

---

AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian

Laman Jurnal: <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/agritekno>

---

**Aplikasi *Edible coating* Pati Sagu dengan Penguat Selulosa Bakterial Terhadap Karakteristik Buah Apel Potong**

*Application of Sago Starch – Bacterial Cellulose Reinforced Edible coating on Fresh-cut Apple Characteristics*

**Sukmiyati Agustin<sup>1,\*</sup>, Muhammad N. Cahyanto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Jl. Pasir Balengkong, Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75117, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta 57126, Indonesia

\*Penulis korespondensi: Sukmiyati Agustin, e-mail: [sukmiyati.agustin@faperta.unmul.ac.id](mailto:sukmiyati.agustin@faperta.unmul.ac.id)

---

**ABSTRACT**

*Quality and shelf life degradation are problems in minimally processed horticultural products (fresh-cut). Edible coating is one way to protect the product from the quality degradation process. Edible coating is a thin layer of edible material applied to the product's surface. One of the potential materials for forming edible films is sago starch. Sago starch-based edible coating has the disadvantage of low mechanical strength and a barrier to water vapor. The addition of bacterial cellulose (BC) filler functions as a physical barrier to vapor and gas while improving its mechanical strength. The treatments applied to fresh-cut Malang apples were without edible coating, with sago edible coating and sago edible coating plus BC. The application of sago edible coating with the addition of BC was able to reduce changes in weight loss by up to 66.4%, and hardness by up to 32.50%, as well as maintaining the total dissolved solids, color (brightness), and acidity level (pH) of fresh-cut apples until the 8th day of storage. Adding BC to the edible coating formula provided a better protective effect than edible coating without BC.*

**Keywords:** Bacterial cellulose; edible coating; sago starch

**ABSTRAK**

Penurunan kualitas dan umur simpan merupakan masalah yang ditemui pada produk hortikultura terolah minimal (*fresh-cut*). *Edible coating* adalah salah satu cara untuk melindungi produk dari proses penurunan mutu tersebut. *Edible coating* berupa lapisan tipis dari material yang bersifat *edible* yang diaplikasikan pada permukaan produk. Salah satu bahan potensial pembentuk *edible* film adalah pati sagu. *Edible coating* berbasis pati sagu memiliki kelemahan yaitu kekuatan mekanis dan *barrier* terhadap uap air yang rendah. Penambahan bahan pengisi selulosa bakterial (SB) berfungsi sebagai *barrier* fisik bagi uap dan gas sekaligus memperbaiki kekuatan mekanisnya. Perlakuan yang diterapkan pada buah apel Malang *fresh-cut* adalah tanpa *edible coating*, dengan *edible coating* sagu dan *edible coating* sagu ditambah SB. Pemberian *edible coating* sagu dengan penambahan SB mampu mereduksi perubahan susut bobot hingga 66,4%, dan kekerasan hingga 32,50%, serta mempertahankan total padatan terlarut, warna (kecerahan) dan tingkat keasaman (pH) dari apel *fresh-cut* hingga hari ke-8 penyimpanan. Penambahan SB pada formula *edible coating* memberikan efek perlindungan yang lebih baik dibandingkan *edible coating* tanpa SB.

**Kata kunci:** *Edible coating*; pati sagu; selulosa bakterial

---

<https://doi.org/10.30598/jagritekno.2024.13.1.166>

Submisi: 10 Juli 2024; Review: 13 Agustus 2024; Revisi: 1 Oktober 2024; Diterima: 11 Oktober 2024

Tersedia Online: 31 Oktober 2024

Terakreditasi Kemenristek SK. 200/M/KPT/2020

ISSN 2302-9218 (Print) ISSN 2620-9721 (Online) / © Penulis. Penerbit Universitas Pattimura. Akses Terbuka dengan lisensi CC-BY-SA.

## PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan asupan pangan yang sehat, peningkatan permintaan masyarakat terhadap kualitas produk hortikultura yang baik, segar, praktis dan cepat saji telah membuka peluang bagi teknologi pengolahan minimal (*fresh-cut*). Buah-buahan merupakan produk hortikultura yang sangat mudah mengalami kerusakan karena mengandung air dalam jumlah tinggi (sekitar 80% dari berat total bahan). Pada produk buah potong segar (*fresh cut*), penurunan kualitas dan umur simpan dipercepat dengan adanya pelukaan pada jaringan buah tersebut akibat proses pengupasan dan pemotongan. Beberapa teknik yang telah diterapkan untuk meminimalkan efek dari pengolahan minimal buah segar diantaranya adalah pendinginan, kemasan atmosfer terkendali, penambahan aditif dan *edible coating* (Velderrain-Rodríguez *et al.*, 2015).

*Edible coating* adalah lapisan tipis dari material yang bersifat *edible* yang diaplikasikan pada permukaan produk melalui proses pencelupan (*dipping*), penyemprotan (*spraying*) atau *brushing*. *Edible coating* ditujukan sebagai lapisan pelindung tambahan ataupun pengganti lapisan lilin alami, berfungsi untuk memberikan perlindungan terhadap penetrasi uap air dan gas sekaligus menghalangi transfer flavor dan aroma antara produk pangan dengan atmosfer (Otoni *et al.*, 2017; Viana *et al.*, 2018).

*Edible coating* dapat diproduksi dari senyawa biopolimer seperti polisakarida, protein, lipid maupun senyawa turunannya. Diantara ketiga jenis biopolimer tersebut, polisakarida merupakan polimer yang paling banyak dipelajari dan diterapkan sebagai *edible coating* karena ketersediaannya yang melimpah, *low cost* dan beberapa karakteristik fungsional yang dimilikinya (Cazon *et al.*, 2017). Senyawa polisakarida diketahui memiliki kemampuan membentuk lapisan *film* yang baik dan merupakan *barrier* yang efektif terhadap gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> (Bertuzzi *et al.*, 2007). Di sisi lain polisakarida menunjukkan kekuatan mekanis rendah dan bersifat sangat hidrofilik sehingga kemampuan *barrier* terhadap uap air sangat rendah (Cazon *et al.*, 2017).

Salah satu contoh polisakarida yang berpotensi digunakan sebagai material *edible coating* adalah pati sagu. Pati sagu diperoleh dari hasil ekstraksi inti batang sagu (empulur batang), mengandung 27% amilosa dan 73% amilopektin (Picauly *et al.*, 2018; Sumardiono *et al.*, 2018). Pemanfaatan sagu sebagai *edible coating* dengan penggunaan berbagai bahan tambahan seperti CMC

dan gliserol, pektin dari buah pala, serta sagu termodifikasi presipitasi telah dilakukan (Layuk *et al.*, 2019; Lintang *et al.*, 2021; Nimgrum *et al.*, 2020). Seperti halnya polisakarida lain sagu juga memiliki kekuatan mekanis dan permeabilitas uap air yang kurang baik, sehingga diperlukan usaha untuk memperbaiki kedua karakteristik tersebut salah satunya melalui penambahan *filler*. Selulosa merupakan biopolimer yang sering digunakan sebagai *filler* pada berbagai biokomposit (Khan *et al.*, 2014). Penambahan selulosa bakterial dilaporkan mampu memperbaiki permeabilitas uap air dan kekuatan mekanis *film* berbasis karaginan (Fajarwati, 2014). Penambahan selulosa bakterial juga dilaporkan memperbaiki penyerapan air, permeabilitas uap air (WVP), permeabilitas O<sub>2</sub>, stabilitas termal dan sifat mekanik dinamis dari film berbasis gelatin, protein *buckwheat*, kitosan dan alginat (Agustin *et al.*, 2021; Fernandes *et al.*, 2009; George & Siddaramaiah, 2012; Wang *et al.*, 2017; Wang *et al.*, 2018).

Penggunaan selulosa bakterial sebagai *filler*/penguat pada *edible coating* pati sagu belum pernah dilakukan. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian untuk memperbaiki performa *edible coating* berbasis polisakarida sebagai pelindung produk hortikultura *fresh cut*. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh pengaplikasian *edible coating* berbasis pati sagu dengan *filler* selulosa bakterial terhadap karakteristik buah apel potong.

## METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sagu merek Pak Tani dan selulosa bakterial yang diperoleh dari CV. Agrindo Suprafood, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Penelitian didisain dengan Rancangan Acak Lengkap satu faktor, yaitu jenis *edible coating* yang diterapkan pada buah apel Malang *fresh-cut*. Perlakuan yang diterapkan adalah tanpa *edible coating* (kontrol), dengan *edible coating* sagu (Sg) dan dengan *edible coating* + selulosa bakterial (2,5% w/w dari berat kering pati sagu; Sg+SB). Pengamatan dilakukan terhadap susut bobot, kecerahan, total padatan terlarut, kekerasan dan pH buah apel Malang potong selama penyimpanan (hari ke-2, ke-4, ke-6 dan ke-8) pada suhu 10°C.

### Pembuatan serbuk selulosa bakterial (Agustin *et al.*, 2021)

Lembaran selulosa bakterial (kadar air 97–

98%) dipotong bentuk kubus dengan ukuran  $\pm 2 \times 2 \times 2 \text{ cm}^3$ , selanjutnya dikeringkan dalam pengering kabinet pada suhu  $55 \text{ }^\circ\text{C}$  hingga kering. Selulosa bakterial kering dijadikan serbuk menggunakan blender dapur (Turbo, Indonesia) pada kecepatan 5 ( $\pm 4000 \text{ rpm}$ ) dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh hingga diperoleh serbuk selulosa bakterial.

#### **Pembuatan larutan *edible coating* (Fakhouri *et al.*, 2014)**

Konsentrasi pati sagu yang digunakan sebagai matriks *edible coating* adalah 4% (w/v) dengan pelarut air destilasi. Selulosa bakterial sebanyak 2,5% (w/w, dari berat kering pati) didispersikan dalam air destilasi menggunakan Ultra-Turrax T-25 (IKA, Jerman) pada kecepatan 750 rpm selama 15 menit. Selanjutnya ditambahkan pati sagu dan gliserol (30% w/w dari berat kering pati), kemudian dipanaskan sambil dilakukan pengadukan menggunakan *hot plate stirrer* (Faithful SH-3, China) pada suhu  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  selama 30 menit.

#### **Pengaplikasian *edible coating* pada buah apel potong (Marghmaleki *et al.*, 2020)**

Buah apel Malang yang diperoleh dari swalayan dicuci bersih dengan air mengalir dan dikupas menggunakan pisau *stainless steel*. Apel dipotong berbentuk kubus dengan ukuran  $4 \times 4 \times 4 \text{ cm}^3$  kemudian dicelupkan ke dalam larutan campuran asam askorbat 0,5% (w/v) dan asam sitrat 0,5% (w/v) 1 : 1 selama dua menit dan ditiriskan. Selanjutnya potongan buah apel dicelupkan ke dalam larutan *edible coating* selama dua menit dan dikeringanginkan. Penyimpanan buah apel potong terlapis *edible coating* dilakukan pada suhu  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  menggunakan kontainer plastik tertutup. Pengamatan terhadap susut bobot, kecerahan, total padatan terlarut, kekerasan dan pH buah apel potong dilakukan setiap hari hingga ditemukan kerusakan pada buah apel tersebut. Kerusakan yang dimaksud antara lain perubahan warna, perubahan tekstur, atau timbulnya jamur pada permukaan buah apel.

#### **Analisis Susut Bobot (Marghmaleki *et al.*, 2020)**

Pengukuran susut bobot dilakukan secara gravimetri, yaitu membandingkan selisih bobot sebelum penyimpanan dan sesudah penyimpanan. Kehilangan bobot selama penyimpanan dapat dihitung berdasarkan Persamaan 1.

$$\text{Susut bobot (\%)} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100\% \dots (1)$$

#### **Analisis Kecerahan (Sugandi *et al.*, 2015)**

Pengukuran derajat kecerahan dilakukan dengan menggunakan alat *chromameter* Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing Americas, Inc., USA). Sebelum dilakukan pengukuran terhadap intensitas kecerahan, perlu dilakukan kalibrasi terlebih dahulu terhadap alat dengan menggunakan plat standar warna putih ( $L^* = 97,51$ ;  $a^* = 5,35$ ;  $b^* = 3,37$ ). Setelah proses kalibrasi selesai, dilanjutkan dengan pengukuran kecerahan sampel dengan mengarahkan *color reader* pada sampel apel potong. Derajat kecerahan warna pada sampel terbeca sebagai nilai  $L^*$  pada *color reader* dan bernilai 0 untuk warna hitam serta 100 untuk warna putih.

#### **Analisis Total Padatan Terlarut (Marghmaleki *et al.*, 2020)**

Buah apel diparut terlebih dahulu dan diperas manual hingga diperoleh cairannya lalu ditetaskan pada alat pengukur refraktometer (PR1 Atago, Japan). Total padatan terlarut dinyatakan dalam satuan % Brix.

#### **Analisis Kekerasan (Prastya *et al.*, 2015)**

Pengukuran kekerasan buah apel dilakukan menggunakan alat *Universal Testing Machine-type mechanical tester* ZWICK Z0.5 (ZwickRoell GmbH dan Co. KG, Jerman). Pengukuran dilakukan pada lima tempat berbeda dengan cara menusukkan *probe* alat pada buah apel selama 5 detik dan kedalaman 10 mm. Tingkat kekerasan buah apel saat ditekan menunjukkan nilai kekerasan dalam satuan N.

#### **Analisis pH (Marghmaleki *et al.*, 2020)**

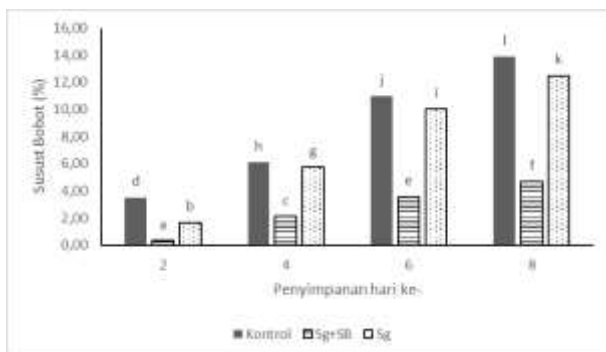
Buah apel diparut terlebih dahulu dan diperas manual hingga diperoleh cairannya lalu diukur pH-nya menggunakan pH-meter digital.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Susut Bobot**

Susut bobot merupakan salah satu indikator penurunan mutu pada buah apel. Penyusutan bobot apel sangat dipengaruhi oleh proses respirasi dan

transpirasi yang terjadi. Pengukuran susut bobot pada buah bertujuan untuk mengetahui besarnya pengurangan berat buah selama proses penyimpanan yang disebabkan oleh terjadinya penguapan air. Menurut Ernawati (2016), pada proses respirasi akan terjadi pembakaran gula atau substrat yang nantinya menghasilkan gas CO<sub>2</sub>, air dan energi berupa panas. Gardjito & Swasti (2014) menjelaskan bahwa panas yang dihasilkan proses respirasi menyebabkan peningkatan suhu pada jaringan buah. Suhu internal buah yang tinggi menyebabkan selisih antara tekanan uap lingkungan dan buah menjadi besar. Semakin besar selisih yang terjadi maka kecepatan laju perpindahan uap air akan semakin tinggi (Latifah, 2009). Pengamatan terhadap susut bobot buah apel selama penyimpanan pada suhu 10°C dapat dilihat pada Gambar 1.

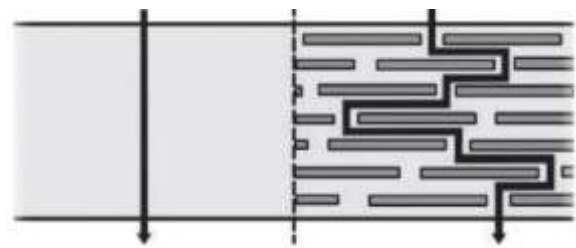


Keterangan: huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada uji beda nyata Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). Kontrol = apel tanpa *edible coating*; Sg+SB = apel dengan *edible coating* sagu + selulosa bakterial; Sg = apel dengan *edible coating* sagu.

Gambar 1. Susut bobot apel *fresh-cut* dengan perlakuan *edible coating* sagu dan selulosa bakterial

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa bobot buah apel semakin mengalami penyusutan seiring bertambahnya waktu penyimpanan. Pemberian *edible coating* berbasis pati sagu pada buah apel terlihat mampu mengurangi persentase susut bobot secara signifikan. Penambahan selulosa bakterial dalam formula *edible coating* menghasilkan susut bobot terendah di antara semua perlakuan selama masa penyimpanan 8 hari. Hal ini menunjukkan kemampuan selulosa bakterial dalam meningkatkan performa *edible coating* berbasis pati sagu pada buah apel *fresh cut*. Hasil penelitian ini sejalan dengan Almeida *et al.* (2011) yang menggunakan selulosa bakterial sebagai *edible coating* pada buah stroberi segar, dimana susut bobot stroberi dapat diturunkan secara efisien hingga penyimpanan 120 jam.

Keberadaan *filler* selulosa bakterial berfungsi sebagai *barrier* fisik bagi uap dan gas. Selulosa bakterial secara alami memiliki fiber berukuran nano (Ruka *et al.*, 2014). Keberadaan pengisi berskala nanometer pada matriks polimer menyebabkan perpindahan uap air dan gas menjadi semakin sulit dan terhambat. Hal ini diakibatkan adanya mekanisme jalur yang berliku dan semakin panjang akibat keberadaan nanopartikel yang terjebak dalam matriks polimer, sehingga meningkatkan sifat *barrier* terhadap gas (Gambar 2, Duncan 2011). Hasil tersebut sesuai dengan Wardana *et al.* (2017) dan Sabarisman *et al.* (2015) yang menggunakan nanopartikel ZnO pada *edible coating* berbasis tapioka dan pektin.



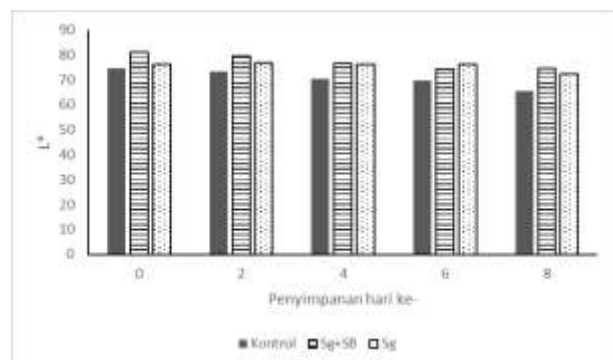
Gambar 2. Ilustrasi bionanokomposit tanpa filler (kiri) dan dengan filler (kanan)

## Kecerahan

Penerapan *edible coating* menurut beberapa hasil penelitian dapat menunda terjadinya perubahan warna pada buah/sayur terolah minimal. Pacaphol *et al.* (2019) menyatakan warna hijau daun bayam yang dilapisi nanofibrillated cellulose tetap bertahan selama tiga hari penyimpanan. *Edible coating* akan memodifikasi kondisi atmosfer pada produk terlapis, menciptakan *barrier* terhadap gas sehingga menurunkan kandungan O<sub>2</sub> pada produk. Penurunan respirasi inilah yang menyebabkan pencegahan degradasi pigmen warna pada produk yang dilapisi *edible coating* (Pacaphol *et al.*, 2019).

Dalam penelitian ini pengaplikasian *edible coating* pada buah apel potong tidak berpengaruh nyata terhadap kecerahan (nilai  $L^* = \text{lightness}$ ) buah selama penyimpanan. Hasil ini berbeda dari Marghmaleki *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa penurunan nilai  $L^*$  terbesar terjadi pada buah kontrol yang tidak mendapat perlakuan *coating*. Sementara pada buah yang telah diberi *edible coating* dapat mempertahankan warna hingga hari ke-7 penyimpanan. Perbedaan ini mungkin disebabkan konsentrasi selulosa bakterial yang digunakan sebagai *filler* tidak cukup besar untuk memberikan pengaruh nyata dalam melindungi buah apel dari perubahan warna selama

penyimpanan. Kecerahan buah apel potong dengan pelapis *edible* sagu dan selulosa bakterial selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 3. Nilai  $L^*$  dari buah apel *fresh-cut* berkisar antara 65,55-81,16.



Keterangan: huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada uji beda nyata Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). Kontrol = apel tanpa *edible coating*; Sg+SB = apel dengan *edible coating* sagu + selulosa bakterial; Sg = apel dengan *edible coating* sagu.

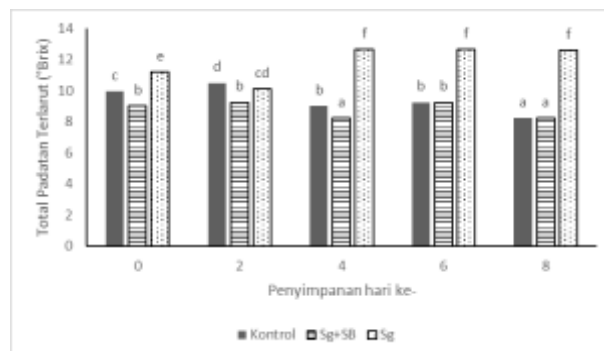
Gambar 3. Kecerahan apel *fresh-cut* dengan perlakuan *edible coating* sagu dan selulosa bakterial

### Total Padatan Terlarut (TPT)

Nilai TPT menggambarkan total gula dan asam organik yang terkandung dalam bahan sehingga dapat digunakan untuk menilai kemanisan buah. Senyawa-senyawa kompleks pada buah seperti pati dirombak menjadi gula - gula sederhana selama penyimpanan sehingga rasa buah menjadi semakin manis (Wardana *et al.*, 2017). Pada Gambar 4 terlihat kandungan TPT pada buah apel terolah minimal yang diberi *edible coating* sagu cenderung meningkat selama penyimpanan akibat proses respirasi yang tetap berlangsung. Perlakuan penambahan pengisi selulosa bakterial dapat menekan perubahan TPT selama penyimpanan hingga hari ke-8. Pendapat lain menyatakan bahwa kenaikan TPT selama penyimpanan disebabkan oleh kehilangan air dari dalam bahan (Islam *et al.* 2013).

Penambahan pengisi selulosa bakterial menciptakan *barrier* fisik bagi gas dan uap, menurunkan kandungan oksigen dalam buah sehingga menekan laju respirasi (Pacaphol *et al.*, 2019; Wardana *et al.*, 2017). Hal ini menyebabkan nilai TPT dapat ditekan akibat proses perombakan pati menjadi gula sederhana juga terhambat oleh adanya *edible coating* dan selulosa bakterial. Hasil ini sejalan dengan penelitian Almeida *et al.* (2011) dimana pelapisan stroberi menggunakan selulosa bakterial dapat mereduksi nilai TPT hingga 5,80%. Lebih lanjut Almeida *et al.* (2011) menyatakan

proses metabolisme yang berhubungan langsung dengan proses pematangan buah berpengaruh signifikan terhadap nilai TPT buah. Hal ini disebabkan pemecahan beberapa molekul dan struktur enzim pada buah.

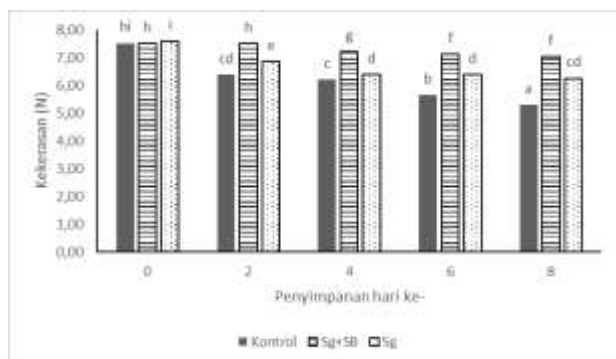


Keterangan: huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada uji beda nyata Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). Kontrol = apel tanpa *edible coating*; Sg+SB = apel dengan *edible coating* sagu + selulosa bakterial; Sg = apel dengan *edible coating* sagu

Gambar 4. Total padatan terlarut apel *fresh-cut* dengan perlakuan *edible coating* sagu dan selulosa bakterial

### Kekerasan

Perubahan tekstur merupakan salah satu fenomena yang terjadi pada saat buah atau sayur disimpan selama beberapa waktu. Hal ini berhubungan dengan perubahan metabolik dan kandungan air pada buah atau sayur tersebut selama penyimpanan (Garcia *et al.*, 1998). Chantanawarangoon (2000) menyatakan bahwa berkurangnya kekerasan pada buah mangga terolah minimal disebabkan oleh pelepasan air. Kandungan air yang rendah menyebabkan penurunan tekanan turgor, sehingga ketegaran dan kekerasan buah menurun. Perubahan tekstur juga dapat dihubungkan dengan degradasi beberapa komponen yang bertanggungjawab terhadap rigiditas struktur buah, diantaranya pektin tidak larut (*insoluble pectin*) dan protopektin (Maftoonazad *et al.*, 2008). Selama proses pematangan buah, terjadi peningkatan aktivitas pektin-esterase dan poligalakturonase, menyebabkan pelarutan senyawa pektat. Pelapisan buah dengan *edible coating* akan menciptakan kondisi rendah oksigen dan tinggi karbondioksida yang akan menurunkan aktivitas kedua enzim tersebut, sehingga tekstur buah lebih terjaga selama penyimpanan. Nilai kekerasan dari buah apel *fresh-cut* yang dilapisi *edible coating* selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai kekerasan dari buah apel *fresh-cut* berkisar antara 5,30-7,58 N.



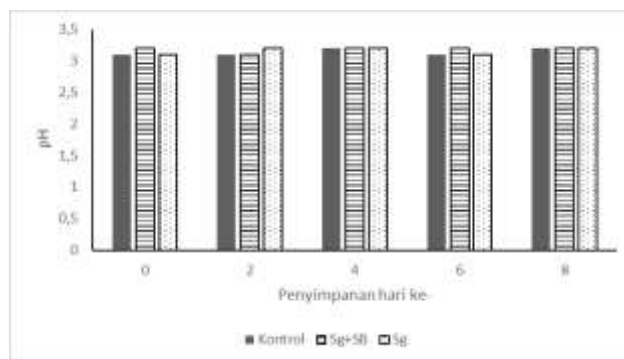
Keterangan: huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada uji beda nyata Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). Kontrol = apel tanpa *edible coating*; Sg+SB = apel dengan *edible coating* sagu + selulosa bakterial; Sg = apel dengan *edible coating* sagu

Gambar 5. Kekerasan apel *fresh-cut* dengan perlakuan *edible coating* sagu dan selulosa bakterial

Berdasarkan Gambar 5, nilai kekerasan apel *fresh-cut* yang tidak dilapisi *edible coating* mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan. Sementara buah apel yang diberi perlakuan *edible coating* lebih dapat mempertahankan teksturnya selama 8 hari penyimpanan. *Edible coating* yang diberi perlakuan filler selulosa bakterial menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam mempertahankan tekstur buah apel selama penyimpanan. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan selulosa bakterial efektif sebagai *barrier* tambahan terhadap migrasi gas dan uap air pada *edible coating*. Hasil ini sesuai dengan Sabarisman et al. (2015) dan Wardana et al. (2017) yang menggunakan nanopartikel ZnO pada *edible coating* berbasis pektin untuk salak pondoh dan tapioka untuk buah mangga.

## pH

Berdasarkan hasil analisis statistik, pemberian *edible coating* sagu dengan dan tanpa filler selulosa bakterial tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH apel *fresh-cut* (Gambar 6). Secara teoritis *edible coating* mampu menekan perubahan keasaman selama penyimpanan. Penurunan keasaman tersebut dapat terjadi karena penggunaan asam-asam organik sebagai substrat respirasi. Asam-asam organik merupakan cadangan energi bagi buah dan dapat menurun selama peningkatan aktivitas metabolisme saat proses pematangan. Perubahan keasaman juga dapat dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme yang mengubah komponen buah menjadi senyawa hasil fermentasi yang bersifat asam seperti CO<sub>2</sub>, etanol, asam laktat dan asam organik lainnya (Setiasih, 1999).



Keterangan: huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada uji beda nyata Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). Kontrol = apel tanpa *edible coating*; Sg+SB = apel dengan *edible coating* sagu + selulosa bakterial; Sg = apel dengan *edible coating* sagu

Gambar 6. Nilai pH apel *fresh-cut* dengan perlakuan *edible coating* sagu dan selulosa bakterial

Pada penelitian ini tidak terlihat perubahan nilai pH pada buah apel yang diberi perlakuan *edible coating*. Nilai pH apel *fresh-cut* berkisar antara 3,0-3,2 dan nilainya cenderung tetap selama 8 hari penyimpanan. Hal ini diduga karena konsentrasi asam yang dihasilkan oleh mikroba secara anaerob tidak lebih besar dibandingkan total asam yang digunakan sebagai substrat respirasi. Adanya bahan pengisi selulosa bakterial juga dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keasaman buah apel, yang ditunjukkan oleh nilai pH, pada semua perlakuan tidak berbeda nyata hingga akhir penyimpanan pada uji ragam ( $\alpha = 0,05$ ).

## KESIMPULAN

*Edible coating* berbasis pati sagu dikembangkan dengan bahan pengisi selulosa bakterial untuk melapisi buah apel Malang *fresh-cut*. Pemberian *edible coating* sagu dengan penambahan selulosa bakterial mampu mereduksi perubahan susut bobot hingga 66,4%, dan kekerasan hingga 32,50%, serta mempertahankan total padatan terlarut, warna (kecerahan) dan tingkat keasaman (pH) dari apel *fresh-cut* hingga hari ke-8 penyimpanan. Penambahan selulosa bakterial pada *edible coating* berbasis sagu menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan *edible coating* tanpa penambahan selulosa bakterial.

## DAFTAR PUSTAKA

Agustin, S., Wahyuni, E.T., Suparmo, Supriyadi & Cahyanto, M.N. (2021). Production and

- characterization of bacterial cellulose – alginate biocomposites as food packaging material. *Food Research*, 5(6), 204-210. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(6\).733](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(6).733)
- Almeida, D.M., Prestes, R.A., Woiciechowski, A.L., & Wosiacki, G. (2011). Application of bacterial cellulose conservation of minimally processed fruit. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 5 (1), 356-366. <https://doi.org/10.3895/S1981-36862011000100011>
- Chantanawaragoon, S. (2000). Quality Maintenance of *Fresh-cut* Mango Cubes. Thesis. Davis: Department of Food Science, University of California.
- Ernawati, R. (2016). Kajian Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Sebagai Antibakteri pada *Edible coating* untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Tomat (*Lycopersium esculentum*). Yogyakarta: Fakultas Pertanian, UMY.
- Fakhouri, F.M., Casari, A.C.A., Mariano, M., Yamashita, F., Innocentini Mei, L.H., Soldi, V., & Martelli, S.M. (2014). Effect of a gelatin-based *edible coating* containing cellulose nanocrystal (CNC) on the quality and nutrient retention of fresh strawberries during storage. *IOP Conference Series: Material Sciences and Engineering*, 64, 012024. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/64/1/012024>
- Fernandes, S.C.M., Oliveira, L., Freire, C.S.R., Silvestre, A.J.D., Neto, C.P., Gandini, A., & Desbrières, J. (2009). Novel transparent nanocomposite films based on chitosan and bacterial cellulose. *Green Chemistry*, 11 (12), 2023–2029. <https://doi.org/10.1039/B919112G>
- Garcia, M.A., Martino, M.N., & Zaritzky, N.E. (1998). Plasticized starch-based coatings to improve strawberry (*Fragaria ananassa*) quality and stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 3758–3767. <https://doi.org/10.1021/jf980014c>
- Gardjito, M., & Swasti, Y.R. (2014). Fisiologi Pasca Panen Buah dan Sayur. Yogyakarta: UGM Press.
- George, J. & Siddaramaiah. (2012). High performance edible nanocomposite films containing bacterial cellulose nanocrystals. *Carbohydrate Polymer*, 87(3), 2031–2037. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.10.019>
- Islam, M., Khan, M.Z.H., Sarkar, M.A.R., Absar, N., & Sarkar, S.K. (2013). Changes in acidity, TSS, and sugar content at different storage periods of the postharvest mango (*Mangifera indica* L.) influenced by Bavistin DF. *International Journal of Food Science*, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2013/939385>.
- Khan, A., Huq, T., Khan, R.A., Riedl, B., & Lacroix, M. (2014). Nanocellulose-based composites and bioactive agents for food packaging. *Critical Review of Food Science* 54 (2), 163–174. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.578765>.
- Latifah. (2009). Pengaruh *Edible coating* Ubi Jalar Putih (*Ipomea batatas* L.) Terhadap Perubahan Warna Apel Potong Segar (*Fresh-cut* Apple). Skripsi. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.
- Layuk, P., Sondakh, J., & Pesireron, M. (2019). Characteristics and permeability properties of sago starch edible film. *AGRITEKNO Jurnal Teknologi Pertanian*, 8(2), 34-41. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2019.8.2.34>.
- Lintang, M., Tandi, O., Layuk, P., Karouw, S., & Dirpan, A. (2021). Characterization edible films of sago with glycerol as plasticizer. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Sciences*, 807, 022070. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/807/2/022070>
- Maftoonazad, N., Ramaswamy, H.S., & Marcotte, M. (2008). Shelflife extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose *edible coatings*. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(6), 951–957. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01444.x>
- Marghmaleki, N.S., Mortazavi, S.M.H., Saei, H., Mostaan, A. (2020). The effect of alginate-based edible coating enriched with citric acid and ascorbic acid on texture, appearance and eating quality of apple fresh-cut. *International Journal of Fruit Science*, 21(1), 40–51. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1856018>.
- Ningrum, R.S., Sondari, D., Amanda, P., Widyaningrum, B.A., Burhani, D., Akbar, F., & Sampora, Y. (2020). Properties of edible film from modified sago starch precipitated

- by butanol. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 21(4), 164-169.
- Otoni, C.G., Avena-Bustillos, R.J., Azeredo, H.M.C., Lorevice, M.V., Moura, M.R., & Mattoso, L.H.C. (2017). Recent advances on edible films based on fruits and vegetables – A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16, 1151–1169.
- Pacaphol, A., Seraypheap, K., & Aht-Ong, D. (2019). Development and application of nanofibrillated cellulose coating for shelf life extension of *fresh-cut* vegetable during post-harvest storage. *Carbohydrate Polymers*, 224, 115167. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115167>
- Picauly, P., Damamain, E., & Polnaya, F.J. (2017). Karakteristik fisiko-kimia dan fungsional pati sagu ihur termodifikasi dengan *heat moisture treatment*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 28(1), 70-77. <https://doi.org/10.6066/jtip.2017.28.1.70>.
- Prastya, O.A., Utama, I.M.S., & Yulianti, N.L. (2015). Pengaruh pelapisan emulsi minyak wijen dan minyak sereh terhadap mutu dan masa simpan buah tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Jurnal BETA*, 3(1), 1-10.
- Ruka, D.R., Simon, G.P., & Dean, K.M. (2014). *In situ* modifications to bacterial cellulose with the water insoluble polymer poly-3-hydroxybutyrate. *Carbohydrate Polymers*, 92, 1717-1723. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.11.007>
- Sabarisman, I., Suyatma, N.E., Ahmad, U., & Taqi, F.M. (2015). Aplikasi nanocoating berbasis pektin dan nanopartikel ZnO untuk mempertahankan kesegaran Salak Pondoh. *Jurnal Mutu Pangan*, 2(1), 50-56.
- Setiasih, I.S. (1999). Kajian Perubahan Mutu Salak Pondoh Dan Mangga Arumanis Terolah Minimal Berlapis *Film Edible* Selama Penyimpanan. Disertasi. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.
- Sugandi, W.K., Sudaryanto, & Herwanto, T. (2015). Uji kinerja dan pengujian lapangan mesin *grading* tomat (*Lycopersicum esculentum*) TEP-5. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 5(3), 145-156.
- Velderrain-Rodríguez, G.R., Quirós-Sauceda, A.E., González Aguilar, G.A., Siddiqui, M.W., & Ayala Zavala, J.F. (2015). Technologies in *Fresh-cut* Fruit and Vegetables, In: M. Siddiqui & Rahman, M. (Eds.). *Minimally Processed Foods*. Food Engineering Series. Springer, Cham. p. 79–103. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-10677-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-10677-9_5).
- Viana, R.M., Sà, N.M.S.M., Barros, M.O., Borges, M.F., & Azeredo, H.M.C. (2018). Nanofibrillated bacterial cellulose and pectin edible films added with fruit puree. *Carbohydrate Polymers*, 196, 27-32. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.05.017>
- Wang, X., Ullah, N., Sun, X., Guo, Y., Chen, L., Li, Z., & Feng, X. (2017). Development and characterization of bacterial cellulose reinforced biocomposite films based on protein from buckwheat distiller's dried grains. *International Journal of Biological Macromolecule*, 96, 353–360. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.11.106>.
- Wang, X., Xie, Y., Ge, H., Chen, L., Wang, J., Zhang, S., Guo, Y., Li, Z., & Feng, X. (2018). Physical properties and antioxidant capacity of chitosan/epigallocatechin-3-gallate films reinforced with nano-bacterial cellulose. *Carbohydrate Polymer*, 179, 207-220. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.09.087>.
- Wardana, A.A., Suyatma, N.E., Muchtadi, T.R., & Yuliani, S. (2017). Pengaruh pelapis bionanokomposit terhadap mutu mangga terolah minimal. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 5(1), 81-88. <https://doi.org/10.19028/jtep.05.1.81-88>

Copyright © The Author(s)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)