda dengan jumlah dan posisi gugus sulfat yang berbeda pada dimer galaktosa. Gugus hidroksil dan sulfat pada karagenan bersifat hidrofilik sedangkan gugus 3,6-anhidro-D-galaktosa lebih hidrofobik. Lambda karagenan mudah larut pada semua kondisi karena tanpa unit 3,6-anhidro-D-galaktosa dan mengandung gugus sulfat yang tinggi. Iota karagenan bersifat lebih hidrofilik karena adanya gugus sulfat dapat menetralkan 3,6-anhidro-D-galaktosa yang kurang hidrofilik. Jenis karagenan yang paling sering digunakan pada pangan adalah kappa karagenan karena lebih banyak memiliki gugus 3,6-anhidro-D-galaktosa, sehingga mampu membentuk gel lebih baik (Falco et al., 2019; Hambleton et al., 2009). Struktur kappa-karagenan, iota karagenan, dan lambda karagenan dapat dilihat pada Gambar 1.

Ekstraksi karagenan dilakukan dengan beberapa metode ekstraksi, salah satunya

ekstraksi menggunakan alkali. Alkali dapat diperoleh dengan menambahkan larutan basa misalnya larutan NaOH atau KOH (Diharmiet al., 2020). Pelarut ini dapat mempercepat proses eliminasi 6-sulfat monomer menjadi 3,6-anhidro-D-galaktosa. Setelah penguapan pelarut, heliks ganda polisakarida akan membentuk jaringan tiga dimensi, yang selanjutnya membentuk *film* padat (Lin et al., 2018). *Edible coating* karagenan menjadi membran permeabel yang selektif untuk gas O₂ dan CO₂, serta dapat memodifikasi suasana dalam bahan sehingga memperpanjang umur simpan (Dwivany et al., 2020).



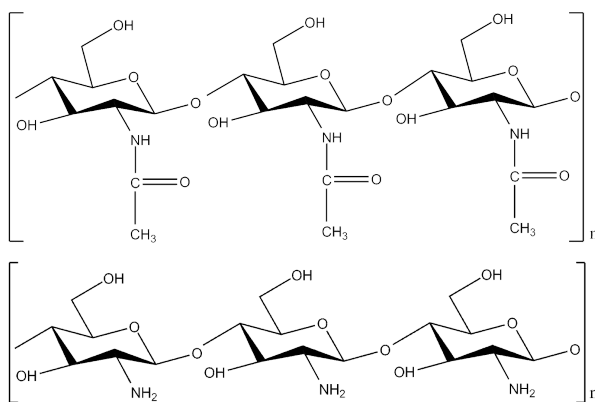
Gambar 1. (a) Struktur kappa karagenan (b) Struktur iota karagenan (c) Struktur lambda karagenan

Sumber: Venugopal (2011)

Kitosan (Cs)

Kitosan merupakan polisakarida linier yang mengandung β -(1-4)-2-acetamido-D-glucose and β -(1-4)-2-amino-D-glucose yang berasal dari deasetilasi kitin dalam larutan basa (Hassan et al., 2018). Bahan dasar kitosan berasal dari cangkang krustasea laut, serangga, jamur dan ragi (Mujtaba et al., 2019). Berbentuk serpihan

putih kekuningan, tidak berbau, dan tidak berasa. Kitosan populer di antara bahan pelapis lainnya karena bersifat *biodegradable*, biokompatibel, dan sangat tahan terhadap mikroba patogen (Lin et al., 2018). Memiliki kemampuan larut dalam air yang rendah karena dapat membentuk struktur kristal yang kaku, selain itu permeabilitas uap airnya tinggi sehingga tidak cocok pada lingkungan yang lembab (Candir et al., 2018; Chaudhary et al., 2020). Struktur kitin dan kitosan dapat dilihat pada Gambar 2.



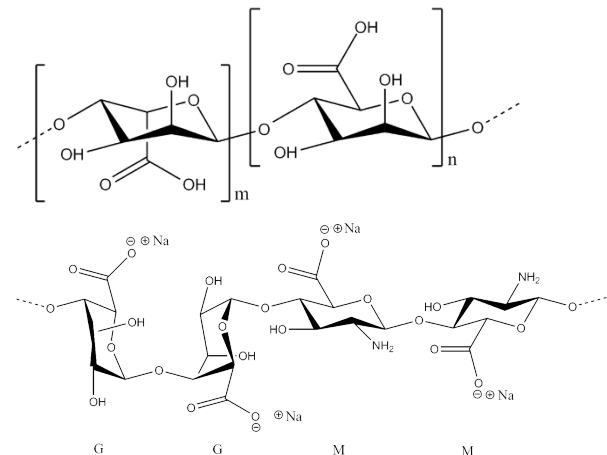
Gambar 2. (a) Struktur kitin (b) Struktur kitosan

Sumber: Imtihani et al. (2020)

Alginat

Alginat adalah polisakarida yang terbentuk secara alami dan tidak dapat dicerna yang umumnya diproduksi dan disempurnakan dari berbagai genera ganggang coklat (terutama *Laminaria hyperborean*, *Macrocystis pyrifera*, *Ascophyllum nodosum*) (Parreidt et al., 2018). Termasuk dalam kopolimer biner tak bercabang dari (1-4)-linked β -d-mannuronic acid (M) dan residu asam α -l-guluronic (G) dengan komposisi dan struktur sekuensial yang sangat bervariasi (Jaramillo et al., 2020). Memiliki sifat pembentukan film yang baik, memberikan tampilan film yang seragam, transparan, dan mengkilat (Kocira et al., 2021). Tidak larut air dalam bentuk garam kalsium alginat atau asam alginat. Alginat

banyak digunakan dalam berbagai industri seperti makanan, minuman, tekstil, percetakan, dan farmasi sebagai bahan pengental, penstabil, pengemulsi, bahan pengkelat, enkapsulasi, pembengkakan, zat pensuspensi, atau digunakan untuk membentuk gel, film, dan membran. Yang paling umum digunakan adalah natrium alginat (Parreidt et al., 2018). Struktur alginat dan Na-alginat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. (a) Struktur alginat (b) Struktur Na-alginat

Sumber: Putriyana et al. (2018)

PROSES PEMBUATAN *EDIBLE COATING*

Pembuatan *edible coating* dengan berbahan dasar karagenan, kitosan, dan alginat memiliki proses yang sama yaitu dengan pemanasan tepung karagenan/serbuk kitosan/natrium alginat terlebih dahulu di dalam masing-masing pelarut dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Bubuk yang telah larut tersebut kemudian ditambah dengan gliserol sebagai *plasticizer* (perekat). Perbedaan terdapat pada pelarut yang digunakan, untuk karagenan dan natrium alginat digunakan pelarut aquades, sedangkan kitosan menggunakan asam asetat 1% (v/v) (Nair et al., 2018; Zam, 2019; Dwivany et al., 2020). Pelarut asam asetat yang digunakan untuk melarutkan serbuk kitosan digunakan untuk menghilangkan gugus asetil yang ada pada struktur kitin sehingga menghasilkan

kitosan (Lin et al., 2018). Pemanasan setiap bahan memiliki suhu yang berbeda-beda. Pelapis karagenan menggunakan suhu 80°C, pelapis kitosan menggunakan suhu 30°C, dan pelapis natrium alginat menggunakan suhu 65°C. Waktu pemanasan setiap pelapis dilakukan selama \pm 15 menit (Nair et al., 2018; Zam, 2019; Dwivany et al., 2020).

Pembuatan lapisan *edible coating* karagenan diberi penambahan Karboksimetil selulosa (CMC) 0,1% (b/v), kalium sorbat 0,5% (b/v), dan asam stearat 0,5% (b/v). Larutan *edible coating* natrium alginat diberi penambahan CaCl₂ 2%. CMC berperan sebagai pengental, penstabil, pengikat, serta pembentuk tekstur halus. Kalium sorbat sebagai pengawet, asam stearat sebagai pengental, dan CaCl₂ sebagai *firming agent* (Nair et al., 2018; Dwivany et al., 2020). Semua bahan yang digunakan dalam pembuatan larutan *edible coating* dapat berbeda-beda tergantung dengan perlakuan yang akan digunakan. Jumlah gliserol dan kalsium klorida yang digunakan juga dapat dimodifikasi sehingga banyaknya bahan yang digunakan tidak selalu sama. Konsentrasi gliserol yang berbeda-beda akan menghasilkan karakteristik yang berbeda pula.

PERAN *EDIBLE COATING* DALAM MEMPERTAHANKAN KUALITAS BUAH DAN SAYUR

Transpirasi dan respirasi produk merupakan penyebab utama menurunnya kualitas dan kerugian nilai ekonomi, dibuktikan dengan penurunan susut bobot, perubahan warna, kelayuan. Hal ini berdampak signifikan pada penampilan produk. Penggunaan *edible coating* dapat mengubah lingkungan dengan membentuk penghalang semi-permeabel terhadap O₂, CO₂, kelembaban, dan zat terlarut, menurunkan respirasi, kehilangan air, dan laju reaksi oksidasi (Mounika et al., 2022).

Buah

Buah digolongkan menjadi 2 kelompok, yaitu buah klimaterik dan non-klimaterik. Buah klimaterik adalah buah yang pematangannya disertai dengan peningkatan laju respirasi dan produksi etilen. Pada buah non-klimaterik laju respirasi menurun selama pematangan dan penuaan, serta tidak ada peningkatan etilen. Umur simpan buah berbanding terbalik dengan laju respirasi, semakin tinggi laju respirasi maka semakin cepat buah mengalami penuaan (Watson, 2016). Buah-buahan akan mengalami penurunan tekstur selama penyimpanan karena komponen dinding sel terdegradasi dan kehilangan air akibat transpirasi ataupun respirasi (Rastegar et al., 2019). *Edible coating* bertindak sebagai penghalang tambahan yang mengurangi respirasi dan transpirasi, sehingga mencegah kehilangan air dan pelunakan buah (Diaz-Mula et al., 2012). Buah klimaterik dan non-klimaterik dapat mengalami susut bobot dan pelunakan akibat transpirasi selama penyimpanan, transpirasi dapat dihambat dengan mengaplikasikan *edible coating*. *Edible coating* dapat menjaga tekstur buah klimaterik dan non-klimaterik agar tidak mengalami pelunakan. Hal ini dikarenakan *edible coating* mampu menahan laju uap air yang keluar dari bahan dan menghindari terjadinya susut bobot serta pelunakan (Qamar et al., 2018; Minh et al., 2019). Variasi konsentrasi *edible coating* menghasilkan susut bobot buah yang berbeda-beda. Pada konsentrasi yang tinggi akan dihasilkan buah yang lebih rendah penurunan susut bobotnya (Dwivany et al., 2020). Pengaruh jenis *edible coating* dan konsentrasi *edible coating* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh jenis *edible coating* pada buah klimaterik dan non-klimaterik

Golongan buah	Jenis <i>edible coating</i>	Konsentrasi	Pengaruh	Referensi
Buah klimaterik				

Golongan buah	Jenis <i>edible coating</i>	Konsentrasi	Pengaruh	Referensi
Pisang	Karagenan	1,5%	Menurunkan laju respirasi, menurunkan rasio pulp, menghambat pematangan, dan menghambat produksi pigmen karotenoid	Novianti & Dwivany, 2020
	Na-alginat	2%	Mengurangi laju respirasi, melindungi dari oksigen, dan melindungi dari pencoklatan	Dwivany et al., 2020
Mangga	Kitosan	1,5%	Menurunkan laju respirasi, mengurangi susut bobot,	Babu et al., 2019
Buah non-klimaterik				
Kelengkeng	Karagenan	2%	Mengurangi susut bobot, menjaga tekstur, memperpanjang umur simpan	Lin et al., 2018
Strawberry	Kitosan	1,5%	Memperpanjang umur simpan, menghambat aktivitas enzim oksidatif, menunda aktivitas PPO	Riaz et al., 2020

Golongan buah	Jenis <i>edible coating</i>	Konsentrasi	Pengaruh	Referensi
Blueberry	Na-alginat	2%	Mengurangi laju respirasi, melindungi dari oksigen, dan melindungi dari pencoklatan	Jaramillo et al., 2020

Menurut Lin et al. (2018), *edible coating* mampu menghasilkan atmosfer yang dimodifikasi secara internal dengan permeabilitas terhadap O₂ dan CO₂, sehingga mengisolasi lapisan produk dari lingkungan. Akibatnya, laju respirasi pada buah klimaterik semakin menurun dan memperlambat metabolisme buah baik klimaterik maupun non-klimaterik, sehingga meningkatkan umur simpannya. Hal ini juga didukung oleh pendapat Rastegar et al., (2019) yang menyatakan bahwa *edible coating* mampu mengurangi laju respirasi dan aktivitas metabolisme dengan menghalangi pertukaran gas, menunda proses pematangan pada buah klimaterik.

Edible coating yang berasal dari hidrokoloid memiliki ketahanan yang baik pada gas CO₂ dan O₂, namun tidak tahan uap air karena bersifat hidrofilik. Untuk memaksimalkan *edible coating* alginat, dapat digunakan CaCl₂, ion kalsium (Ca²⁺) dapat memperkuat dinding sel dan menghambat hidrolisis yang menyebabkan pemecahan pektin dan pati (Jaramillo et al., 2020). Menurut Wani et al. (2021), *edible coating* dapat menghambat aktivitas enzim polifenol oksidase dan peroksidase, dimana enzim ini merupakan enzim penyebab pencoklatan pada buah klimaterik maupun non-klimaterik. Oleh karena itu, *edible coating* dapat memperlambat atau mencegah munculnya warna yang tidak diinginkan. Dwivany et al. (2020),

menyatakan bahwa *edible coating* menjadi penghalang dan mengurangi pasokan O₂ ke buah klimaterik. Konsentrasi CO₂ yang tinggi dan konsentrasi O₂ yang rendah dapat menghambat degradasi klorofil pada kulit buah dan produksi etilen, sehingga menunda pematangan buah.

Aplikasi *edible coating* dapat menurunkan rasio *pulp* pada buah pisang. Hal ini dikarenakan *edible coating* menjadi penghalang gas O₂, sehingga biosintesis etilen dan proses pematangan terhambat, termasuk degradasi klorofil pada kulit dan *pulp*. *Edible coating* juga dapat menghambat produksi pigmen karotenoid karena produksi karotenoid dipengaruhi oleh etilen (Novianti & Dwivany, 2020). Hal ini didukung oleh pernyataan Arroyo et al. (2019), bahwa modifikasi atmosfer antara permukaan buah dan permukaan lapisan menghambat degradasi pigmen dengan tidak adanya O₂.

Sayur

Sayur mengandung jumlah air yang banyak dan nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk tumbuh. Kandungan air yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya transpirasi yang menyebabkan susut bobot pada bahan dan pelunakan tekstur (Guimarães et al., 2020). Penurunan susut bobot sayur selama penyimpanan mungkin disebabkan oleh penurunan aktivitas metabolisme buah yang mengakibatkan penurunan karbohidrat dan kemudian hilangnya kelembaban sayur (Mahmoud et al., 2019). *Edible coating* memiliki kemampuan untuk melindungi berbagai jenis sayuran dari transpirasi tanpa mempengaruhi rasa dan bau sayur, hal ini dikarenakan *edible coating* memiliki permeabilitas terhadap gas O₂ dan CO₂ yang rendah sehingga sulit ditembus (Zakuwan & Ahmad, 2018; Duan et al., 2019). *Edible coating* mampu menutupi stomata pada sayur

sehingga kehilangan air dan susut bobot dapat dikurangi (Nair et al., 2018). Pernyataan tersebut didukung oleh pendapat Divya et al. (2018), yang menyatakan bahwa *edible coating* mampu mencegah susut bobot sayur dengan mengurangi terjadinya kehilangan air dan meningkatkan ketahanan terhadap uap air. *Edible coating* dapat menjaga tekstur dan mempertahankan tingkat kesegaran pada sayur seperti tomat, kentang, wortel, bayam, dan lain-lain (Méndez et al., 2020).

Warna hijau pada sayur dapat berubah selama pasca panen penyimpanan dan selama pemrosesan termal dan pembekuan. Degradasi atau konversi klorofil hijau (klorofil a dan b) menjadi produk degradasi (*pheophytin*, *pheophorbide*, *pyropheophytin*, dan *pyropheophorbide*) menyebabkan perubahan warna. Faktor-faktor seperti pH, suhu, keberadaan garam, enzim, dan ion aktif permukaan mempengaruhi stabilitas klorofil. Klorofil memiliki stabilitas yang lebih baik pada pH yang lebih tinggi daripada pada pH yang lebih rendah (Abedi et al., 2021). Meningkatnya keasaman selama penyimpanan dapat disebabkan oleh sintesis asam organik dominan, asam oksalat, dan asam malat, karena aktivitas mikroba dan kimia. Aplikasi *edible coating* mampu mempertahankan warna hijau klorofil pada sayur karena pH yang dihasilkan lebih tinggi dan menghambat enzim pendegradasi (Abedi et al., 2021).

Antimikroba

Buah klimaterik dan non-klimaterik rentan ditumbuhi oleh mikroba penyebab pembusukan. *Edible coating* kitosan memiliki sifat antimikroba secara alami sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengawet atau pelapis yang efektif untuk peningkatan kualitas dan umur simpan berbagai buah-buahan (Duan et al., 2019; Riaz et al., 2020). Senyawa bioaktif dan fenolik yang ada dalam lapisan dapat memberikan perubahan fisiologis pada membran sel mikroorganisme,

yang akhirnya menyebabkan kematian bakteri dan meningkatkan aktivitas antimikroba dari pelapis (Pinzon et al., 2020). Kitosan memiliki sifat antimikroba sehingga dapat menjadi agen antimikroba alami yang efektif untuk mengurangi jumlah mikroba yang ada pada sayur. Sayur yang dilapisi dengan kitosan terhindar dari mikroba *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Rhizopus stolonifera*, dan *Botrytis cinerea*. Selain itu, kitosan memiliki kemampuan untuk mengendalikan penyakit jamur yang menurunkan kualitas sayur selama penyimpanan (Duan et al., 2019). Menurut Tastan et al. (2017), kitosan merusak membran luar bakteri gram negatif, sehingga secara tidak langsung berpotensi untuk melindungi produk dari bakteri. Efek *edible coating* kitosan yang dikombinasi dengan asam fitat menunjukkan penurunan berat, pencoklatan yang tertunda, aktivitas peroksidase yang terkendali (POD), polifenol oksidase, dan *phenylalanine ammonia lyase* (PAL) dan peningkatan kandungan vitamin C dan polifenol (Yu et al., 2012).

Penambahan antimikroba pada *edible coating* bertujuan untuk menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikroba, sehingga dapat memperpanjang umur simpan produk. Contoh bahan yang digunakan sebagai antimikroba adalah ekstrak jahe dan minyak kayu manis. Menurut Rangkuti et al. (2019), penambahan ekstrak jahe berfungsi sebagai bahan antimikroba, hal ini membantu mencegah kerusakan pada buah yang telah dilapisi dengan *edible coating*. Penambahan minyak kayu manis dapat menghambat pertumbuhan khamir *Zygosaccharomyces rouxii* selama penyimpanan karena di dalam minyak kayu manis terdapat senyawa antimikroba seperti sinamaldehyd yang dapat mendenaturasi protein sel dan merusak membran sel (Wisudawaty et al., 2020). Romanazzi et al. (2017) melaporkan bahwa kitosan yang dikombinasi dengan etanol, lilin dan bahan organik lain dapat meningkatkan

efek perlindungan pada buah dibandingkan dengan aplikasi kitosan saja. Senyawa anorganik seperti kalsium ion (kalsium glukonat) dalam kombinasi dengan kitosan membantu integritas struktural buah sehingga menjaga kekencangan kulit buah selain mengurangi mikroba (Kou et al., 2014). Perbedaan target mikroorganisme, bahan *edible coating*, dan bahan tambahan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbedaan bahan *edible coating* dan bahan tambahan terhadap target mikroorganisme

Buah	Bahan <i>edible coating</i>	Bahan tambahan	Target mikroorganisme	Referensi
Mangga	Karagenan	Nano-ZnO	<i>E. coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i>	Meindrawan et al., 2018
Anggur	Kitosan	Nano-ZnO	<i>Brevibacterium lactofermentum</i> , <i>E. coli</i> , dan <i>Corynebacterium glutamicum</i>	Indumathi et al., 2019
Strawberry	Alginat	Cinnamon	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus cereus</i> , dan <i>Salmonella typhimurium</i>	Sibirian et al., 2021

KESIMPULAN

Edible coating memiliki permeabilitas yang rendah terhadap gas O₂ dan CO₂ sehingga dapat memperlambat laju respirasi buah. Permeabilitas yang rendah tersebut juga dapat melindungi buah dan sayur dari terjadinya transpirasi. Adanya bahan alami ataupun penambahan bahan yang memiliki

sifat antimikroba pada *edible coating* akan melindungi bahan dari kontaminasi mikroba sehingga kesegarannya dapat dijaga dan memperpanjang umur simpan. *Edible coating* memiliki kemampuan sebagai pelindung bagi buah dan sayur dari kerusakan biologis, mikrobiologis, dan kimiawi, sehingga umur simpan dapat diperpanjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abedi, A., Lakzadeh, L., & Amouheydari, M. (2021). Effect of an edible coating composed of whey protein concentrate and rosemary essential oil on the shelf life of fresh spinach. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(4), 1-9.
- Akilie, M.S. (2020). Kombinasi Suhu Rendah Dan Lama Penyimpanan Terhadap Sifat Fisik Buah Pepaya California (Carica papaya L.). *Agritechnology*, 3(1), 35-41.
- Arroyo, B.J., Bezzera, A.C., Oliveira, L.L., Arroyo, S.J., Melo, E.D., Santos, A.M.P. (2019). Antimicrobial active edible coating of alginate and chitosan add ZnO nanoparticles applied in guavas (*Psidium guajava* L.). *Food Chemistry*, 309, 125566.
- Babu, I., Yasmin, Z., Kanwal, R., Asghar, M., & Tahira, R. (2019). Application of c-irradiation and chitosan skin coating for extension of storage life in mango fruit. *Journal of Agricultural Research*, 57(1), 45-9.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Produksi Tanaman Sayuran 2021. Badan Pusat Statistik.
- Cahyana, H., Christwardana, M., Rokhati, N. (2012). Pengaruh coating alginate-chitosan terhadap pertumbuhan mikroba pada buah melon kupas. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 1(1), 450-453.
- Candir, E., Ozdemir, A.E., & Aksoy, M.C. (2018). Effect of chitosan coating and modified atmosphere packaging on postharvest quality and bioactive compounds of pomegranate fruit cv. 'Hicaznar'. *Scientia Horticulturae*, 235, 235-243.
- Chaudhary, S., Kumar, S., Kumar, V., & Sharma, R. (2020). Chitosan nanoemulsions as advance edible coatings for fruits and vegetables: Composition, fabrication, and developments in last decade. *International Journal of Biological Macromolecules*, 152, 154-170.
- Diaz-Mula, H.M., Serrano, M., & Valero, D. (2012). Alginate Coatings Preserve Fruit Quality and Bioactive Compounds during Storage of Sweet Cherry Fruit. *Food and Bioprocess Technology*, 5, 2990-2997.
- Diharmi, A., Rusnawati, & Irasari, N. (2020). Characteristic of carrageenan *Eucheuma cottonii* collected from the coast of Tanjung Medang Village and Jaga Island, Riau. *IOP Conference Series*, 404(1), 012049.
- Divya, K., Viajayan, S., Jisha, M.S. (2018). Antifungal, antioxidant and cytotoxic activities of chitosan nanoparticles and its use as an edible coating on vegetables. *International Journal of Biological Macromolecules*, 114, 572-577.
- Duan, C., Meng, X., Meng, J., Khan, M.I.H., Dai, L., Khan, A., An, X., Zhang, J., Huq, T., & Ni, Y. (2019). Chitosan as A Preservative for Fruits and Vegetables: A Review on Chemistry and Antimicrobial Properties. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, 4(1), 11-21.
- Dwivany, F.M., Aprilyandi, A.N., Suendo, V., & Sukriandi, N. (2020). Carrageenan Edible Coating Application Prolongs

- Cavendish Banana Shelf Life. *International Journal of Food Science*, 2020, 1-11.
- Falco, I., Randazzo, W., Sanchez, G., Rubio, A.L., Fabra, M.J. (2019). On the use of carrageenan matrices for the development of antiviral edible coatings of interest in berries. *Food Hydrocolloids*, 92, 74-85.
- Guimarães, M.C., Motta, J.F.G., Madella, D.K.S.F., Moura, L.D.A.G., Teodoro, C.E.D.S., & Melo, N.R.D. (2020). Edible coatings used for conservation of minimally processed vegetables: a review. *Research, Society, and Development*, 9(8), e756986018.
- Gutiérrez, T.J., & Álvarez, K. (2017). *Transport phenomena in biodegradable and edible films*. In M. A. Masuelli (Ed.), *Biopackaging* (pp. 58–88). Editorial CRC Press Taylor & Francis Group.
- Gutiérrez, T.J. (2018). Biological Macromolecule Composite Films Made from Sagu Starch and Flour/Poly (E-Caprolactone) Blends Processed by Blending/Thermo Molding. *Journal Polymers and the Environment*, 26(9), 3902–3912.
- Hajji, S., Younes, I., Affes, S., Boufi, S., & Nasri, M. (2018). Optimization of the formulation of chitosan edible coating supplemented with carotenoproteins and their use for extending strawberries postharvest life. *Food Hydrocolloids*, 83, 375-392.
- Hambleton, A., Fabra, M.J., Debeaufort, F., Brun, C.D. & Voilley, A. (2009). Interface and aroma barrier properties of iota-carrageenan emulsion-based films used for encapsulation of active food compounds. *Journal of Food Engineering* 93(1), 80-88.
- Hassan, B., Chatha, S.A.S., Hussain, A.I., Zia, K.M., & Akhtar, N. (2018). Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. *International journal of Biological Macromolecules* 109, 1095–107.
- Herawati, H. (2018). Potensi Hidrokolid sebagai Bahan Tambahan pada Produk Pangan dan Nonpangan Bermutu. *Jurnal Litbang Pertanian*, 37(1), 17-25.
- Indumathi, M.P., Sarojini, K.S., & Rajarajeswari, G.R. (2019). Antimicrobial and biodegradable chitosan/cellulose acetate phthalate/ZnO nano composite films with optimal oxygen permeability and hydrophobicity for extending the shelf life of black grape fruits. *International Journal Biology Macromolecul*, 132,1112–1120.
- Intihani, H. N., Wahyuono, R. A., & Permatasari, S. N. (2020). *Biopolimer Kitosan dan Penggunaannya dalam Formulasi Obat*. Penerbit Graniti.
- Jaramillo, C.M., Pimiento, C.Q., Hoyos, C.G., Gallego, R.Z., Cordoba, A.L. (2020). Alginate-Edible Coatings for Application on Wild Andean Blueberries (*Vaccinium meridionale Swartz*): Effect of the Addition of Nanofibrils Isolated from Cocoa By-Products. *Polymers*, 12(4), 824-837.
- Kocira, A., Kozłowicz, K., Panasiewicz, K., Staniak, M., Krok, E.S., & Hortyńska, P. (2021). Polysaccharides as Edible Films and Coatings: Characteristics and Influence on Fruit and Vegetable Quality—A Review. *Agronomy*, 11(5), 813.
- Kou, X., Guo, W., Guo, R., Li, X., & Xue, Z. (2014). Effects of chitosan, calcium chloride, and pullulan coating treatments on antioxidant activity in pear cv. “huang Guan” during storage.

- Food and Bioprocess Technology*, 7(3), 671–681.
- Kou, X., Wu, M. (2018). *Characterization of Climacteric and Non-Climacteric Fruit Ripening*. In: Guo, Y. (eds) *Plant Senescence. Methods in Molecular Biology*, vol 1744. Humana Press.
- Kumar, N., Kaur, P., Devgan, K., & Attkan, A.K. (2020). Shelf-life prolongation of cherry tomato using magnesium hydroxide reinforced bio-nanocomposite and conventional plastic films. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(4), 1-11.
- Li, Y., Lua, Y., Li, L., Chu, Z., Zhang, H., Li, H., Fernie, A. R., & Ouyang, B. (2019). Impairment of hormone pathways results in a general disturbance of fruit primary metabolism in tomato. *Food Chemistry* 274, 170–179.
- Lin, M.G., Lasekan, O., Saari, N., & Bejo, S.K. (2018). Effect of chitosan and carrageenan-based edible coatings on post-harvested longan (*Dimocarpus longan*) fruits. *CyTA Journal of Food*, 16(1), 490-497.
- Mahmoud, G. A., Abbas, M. S., Soliman, A. S., & Selim, A. (2019). Effect of essential oils treatments on quality characteristics of Anna apple (*Malus domestica* Borkh) fruits during cold storage. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 19(6), 448–459.
- Meindrawan, B., Suyatma, N.E., Wardanaa, A.A. & Pamela, V.Y. (2018). Nanocomposite coating based on carrageenan and ZnO nanoparticles to maintain the storage quality of mango. *Food Packaging and Shelf Life*, 18, 140-146.
- Méndez, E.D.J.S., Vicente, A., Pinheiro, A.C., Ballesteros, L.F., Silva, P., García, R.R., Castillo, F.D.H., Jiménez, M.D.L.V.D., López, M.L.F., Quintanilla, J.A.V., Ramos, P.F.M.P., Lomeli, D.A.C., & Rodríguez, D.J.D. (2018). Application of edible nanolaminate coatings with antimicrobial extract of *Flourensia cernua* to extend the shelf-life of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 150(2019), 19-27.
- Merino, D., Gutiérrez, T.J., & Alvarez, V.A. (2019). Potential agricultural mulch films based on native and phosphorylated corn starch with and without surface functionalization with chitosan. *Journal Polymers and the Environment*, 27(1), 97–105.
- Minh, N.P., Pham, V.T., Nhung, V.T.H., Trang, N.T.T., & Sang, T.T. (2019). Effectiveness of Carrageenan Coating to Extend Shelf Life of Watermelon (*Citrullus lanatus*) Fruit during Storage. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 11(4), 1393-1396.
- Mounika, A.S., Saklani, R., Kaur, N., Kaur, J., Kalsi, R., & Borah, A. (2022). Edible coating/film and its application for minimally processed fruits and vegetables: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 11(6), 1142-1147.
- Mujtaba, M., Morsi, R.E., Kerch, G., Elsabee, M.Z., Kaya, M., Labidi, J., & Khawar, K.M. (2019). Current advancements in chitosan-based film production for food technology; A review. *International Journal of Biological Macromolecules* 121, 889–904.
- Nair, M. S., Saxena, A., & Kaur, C. (2018). Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (*Psidium guajava* L.). *Food Chemistry*, 240, 245-252.

- Nair, M.S., Saxena, A., & Kaur, C. (2018). Characterization and Antifungal Activity of Pomegranate Peel Extract and its Use in Polysaccharide-Based Edible Coatings to Extend the Shelf-Life of Capsicum (*Capsicum annuum* L.). *Food and Bioprocess Technology*, 11, 1317-1327.
- Novianti, C. & Dwivany, F.M. (2020). Chitosan-based Edible Coating Prolongs *Musa troglodytarum* L. ('Pisang Tongkat Langit') Fruit Shelf-life and Changes the ACS1 and ACO1 Gene Expression Profile. *Tropical Agricultural Science*, 43(4), 563-581.
- Parlapani, F.F., Mallouchos, A., Haroutounian, S.A., & Boziaris, I.S. (2017). Volatile organic compounds of microbial and non-microbial origin produced on model fish substrate un-inoculated and inoculated with gilt-head sea bream spoilage bacteria. *LWT Food Science Technology*, 78(1-2), 54-62.
- Parreidt, T.S., Muller, K., & Schmid, M. (2018). Alginate-Based Edible Films and Coatings for Food Packaging Applications. *Foods*, 7(10), 170-208.
- Pinzon, M.I., Sanchez, L.T., Garcia, O.R., Gutierrez, R., Luna, J.C., & Villa, C.C. (2020). Increasing shelf life of strawberries (*Fragaria* ssp.) by using a banana starch-chitosan-Aloe vera gel composite edible coating. *International Journal of Food Science and Technology*, 55, 92-98.
- Putriyana, R. S., Abdulah, I., Purwaningsih, I., & Silvia, L. (2018, November). Sintesis natrium alginat dari *Sargassum* sp. Dengan proses leaching. Dalam *Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 9, p. 89-93). Polban.
- Qamar, J., Ejaz, S., Anjum, M.A., Nawaz, A., Hussain, S., Ali, S., & Saleem, S. (2018). Effect of Aloe vera Gel, Chitosan and Sodium Alginate Based Edible Coatings on Postharvest Quality of Refrigerated Strawberry Fruits of cv. Chandler. *Journal of Horticultural Science and Technology* 1(1), 8-16.
- Rangkuti, M.F., Hafiz, M., Munthe, I.J., & Fuadi, M. (2019). Aplikasi pati biji alpukat (*Persea americana*. Mill) sebagai edible coating buah strawberry (*Fragaria* sp.) dengan penambahan ekstrak jahe (*Zingiber officinale*. Rosc). *Agritech: Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 3(1), 1-10.
- Rastegar, S., Khakahdani, H.H., & Rahimzadeh, M. (2019). Effectiveness of alginate coating on antioxidant enzymes and biochemical changes during storage of mango fruit. *Journal of Food Biochemistry*, 43(11), e12990.
- Riaz, A., Aadil, R.M., Amoussa, A.M.O., Bahsari, M., Abid, M., & Hashim, M.M. (2020). Application of chitosan-based apple peel polyphenols edible coating on the preservation of strawberry (*Fragaria ananassa* cv Hongyan) fruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1), e15018.
- Romanazzi, G., Feliziani, E., Banos, S.B., & Sivakumar, D. (2017). Shelf life extension of fresh fruit and vegetables by chitosan treatment. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(3), 579-601.
- Sapper, M., & Chiralt, A. (2018). Starch-Based Coatings for Preservation of Fruits and Vegetables. *The Coatings*, 8(5), 1-20.
- Sharman, P., Shehin, V. P., Kaur, N., & Vyas, P. (2018). Application of edible coating on fresh and minimally processed vegetables: a review. *International*

- Journal of Vegetables Science*, 25(3), 295-314.
- Siburian, W.P., Falah, M.A.F., Mangunwikarta, J. (2021). Alginate-based edible coatings enriched with cinnamon essential oil extend storability and maintain the quality of strawberries under tropical control. *Planta Tropika: Jurnal Agrosains (Journal of Agro Science)*, 9(1), 58-70.
- Tapia-Blácido, D.R., Maniglia, B.C., & Tosi, M.M. (2018). *Transport phenomena in edible films*. In T. J. Gutiérrez (Ed.), *Polymers for food applications* (pp. 149–192). Springer.
- Tastan, O., Pataro, G., Donsi, F., Ferrari, G., & Baysal, T. (2017). Decontamination of fresh-cut cucumber slices by a combination of a modified chitosan coating containing carvacrol nanoemulsions and pulsed light. *International Journal of Food Microbiology*, 260, 75-80.
- Tran, Y.T.N., Nguyen, A.T.T., & Bui, A.N.N. (2020). A Study of Asparagus Preservation Capacity of Chitosan-Alginate and Chitosan-Carrageenan Biofilms. *Journal of Food Engineering and Technology*, 9(2), 89-94.
- Venugopal, V. (2011). *Marine Polysaccharides Food Application*. CRC Press.
- Wani, S.M., Gull, A., Ahad, T., Malik, A.R., Ganaie, T.A., Masoodi, F.A., & Gani, A. (2021). Effect of gum Arabic, xanthan and carrageenan coatings containing antimicrobial agent on postharvest quality of strawberry: Assessing the physicochemical, enzyme activity and bioactive properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 183, 2100-2108.
- Watson, J.A., Treadwell, D., Sargent, S.A., Brecht, J.K., & Pelletire, W. (2016). *Postharvest Storage, Packaging and Handling of Specialty Crops: A Guide for Florida Small Farm Producers*. University of Florida.
- Wisudawaty, P., Yuliasih, I., & Haditjaroko, L. (2020). Aplikasi edible coating minyak kayu manis pada manisan tomat cherry selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(1), 63-71.
- Yu Y W, Li H, Di J H, et al. (2012). Study of natural film with chitosan combining phytic acids on preservation of fresh-cutting lotus root. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 12(3), 131–136
- Zakuwan, S.Z. & Ahmad, I. (2018). Synergistic Effect of Hybridized Cellulose Nanocrystals and Organically Modified Montmorillonite on κ -Carrageenan Bionanocomposites. *Nanomaterials*, 8(11), 874.
- Zam, W. (2019). Effect of Alginate and Chitosan Edible Coating Enrich with Olive Leaves Extract on Shelf Life of Sweet Cherries (*Prunus avium* L.). *Journal of Food Quality*, 2019, 1-7.