

Edible Coating Limbah Kulit Pisang untuk Perpanjangan Umur Simpan Buah Tomat

Edible Coating from Banana Peel Waste to Extend Tomato Shelf Life

Oktavia N. Sigiro^{1,*}, Elysapitri¹, Nur Habibah²

¹Program Studi Agroindustri Pangan, Politeknik Negeri Sambas, Jl. Raya Sejangkung, Sambas, Kalimantan Barat, 79463

²Program Studi Agrobisnis, Politeknik Negeri Sambas, Jl. Raya Sejangkung, Sambas, Kalimantan Barat, 79463

*Penulis korespondensi: Oktavia N. Sigiro, e-mail: oktavia.nurmawati88@gmail.com

Tanggal submisi: 10 November 2021; Tanggal penerimaan: 23 Maret 2022; Tanggal publikasi: 1 September 2022

ABSTRACT

Kepok banana has been widely used as processed food by the community. The utilization of climacteric fruit is still limited to the use of fruit flesh. The banana peel, which still contains beneficial components like pectin, will therefore be wasted. In this study, pectin from banana peels is processed into an edible coating which will be used as a coating that will be applied to tomatoes. This objective of the study was to determine the best pectin extraction temperature which ranged from 70 °, 80 °, to 90 °C and the effect of edible coating of pectin extracted from kepok banana peel on the shelf life of tomatoes. Observation of the shelf life of tomatoes was carried out by observing weight loss and vitamin C content in tomatoes. The pectin extraction process and physiological characteristics of tomatoes were studied quantitatively for this study, and the physical characteristics of tomatoes were studied qualitatively throughout the course of 21 days. Based on the results of research on pectin extraction, a temperature of 90 °C was discovered to be the best temperature for pectin extraction compared to temperatures of 70 ° and 80 °. At 90 °C, the amount of pectin produced was about 2.98%. Based on observations of fruit weight loss and vitamin C content in tomatoes, research on the shelf life of tomatoes revealed that edible coatings had no significant effect on fruit weight loss or vitamin C content. The results of observations of tomatoes at a temperature of 27 °C showed that vitamin C content of tomatoes coated with edible coating decreased by 6.1%, while at a temperature of 10 °C, vitamin C content of tomatoes with edible coatings increased by 1.8%.

Keywords: *Edible coating; kepok banana peel; shelf life; vitamin C; weight loss*

© The Authors. Publisher Universitas Pattimura. Open access under CC-BY-SA license.

ABSTRAK

Pisang kepok telah banyak dimanfaatkan sebagai makanan olahan oleh masyarakat. Pemanfaatan buah klimakterik masih sebatas pemanfaatan daging buah sehingga kulit pisang akan menjadi limbah dan terbuang percuma sedangkan kulit pisang masih mengandung zat bermanfaat seperti pektin. Pada penelitian ini, pektin dari kulit pisang diolah menjadi *edible coating* yang akan digunakan sebagai pelapis untuk tomat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu ekstraksi pektin terbaik antara 70°C, 80°C dan 90°C serta pengaruh *edible coating* pektin ekstrak kulit pisang kepok terhadap umur simpan buah tomat. Pengamatan umur simpan buah tomat dilakukan dengan mengamati susut bobot dan kandungan vitamin C pada buah tomat. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif untuk mengamati ekstraksi pektin dan sifat fisiologis tomat dan kualitatif dengan mengamati sifat fisik tomat selama 21 hari. Berdasarkan hasil penelitian ekstraksi pektin, suhu 90°C merupakan suhu terbaik untuk ekstraksi pektin jika dibandingkan dengan suhu 70°C dan 80°C. Pada 90°C, jumlah pektin yang dihasilkan sekitar 2,98%. Penelitian tentang umur simpan buah tomat berdasarkan pengamatan penurunan berat buah dan kandungan vitamin C pada buah tomat menunjukkan bahwa *edible coating* dapat memperpanjang umur simpan buah tomat hingga 21 hari dengan penurunan susut bobot sebesar 5,4%-6,1% setelah penyimpanan selama 21 hari. Penurunan vitamin C yang terjadi pada tomat dengan lapisan *edible coating* sebesar 1,8%-6,1%. terhadap susut bobot buah dan kandungan vitamin C pada buah tomat. Hasil pengamatan tomat pada suhu 27°C menunjukkan bahwa vitamin C tomat yang dilapisi *edible coating* mengalami penurunan sebesar 6,1%, sedangkan pada suhu 10°C vitamin C tomat dengan *edible coating* meningkat sebesar 1,8%.

Kata kunci: *Edible coating; kulit pisang kepok; susut bobot; umur simpan; vitamin C*

© Penulis. Penerbit Universitas Pattimura. Akses terbuka dengan lisensi CC-BY-SA.

PENDAHULUAN

Pisang kepok (*Musa paradisiaca* Normalis) merupakan salah satu tanaman yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Buah klimaterik jenis ini telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan olahan oleh masyarakat seperti pisang goreng, bolu, kripik pisang, dan panganan lainnya. Pada umumnya, pemanfaatan tersebut masih terfokus pada daging buah saja sehingga kulit pisang yang tidak terpakai akan menjadi masalah terhadap lingkungan. Sementara limbah buah masih dapat dimanfaatkan karena masih memiliki banyak kandungan yang bermanfaat (Sigiro *et al.*, 2020). Pisang kepok memiliki sekitar 40% kulit buah dari total buah pisang dengan kandungan gizi berupa karbohidrat, vitamin, dan mineral (Okorie *et al.*, 2015). Kulit pisang mengandung sulfur, glukosa, dan fruktosa serta dapat digunakan sebagai sumber karbon yang baik, juga banyak mengandung zat gizi seperti karbohidrat, vitamin, mineral, serat, dan termasuk pektin (Han *et al.*, 2019). Kandungan pada kulit pisang dapat memberikan banyak pengaruh positif seperti sebagai tambahan diet pada percobaan tikus dengan kegagalan fungsi hati (Mosa & Khalil, 2015). Kandungan limbah buah ini juga dapat digunakan sebagai penghilang warna dan logam berat (Yu *et al.*, 2018), penghilang ion radioaktif stronsium (Choi *et al.*, 2021), dan mangan dalam air (Ali, 2017).

Pektin adalah senyawa kimia alami yang telah banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri makanan, minuman, farmasi, dan pelapis buah (Megawati & Machsunah, 2016). Senyawa ini berbentuk polimer asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan glikosidik α -1,4. Pektin banyak terdapat pada buah-buahan, termasuk pada biji, dan kulit buah-buahan. Salah satu manfaat pektin adalah sebagai bahan pembuat *edible coating*.

Edible coating adalah pelapis pengawet bahan makanan yang dapat dimakan. Pengemas pengawet alami ini telah banyak dikembangkan dengan berbagai bahan seperti kitosan (Chaudhary *et al.*, 2020; Desvita *et al.*, 2020; Korge *et al.*, 2020; Kumar *et al.*, 2021; Kumar *et al.*, 2017), karboksimetil selulosa (Kumar *et al.*, 2018), ekstrak *rosemary* (Hosseini *et al.*, 2020), stearin kelapa sawit (Fauziati *et al.*, 2016), pati (Tetelepta *et al.*, 2019), dan juga pektin dari berbagai bahan alami (Hanum *et al.*, 2012; Tuhuloula *et al.*, 2013). Pengemasan dengan *edible coating* sudah mulai dikembangkan dalam peningkatan kualitas suatu produk atau komoditas. Selain itu, manfaat dari pelapisan dengan *edible coating* adalah ketahanan

produk selama masa penyimpanan menjadi lebih lama. Mekanisme *edible coating* adalah dengan melapisi dan menyelimuti sel-sel luka suatu komoditas agar terhindar dari perpindahan massa seperti oksigen, kelembaban, mikroorganisme, cahaya, dan perubahan fisiologis serta zat terlarut (Winarti *et al.*, 2013).

Kerusakan suatu produk seperti buah dan sayuran dapat berupa kerusakan biologis, mikrobiologis, dan mekanis. Tingkat kerusakan dapat mencapai 22% hingga 78% baik kerusakan secara mekanis, biologis, dan mikrobiologis. Kerusakan dapat dipengaruhi oleh perlakuan setelah pascapanen seperti goresan pada kulit, benturan, ataupun kerusakan mikrobiologis yang disebabkan oleh pembusukan mikroba sehingga masa simpan produk tersebut menjadi relatif lebih pendek (Purwadi *et al.*, 2007). Kerusakan tersebut dapat diatasi dengan pelapisan menggunakan *edible coating*.

Edible coating dapat meminimalisir kerusakan tersebut karena menjadi pelapis yang menjaga buah tomat dari pertukaran massa dari luar ke dalam buah tomat maupun sebaliknya. Dengan demikian, proses metabolisme buah tomat dapat diminimalisir sehingga kematangan buah tomat dapat ditunda dan kesegaran buah tomat semakin meningkat dengan umur simpan lebih lama.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui suhu terbaik dalam ekstraksi pektin dan pengaruh *edible coating* dari pektin kulit pisang terhadap umur simpan buah tomat. Dengan penelitian ini, kulit pisang kepok dapat dimanfaatkan sebagai pengawet alami untuk buah dan sayuran.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pektin kulit pisang kapok. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Deskriptif kualitatif digunakan untuk pengamatan terhadap ekstraksi pektin dan sifat fisiologis buah tomat. Pengamatan umur simpan buah tomat berdasarkan susut bobot dan kandungan vitamin C setelah penyimpanan yang dilakukan selama 21 hari pada suhu 27°C dan 10°C dengan sampel tomat tanpa pengemasan (kontrol), pelapisan *edible coating*, dan plastik pp.

Ekstraksi Pektin

Ekstraksi pektin dilakukan mengikuti metode Megawati & Machsunah (2016). Tepung kulit pisang ditambahkan HCl 0,5 N (Merck, Jerman) sebanyak 500 mL. Campuran tersebut kemudian

dipanaskan pada variasi suhu 70°, 80°, dan 90°C dengan waktu 120 menit kemudian disaring. Filtrat ditambahkan etanol 96% (Merck, Jerman) dengan perbandingan 1:1 dan diendapkan selama 24 jam. Endapan kemudian disaring dan dicuci kembali dan kemudian dikeringkan dengan suhu 45°C selama 8 jam dan dihaluskan menjadi bubuk pektin.

Pembuatan larutan *edible coating* dan aplikasinya

Pembuatan larutan *edible coating* mengikuti metode yang dikemukakan oleh Susilowati *et al.* (2017). Bubuk pektin dicampurkan dengan akuades sambil diaduk, selanjutnya ditambahkan gliserol. Larutan pektin dipanaskan pada suhu 40°C sambil diaduk. Larutan pektin didinginkan untuk selanjutnya ditambahkan larutan NaHCO₃ dan CaCl₂ 0,5% (b/v).

Coating dilakukan pada tomat yang sebelumnya telah disortir dan dibersihkan. Buah tomat dicelupkan ke dalam larutan pektin selama 5 menit dan dilakukan penirisan.

Analisis Susut Bobot

Pengamatan susut bobot dilakukan dengan metode kualitatif. Observasi dilakukan rutin selama 21 hari setiap pukul 08.00 WIB dengan durasi pengamatan maksimal 10 menit. Penghitungan susut bobot dilakukan dengan rumus:

$$\text{Susut bobot} = \frac{W_o - W_n}{W_o} \times 100\%$$

Keterangan: W_o = bobot awal buah; W_n = bobot buah hari ke- n .

Analisis Vitamin C

Pegujian vitamin C dilakukan pada buah tomat control dan buah tomat pada hari ke-21 setelah pengaplikasian *edible coating*. Pengujian kadar vitamin C pada penelitian ini menggunakan metode idiometri (AOAC, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Ekstraksi Pektin Kulit Pisang Kepok

Hasil penelitian pektin dari kulit pisang kepok dengan perlakuan suhu 70°, 80°, dan 90°C dengan waktu 120 menit ditunjukkan pada Tabel 1. Suhu terbaik untuk menghasilkan pektin adalah suhu 90°C (Tabel 1). Prinsip ekstraksi pektin yaitu mengubah pektin yang tidak larut menjadi pektin

yang larut (Hanum *et al.*, 2012). Tujuan proses pemanasan yang dilakukan yaitu agar terjadi proses hidrolisis protopektin. Pemanasan dengan penambahan pelarut asam pada jangka waktu dan suhu tertentu akan menyebabkan perubahan senyawa protopektin menjadi pektinat (pektin). Hidrolisis asam dan suhu yang tinggi menyebabkan ikatan antara protopektin dan selulosa terlepas, sehingga membentuk senyawa pektin (Adhiksana *et al.*, 2017). Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar pektin yaitu suhu, lama waktu ekstraksi pektin, dan tingkat kematangan buah

Tabel 1. Hasil ekstraksi pektin kulit pisang kepok

Suhu	Hasil ekstraksi (%)
70°C	1,59
80°C	2,33
90°C	2,98

Hasil ekstraksi pektin kulit pisang kepok semakin meningkat seiring dengan peningkatan suhu pemanasan (Tabel 1). Semakin tinggi suhu ekstraksi maka semakin besar pektin yang dihasilkan (Nurhayati *et al.*, 2016). Hal ini dikarenakan proses hidrolisis protopektin yang berdifusi sebagai pelarut yang masuk ke dalam jaringan. Proses ini meningkatkan aktivitas pelarut dalam menghidrolisis pektin.

Faktor yang mempengaruhi hasil dari ekstraksi pektin kulit pisang salah satunya yaitu suhu. Suhu berpengaruh terhadap hasil rendemen pektin dimana kenaikan suhu yang optimal akan meningkatkan kelarutan pektin. Selain suhu, lama waktu ekstraksi juga dapat berpengaruh terhadap proses ekstraksi semakin lama waktu ekstraksi maka semakin tinggi kandungan pektin yang dihasilkan (Tuhuloula *et al.*, 2013). Waktu ekstraksi yang lebih lama menyebabkan peningkatan energi kinetik larutan, yang dapat meningkatkan difusi pelarut ke dalam sel jaringan. Pektin yang terlepas dari sel-sel jaringan akan menghasilkan lebih banyak pektin. Selain itu, kontak antar partikel juga membutuhkan waktu, semakin lama waktu kontak, semakin besar proses kontak, semakin besar peluang ekstraksi pelarut, dan semakin tinggi berat pektin yang dihasilkan.

Perubahan Susut Bobot Pada Suhu 27°C

Pengamatan terhadap perubahan susut bobot buah tomat pada suhu 27°C dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perubahan susut bobot pada suhu ruang 27°C

Hari	Perlakuan		
	kontrol (%)	EC (%)	Plastik pp (%)
0	0	0	0
7	4,1	2	2
14	-	4	-
21	-	6,1	-

Tabel 3. Perubahan susut bobot pada suhu dingin 10°C

Hari	Perlakuan		
	Kontrol (%)	Edible coating (%)	Plastik PP (%)
0	0	0	0
7	1,7	2,7	1,7
14	1,7	2,7	3,4
21	3,5	5,4	3,4

Tabel 4. Kandungan vitamin C pada suhu dingin 10°C

Perlakuan	Suhu dingin (10°C)		Selisih	Persentasi (%)
	Sebelum	Sesudah		
Tanpa perlakuan	22,45	24,30	1,8	8%
Edible coating	22,45	22,87	0,42	1,8%
Dikemas dengan plastik polypropylene	22,45	19,70	2,75	12,2%

Tomat dengan pelapisan *edible coating* dapat bertahan hingga 21 hari sementara tomat tanpa perlakuan dan dikemas dengan plastik pp hanya bertahan hingga hari ke-7 (Tabel 2). Buah tomat dengan pengemasan plastik pp mengalami kerusakan karena tomat mengalami respirasi anaerob hingga terbentuk karbondioksida. Buah tomat yang berwarna 10-20% tanpa perlakuan pada suhu ruang hanya dapat bertahan hingga 7 hari. Kadar air buah tomat yang mencapai 94% rentan terhadap kerusakan (Johansyah *et al.*, 2014). Sampel tomat dengan pengemasan *edible coating* dapat bertahan sampai hari ke-21 dengan tidak menunjukkan ciri-ciri mengalami kerusakan ataupun pembusukan. Akan tetapi buah tomat tersebut mengalami peningkatan susut bobot seiring lamanya penyimpanan karena proses respirasi yang terus berlanjut. *Edible coating* mampu menghambat laju pengeluaran air karena lentisel dan kutikula buah tomat tertutup. Pelapisan dengan *edible coating* dapat mengurangi pertukaran oksigen sehingga menurunkan laju respirasi. Susut bobot terjadi oleh karena adanya proses respirasi yaitu pembongkaran senyawa organik untuk menghasilkan karbondioksida, oksigen dan energi (Fauziati *et al.*, 2016). Proses respirasi juga

berkaitan erat dengan suhu lingkungan penyimpanan. Nilai susut bobot buah yang disimpan pada suhu ruang akan lebih besar karena kandungan oksigen yang lebih tinggi dibandingkan buah yang disimpan pada media penyimpanan seperti plastik (Ikhsan *et al.*, 2014). Peningkatan suhu dapat menyebabkan hilangnya sejumlah besar air karena terjadi penguapan sehingga mengakibatkan penurunan bobot.

Pada umumnya permasalahan pada tomat tidak hanya terjadi karena kondisi buah yang matang maksimal melainkan juga pada perlakuan dan kemasan. Kerusakan akibat perlakuan dan kemasan juga dapat mempercepat laju respirasi sehingga dapat mempengaruhi kandungan zat gizi buah dan juga menyebabkan kontaminasi silang secara kimiawi (Lospiani *et al.*, 2017).

Perubahan Susut Bobot Pada Suhu 10°C

Hasil penelitian terhadap susut bobot buah tomat pada suhu 10°C dapat dilihat pada Tabel 3. Susut bobot buah tomat kontrol mengalami peningkatan hingga 3,5%; tomat dengan pelapisan *edible coating* mengalami susut bobot hingga 5,4%; dan susut bobot tomat dengan pengemasan plastik

pp meningkat hingga 3,4% pada hari ke-21 (Tabel 3). Penyimpanan komoditas sayur dan buah-buahan dengan suhu rendah dapat menurunkan laju respirasi sehingga dapat mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh aktivitas mikroba (bakteri, kapang/cendawan). Suhu rendah yang aman untuk penyimpanan tomat adalah 10°C dengan kelembaban relatif 85-90% dan tomat dapat disimpan hingga 3-5 minggu. Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa tomat tanpa perlakuan mengalami peningkatan susut bobot yang lebih sedikit dibandingkan tomat dengan pengemasan *edible coating* dan plastik pp (Tabel 3). Akan tetapi, hasil pengamatan menunjukkan bahwa permukaan tomat tanpa perlakuan menjadi keriput sedangkan buah tomat dengan pelapisan *edible coating* dan plastik pp tidak mengalami perubahan yang signifikan.

Buah dapat dikategorikan rusak keriput apabila penampakan visual pada permukaan kulit buah telah berkerut dan ukuran diameter berkurang lebih dari 30% (Nofriati & Asni, 2017). Pengamatan umur simpan dilakukan selama masa penyimpanan. Lama umur simpan buah ditentukan berdasarkan pengamatan visual yaitu saat buah yang telah mengalami kerusakan keriput hingga menjadi busuk lebih dari 30 %.

Kondisi Vitamin C pada Suhu Dingin 10°C

Hasil pengamatan vitamin C buah tomat pada suhu dingin tersaji pada Tabel 4. Hasil pengujian vitamin C pada suhu dingin 10°C untuk tomat tanpa perlakuan yang mengalami peningkatan sebesar 8%, sedangkan pada perlakuan *edible coating* mengalami peningkatan sebesar 1,8% dan penurunan terbesar terjadi pada perlakuan yang dikemas dengan plastik *polypropylene* yang mengalami penurunan sebesar 12,2%.

Penurunan dan peningkatan kadar kandungan vitamin C yang terjadi pada buah tomat disebabkan karena sifat vitamin C yang tidak stabil dan mudah teroksidasi dengan oksigen. Proses oksidasi tersebut juga dipercepat oleh panas sehingga pengaturan suhu, lama penyimpanan dan cara penanganan dalam pengemasan dapat membantu mempertahankan vitamin C dalam tomat. Vitamin C mengandung gugus hidroksi (OH) yang reaktif sehingga jika bertemu dengan oksidator gugus hidroksi akan teroksidasi menjadi gugus karbonil. Suhu rendah akan menghambat proses oksidasi dan vitamin C akan stabil dalam keadaan kering. Namun oksidasi menyebabkan struktur sel yang pada awalnya utuh menjadi layu karena sel tidak membebaskan enzim

askorbat oksidase sehingga tidak terjadinya proses oksidasi vitamin C dan senyawa tidak mempunyai aktivitas vitamin C. Enzim askorbat oksidase berperan dalam perombakan vitamin C. Oksidasi oleh enzim asam askorbat dapat mengubah asam L-askorbat menjadi asam L-dehidroaskorbat (Cahyadi, 2018).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah ekstraksi pektin terbaik adalah dengan menggunakan suhu 90°C. *Edible coating* kulit pisang dapat memperpanjang umur simpan hingga 21 hari dengan penurunan susut bobot sebesar 5,4%-6,1% setelah penyimpanan selama 21 hari. Penurunan vitamin C yang terjadi pada tomat dengan lapisan *edible coating* sebesar 1,8%-6,1%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhiksana, A. (2017). Perbandingan metode konvensional ekstraksi pektin dari kulit buah pisang dengan metode ultrasonik. *Journal of Research and Technology*, 3(2), 80-87.
- Ali, A. (2017). Removal of Mn(II) from water using chemically modified banana peels as efficient adsorbent. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 7, 57-63. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2016.12.004>
- AOAC. (1995). Method of Analysis. In *Association of Official Analytical Chemistry*. <http://repository.unika.ac.id/id/eprint/11475>
- Cahyadi, W. (2018). Pengaruh konsentrasi gula stevia dan penambahan asam askorbat terhadap karakteristik koktail bawang dayak (*Eleutherine palmifolia*). *Pasundan Food Technology Journal*, 5(2), 154-163. <https://doi.org/10.23969/pftj.v5i2.1046>
- Chaudhary, S., Kumar, S., Kumar, V., & Sharma, R. (2020). Chitosan nanoemulsions as advanced edible coatings for fruits and vegetables: Composition, fabrication and developments in last decade. *International Journal of Biological Macromolecules*, 152, 154-170. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.02.276>
- Choi, J. W., Cho, S., & Choi, S. J. (2021). Ecofriendly, selective removal of radioactive strontium ions in aqueous solutions using magnetic banana peels. *Science of the Total Environment*, 778, 146327. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146327>

- Desvita, H., Faisal, M., Mahidin, & Suhendrayatna. (2020). Preservation of meatballs with edible coating of chitosan dissolved in rice hull-based liquid smoke. *Heliyon*, 6(10), e05228. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05228>
- Fauziati, F., Adiningsih, Y., & Priatni, A. (2016). Pemanfaatan stearin kelapa sawit sebagai edible coating buah jeruk. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 10(1), 64–69. <https://doi.org/10.26578/jrti.v10i1.1754>
- Han, S., Kim, G. Y., & Han, J. I. (2019). Biodiesel production from oleaginous yeast, *Cryptococcus* sp. by using banana peel as carbon source. *Energy Reports*, 5, 1077–1081. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.07.012>
- Hanum, F., Kaban, I. M. D., & Tarigan, M. A. (2012). Ekstraksi pektin dari kulit buah pisang raja (*Musa sapientum*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 1(2), 21–26. <https://doi.org/10.32734/jtk.v1i2.1413>
- Hosseini, H., Hamgini, E. Y., Jafari, S. M., & Bolourian, S. (2020). Improving the oxidative stability of sunflower seed kernels by edible biopolymeric coatings loaded with rosemary extract. *Journal of Stored Products Research*, 89, 101729. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101729>
- Ikhsan, A. M., Tamrin, & Kadir, M. Z. (2014). Pengaruh media simpan pasir dan biji plastik dengan pemberian air pendingin terhadap perubahan mutu pada buah pisang kepok (*Musa normalis* L.). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(2), 173–182.
- Johansyah, A., Prihastanti, E., Kusdiyantini, E. (2014). Pengaruh plastik pengemas low density polyethylene (LDPE), high density polyethylene (HDPE) dan polipropilen (PP) terhadap penundaan kematangan buah tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 22(1), 46–57.
- Körge, K., Bajić, M., Likozar, B., & Novak, U. (2020). Active chitosan–chestnut extract films used for packaging and storage of fresh pasta. *International Journal of Food Science and Technology*, 55(8), 3043–3052. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14569>
- Kumar, N., Pratibha, Neeraj, Ojha, A., Upadhyay, A., Singh, R., & Kumar, S. (2021). Effect of active chitosan-pullulan composite edible coating enrich with pomegranate peel extract on the storage quality of green bell pepper. *LWT*, 138, 110435. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110435>
- Kumar, P., Sethi, S., Sharma, R. R., Singh, S., & Varghese, E. (2018). Improving the shelf life of fresh-cut ‘Royal Delicious’ apple with edible coatings and anti-browning agents. *Journal of Food Science and Technology*, 55(9), 3767–3778. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3308-6>
- Kumar, P., Sethi, S., Sharma, R. R., Srivastav, M., & Varghese, E. (2017). Effect of chitosan coating on postharvest life and quality of plum during storage at low temperature. *Scientia Horticulturae*, 226(August), 104–109. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.08.037>
- Lospiani, N. P. N., Utama, I. M. S., & Pudja, I. A. R. P. (2017). Pengaruh lama waktu cekaman anaerobik dan konsentrasi emulsi lilin lebah sebagai bahan pelapis terhadap mutu dan masa simpan buah tomat. *Jurnal Beta (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 5(2), 9–19.
- Megawati, & Machsunah, E. L. (2016). Ekstraksi pektin dari kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca*) menggunakan pelarut HCl sebagai edible film. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 5(1), 14–21. <https://doi.org/10.15294/jbat.v5i1.4177>
- Mosa, Z. M., & Khalil, A. F. (2015). The effect of banana peels supplemented diet on acute liver failure rats. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(2), 373–379. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2015.11.003>
- Nofriati, D., & Asni, N. (2017). Pengaruh jenis kemasan dan tingkat kematangan terhadap kualitas buah jeruk selama penyimpanan. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 12(2), 87. <https://doi.org/10.21082/jpasca.v12n2.2015.88-92>
- Nurhayati, N., Maryanto, M., & Tafrikhah, R. (2016). Pectin extraction from banana peels and bunch with various temperatures and methods. *agriTECH*, 36(3), 327–334. <https://doi.org/10.22146/agritech.16605>
- Okorie, D. O., Eleazu, C.O., & Nwosu, P. (2015). Nutrient and heavy metal composition of plantain (*Musa paradisiaca*) and banana (*Musa paradisiaca*) peels. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 5(3), 3–6. <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000370>
- Purwadi, R., Brandberg, T., & Taherzadeh, M. J. (2007). A possible industrial solution to ferment lignocellulosic hydrolyzate to ethanol: Continuous cultivation with flocculating yeast. *International Journal of Molecular Sciences*, 8(9), 920–932. <https://doi.org/10.3390/i8090920>

- Sigiro, O. N., Sukmayani, Habibah, N. & Kristiandi, K. (2020). Potensi bahan pangan tepung biji durian setelah melalui masa penyimpanan. *3*(2), 229–233. <https://doi.org/10.37637/ab.v3i2.623>
- Susilowati, P. E., Fitri, A., & Natsir, M. (2017). Penggunaan pektin kulit buah kakao sebagai *edible coating* pada buah tomat dan masa simpan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, *6*(2), 1-4. <https://doi.org/10.17728/jatp.193>
- Tetelepta, G., Picauly, P., Polnaya, F. J., Breemer, R., & Augustyn, G. H. (2019). Pengaruh *edible coating* jenis pati terhadap mutu buah tomat selama penyimpanan. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, *8*(1), 29-33. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2019.8.1.29>
- Tuhuloula, A., Budiyarti, L., & Fitriana, E. N. (2013). Karakterisasi pektin dengan memanfaatkan limbah kulit pisang menggunakan metode ekstraksi. *Konversi*, *2*(1), 21. <https://doi.org/10.20527/k.v2i1.123>
- Winarti, C., Miskiyah, & Widaningrum. (2013). Teknologi produksi dan aplikasi pengemas *edible antimikroba* berbasis pati. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, *31*(3), 85-93.
- Yu, D., Wang, L., & Wu, M. (2018). Simultaneous removal of dye and heavy metal by banana peels derived hierarchically porous carbons. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, *93*, 543–553. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2018.08.038>

Copyright © The Authors



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