

Original Research

# Pemanfaatan Pektin Limbah Kulit Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) Sebagai Bahan Baku Edible coating pada Apel Potong

Yayon Pamula Mukti <sup>1\*</sup>, Bima Prasetyo W.E.M <sup>1</sup>, Christina Mumpuni Erawati <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Teknobiologi, Universitas Surabaya, Surabaya-Indonesia

\*corresponding author: [yayon.mukti@staff.ubaya.ac.id](mailto:yayon.mukti@staff.ubaya.ac.id)

**Abstract**—Fruit slicing is a type of minimum food preparation, with sliced apples being a popular example. To preserve fruit, edible coatings, generally consisting of pectin, are often utilized. Pectin from jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) skin can be used for this purpose, since the production of the fruit is abundance. The physicochemical and organoleptic characteristics of jackfruit peel pectin were investigated using the Microwave-Assisted Extraction (MAE) technique. The flavor and texture of sliced apples were unaffected by edible coatings produced from jackfruit peel pectin. The moisture content of EC jackfruit skin 3% was 24.23% and the thickness was 1.4 mm, whereas the moisture content of EC jackfruit skin 5% was 21.99% and the thickness was 1.51 mm. WVTR results revealed that EC jackfruit skin 3% and 5% increase in weight by 0.005 g/m<sup>2</sup> hour and 0.004 g/m<sup>2</sup> hour, respectively. EC jackfruit skin 3% had a L\* value of -15.6 and a BI value of 47.64 in the enzymatic browning test, whereas EC jackfruit skin 5% had a L\* value of -13.44 and a BI value of 46.68. According to the antimicrobial activity test, 3% jackfruit peel EC did not generate an inhibition zone on *E. coli* and *S. aureus* bacteria, however 5% jackfruit peel EC formed a 1.92 mm inhibition zone on *E. coli* bacteria, which is lower than minimum standard of inhibition zone. EC of jackfruit peel 3% and 5% did not affect the organoleptic properties of sliced apples.

**Keywords:** edible coating, jackfruit peel waste, microwave-assisted extraction, pectin

**Abstrak**—Buah potong merupakan salah satu produk yang menerapkan pengolahan pangan minimal. Apel potong merupakan salah satu jenis buah yang sering dijumpai. Penggunaan edible coating (EC) berbahan dasar pektin telah menjadi alternatif untuk melindungi buah dari oksidasi. Pektin kulit nangka (*Artocarpus heterophyllus*) memiliki potensi yang besar untuk dapat dimanfaatkan sebagai EC, karena produksi buah nangka yang berlimpah. Sebagian besar pemanfaatan buah nangka (*Artocarpus heterophyllus*) hanya pada daging buahnya saja, biji dan kulit nangka sangat jarang dimanfaatkan sehingga berakhir sebagai limbah (waste). Pemanfaatan pektin limbah kulit nangka sebagai EC harus dipastikan sifat fisiko kimia dan organoleptiknya. Metode Microwave-Assisted Extraction (MAE) digunakan untuk mengekstrak pektin dari kulit nangka. Hasil uji menunjukkan bahwa EC kulit nangka 3% memiliki kadar air sebesar 24,23% dan ketebalan 1,4 mm, sedangkan EC kulit nangka 5% memiliki kadar air sebesar 21,99% dan ketebalan 1,51 mm. Laju penyerapan uap air (WVTR) menunjukkan bahwa EC kulit nangka 3% mengalami kenaikan berat sebesar 0,005 g/m<sup>2</sup> jam dan EC kulit nangka 5% mengalami kenaikan berat sebesar 0,004 g/m<sup>2</sup> jam. Hasil uji pencoklatan enzimatis menunjukkan bahwa EC kulit nangka 3%  $\Delta L^*$  nya sebesar -15,6 dan nilai BI sebesar 47,64, sedangkan EC kulit nangka 5%  $\Delta L^*$  yang tercapai sebesar -13,44 dan nilai BI 46,68. Hasil uji aktivitas antimikroba menunjukkan bahwa EC kulit nangka 3% tidak membentuk zona hambat pada bakteri *E. coli* dan *S. aureus*, dan sedangkan EC kulit Nangka 5% hanya membentuk zona hambat pada bakteri *E. coli* sebesar 1,92 mm, lebih rendah dari zona hambat minimal 8mm dalam tiap mg/ml konsentrasi. EC kulit nangka 3% dan 5% tidak mempengaruhi sifat organoleptik pada buah apel potong.

**Kata kunci:** edible coating, limbah kulit nangka, microwave-assisted extraction, pektin.

## PENDAHULUAN

Buah potong adalah salah satu bentuk olahan buah dengan menggunakan metode *minimal food processing*. Salah satu buah potong yang sering ditemukan adalah apel. Apel potong memiliki kelebihan berupa minimnya nutrisi yang rusak akibat proses pengolahan, sedangkan kekurangannya adalah umur simpannya yang relatif pendek akibat adanya reaksi metabolisme (Olivas & Barbosa-Cánovas, 2009). Pencegahan kerusakan pada apel potong dapat menggunakan coating berupa edible coating.

Edible coating (EC) adalah lapisan tipis yang dapat dimakan (*edible*) dan diaplikasikan pada bagian luar makanan untuk melindungi dari kerusakan mekanis, fisik, kimia dan mikrobiologis (Menezes et al., 2017). Bahan dasar EC dapat berupa polisakarida seperti pektin, protein maupun lipid. EC yang berbahan dasar pektin dapat menghambat pertukaran oksigen, menguapnya gas volatil pada buah dan sayur serta memiliki sifat mekanik yang baik. Salah satu sumber pektin dapat ditemukan dalam kulit buah nangka (*Artocarpus heterophyllus*).

Penelitian yang bertujuan untuk memanfaatkan limbah agroindustri terus dilakukan. Di antaranya dengan memanfaatkan pektin pada kulit pisang sebagai *edible coating* (Sigirot et al., 2022), pemanfaatan minyak atsiri kulit jeruk sebagai antifungal buah strawberry (Saeed et al., 2021), dan penggunaan tepung biji mangga sebagai bahan *edible coating* untuk memperpanjang masa simpan buah tomat (Nawab et al., 2017). Polisakarida, lemak dan minyak atsiri masing-masing diketahui dapat berperan dalam memperpanjang masa simpan buah dan sayur dengan cara menurunkan laju penguapan air, mencegah oksidasi dan menurunkan potensi kontaminasi mikroorganisme pembusuk (Pham et al., 2023). Kendati demikian, tantangan dalam pemanfaatan limbah sebagai *edible coating* pada buah dan sayur memiliki banyak tantangan seperti perubahan sifat organoleptis, dan peningkatan berat pada buah yang terlapis (Saepudin et al., 2017).

Pektin merupakan karbohidrat yang berperan sebagai pengikat intraseluler pada sel tanaman (Caffall & Mohnen, 2009). Kandungan pektin pada kulit nangka berdasarkan Khan dan Vanit (2019) dapat mencapai 21,5%, sedangkan pada kulit pisang berkisar 5-21% dan pada kulit durian hanya 2-10,25% sehingga kadar pektin yang tinggi ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuat *edible coating*. Selain tingginya kandungan pektin dalam kulit nangka, pada kulit nangka juga terdapat kandungan senyawa fitokimia berupa alkaloid, saponin, tannin, flavonoid, triterpenoid dan steroid yang senyawa fitokimia pada kandungan tersebut memiliki sifat antibakteri sehingga dapat membantu sifat EC kulit nangka yang akan dihasilkan (Tran et al., 2023).

## METODE

### Persiapan Bubuk Kulit Nangka

Kulit nangka ditimbang sebanyak 500 gr dan dipotong tipis. Kulit nangka di *blanching* pada suhu 90°C selama 5 menit, kemudian dikeringkan dengan oven dengan suhu 60°C selama 40 jam hingga mencapai berat konstan. Kulit yang telah kering ditepungkan menggunakan blender dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh (Windiarsih et al., 2015).

### Ekstraksi Pektin

Bubuk kulit nangka ditambahkan HCl 1,5% dengan perbandingan 1:10 (b/v). Campuran diekstrak menggunakan metode *Microwave-Assisted Extraction* (MAE) 400Watt selama 8 menit. Hasil ekstraksi disaring dan diambil filtratnya. Pektin dipurifikasi menggunakan metode presipitasi alkohol 96% dan dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 30°C selama 6 jam (Windiarsih et al., 2015).

### Pembuatan Larutan *Edible coating*

Pektin kulit nangka ditimbang sebanyak 3g dan 5g dan tambahkan gliserol sebanyak 2,5 ml dan CaCl<sub>2</sub> 1% (b/v). Larutkan dalam akuades sampai dengan 100ml pada suhu 90°C. Kontrol yang digunakan berupa pektin apel komersil. Pektin apel ditimbang sebanyak 0,9 gram dan dilarutkan dalam 100 ml akuades pada suhu 90°C, lalu ditambahkan gliserol sebanyak 2,5 ml (Menezes et al., 2017).

### Aplikasi *Edible coating* pada Apel Potong

Apel dipotong membentuk segitiga dengan ukuran 3x3x3 cm dan apel dicelupkan ke dalam larutan EC kulit nangka dan EC apel sebagai kontrol positif, kemudian dikeringkan dalam suhu ruangan selama 10 menit di dalam desikator.

### Uji Kadar Air

EC kulit nangka ditimbang sebanyak 2gram dan dimasukkan ke dalam krusibel yang telah konstan beratnya. Krusibel tersebut dipanaskan dalam oven selama 6 jam pada suhu 100°C (Syarifuddin dan Yuniarta, 2015).

### Uji Ketebalan

EC diukur dengan menggunakan mikrometer sekrup pada 3 titik yang berbeda, kemudian hasil pengukuran dirata-rata sebagai hasil ketebalan EC yang dinyatakan dalam satuan milimeter (Syarifuddin & Yuniarta, 2015).

### Uji Tekstur *Edible coating*

Uji tekstur EC meliputi kuat tarik dan elongasi. Ujung sampel EC kulit nangka dan EC apel dijepit oleh mesin *texture analyzer*, kemudian dilakukan penarikan oleh mesin dengan kecepatan yang digunakan 1 mm/detik hingga EC putus atau robek sehingga didapatkan nilai kuat tarik dan elongasi EC.

### Uji Laju Transmisi Uap Air

Sampel film yang akan diuji ditutupkan pada cawan yang didalamnya berisi 20g silika gel yang telah konstan beratnya, dan selanjutnya ditempatkan dalam wadah yang berisi 20 ml akuades pada suhu 25°C. Uap air yang terdifusi melalui film diserap oleh silika gel sehingga menambah beratnya. Berat cawan dicatat setiap jam selama 7 jam (Breemer et al., 2012).

### Uji Pencoklatan Enzimatis

Apel yang telah dicoating menggunakan EC kulit nangka, EC apel dan tanpa perlakuan coating diletakkan pada udara terbuka selama 1 jam, kemudian diukur warna L\*, a\*, b\* dan *Browning Index* (BI) nya menggunakan alat *color reader* (Subhashree et al., 2017).

$$BI = (100(x-0,31))/0,17$$
$$X = (a^*+1,75L^*) / (5,645L^* + a^*+3,012b^*)$$

### Uji Aktivitas Antibakteri

Biakan bakteri diambil sebanyak 0,1 mL dan ditanam pada media *Nutrient Agar* (NA). *Silinder cup* steril kemudian dimasukkan ke dalam media secara aseptis untuk dan diberikan larutan uji berupa EC nangka konsentrasi 3% dan 5%, kontrol positif berupa ampicillin dan kontrol negatifnya berupa akuades. Media kemudian di inkubasi pada suhu 37°C selama 12 jam. Pengamatan dilakukan terhadap terbentuknya zona hambat di sekitar *silinder cup* (Menezes et al., 2017).

### Uji Organoleptik

Apel potong yang telah dicoating diujikan kepada 35 orang panelis. Pengujian organoleptik dilakukan menggunakan metode segitiga pembeda (*triangle test*) dengan parameter berupa warna dan rasa. Bahan pembanding yang digunakan adalah apel yang dicoating menggunakan EC apel. Penilaian menggunakan tanda (X) apabila sama dengan pembanding (BSN, 2006).

## HASIL

Hasil penelitian menunjukkan beberapa temuan sebagaimana disampaikan dalam tabel berikut.

**Tabel 1**

*Karakteristik Edible Coating Kulit Nangka*

Parameter	Konsentrasi <i>Edible coating</i>	
	3%	5%
Air (%)	24,23 <sup>a</sup> ± 0,278	21,99 <sup>b</sup> ± 0,458
Ketebalan (mm)	1,4 <sup>a</sup> ± 0,04	1,51 <sup>b</sup> ± 0,09

**Tabel 2**

*Tekstur Edible Coating*

Parameter	Jenis Edible coating		
	EC Apel	EC Nangka 3%	EC Nangka 5%
Kuat Tarik (N/mm <sup>2</sup> )	0,024 <sup>a</sup> ± 0,01	0,131 <sup>b</sup> ± 0,006	0,142 <sup>b</sup> ± 0,013
Elongasi (%)	11,65 <sup>a</sup> ± 0,49	7,13 <sup>b</sup> ± 0,35	6,87 <sup>b</sup> ± 0,15

**Tabel 3**

*Perbandingan Perubahan Warna Pada Uji Pencoklatan Enzimatis*

Parameter	Jenis Edible coating			
	Tanpa EC	EC Apel	EC Nangka 3%	EC Nangka 5%
$\Delta L^*$	-20,72 <sup>a</sup> ± 0,73	-7,01 <sup>b</sup> ± 0,98	-15,6 <sup>c</sup> ± 1,81	-13,44 <sup>c</sup> ± 1,89
BI	51,94 <sup>a</sup> ± 0,18	43,08 <sup>b</sup> ± 0,07	47,64 <sup>c</sup> ± 0,71	46,68 <sup>c</sup> ± 1,73

**Tabel 4**

*Perbandingan Laju Penyerapan Uap Air*

Parameter	Jenis Edible coating			
	Tanpa EC	EC Apel	EC Nangka 3%	EC Nangka 5%
Kenaikan Berat (g/m <sup>2</sup> jam)	0,0073 <sup>a</sup> ± 0,0002	0,0049 <sup>b</sup> ± 0,0001	0,0046 <sup>c</sup> ± 0,0001	0,0044 <sup>bc</sup> ± 0,0004

**Tabel 5**

*Uji Perbandingan Aktivitas Antibakteri*

Jenis Mikroba	Zona Hambat (mm)			
	Ampicillin	Akuades	EC Nangka 3%	EC Nangka 5%
<i>E.coli</i>	5,24 ± 2,93	0	0	1,92 ± 0,63
<i>S.aureus</i>	3,54 ± 1,41	0	0	0

### Uji Organoleptik

**Tabel 6**

*Uji Pembeda EC Apel dan EC kulit Nangka 3%*

Parameter	Respon Benar	Minimum panelis menjawab benar ( $\alpha < 0,05$ )
Warna	14	17
Rasa	5	

**Tabel 7**

*Uji Pembeda EC Apel dan EC Kulit Nangka 5%*

Parameter	Respon Benar	Minimum panelis menjawab benar ( $\alpha < 0,05$ )
Warna	9	17
Rasa	10	

**Tabel 8**

*Uji Pembeda EC Kulit Nangka 3% dan EC Kulit Nangka 5%*

Parameter	Respon Benar	Minimum panelis menjawab benar ( $\alpha < 0,05$ )
Warna	4	17
Rasa	4	

**Tabel 9**

*Perhitungan Index Efektivitas Metode De Garmo*

Parameter Uji	Bobot Nilai	EC Kulit Nangka 3%		EC Kulit Nangka 5%	
		NE	NP	NE	NP
Karakteristik	0.1	1	0.1	0	0
Tekstur	0.27	1	0.26	0	0
Perubahan Warna	0.23	0	0	1	0.23
Laju Transmisi Uap Air	0.23	0	0	1	0.23
Antibakteri	0.15	0	0	1	0.167
Organoleptik	0.02	0	0	1	0.12
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0.367</b>	<b>4</b>	<b>1.833</b>

Keterangan:

NE: Nilai Efektivitas

NP: Nilai Produktivitas

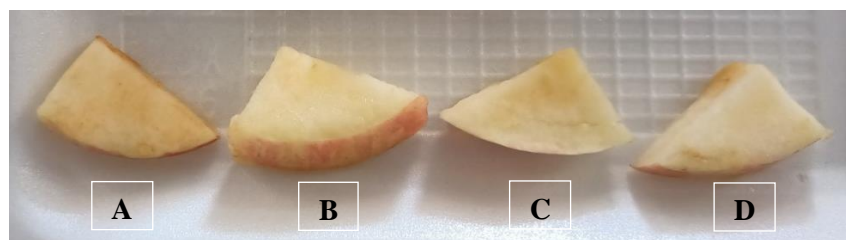
## BAHASAN

Karakteristik EC kulit nangka 3% berbeda dengan EC kulit nangka 5%, yaitu kadar air serta ketebalannya. Meningkatnya konsentrasi pektin dapat menyebabkan penurunan kadar air, karena jumlah matriks pektin yang terbentuk semakin banyak dan semakin besar sehingga jumlah air bebas yang tertinggal dalam matriks akan semakin berkurang (Raj *et al.*, 2012). Peningkatan konsentrasi pektin juga dapat meningkatkan ketebalan EC. Marcellino *et al.*, (2023) menjelaskan bahwa peningkatan konsentrasi pektin pada *edible coating* akan meningkatkan padatan terlarut secara signifikan. Peningkatan pektin sejumlah 0.5% meningkatkan ketebalan pada sampel  $\pm 0.03$  mm. Hal tersebut berbanding lurus dengan hasil penelitian ini, dimana kenaikan konsentrasi pektin pada *edible coating* juga akan meningkatkan ketebalan pada sampel buah. Banyaknya jumlah matriks pektin yang terbentuk membuat jumlah total padatan terlarut semakin banyak dan menjadikan lapisan film semakin tebal (Syarifuddin & Yuniarta, 2015). Salah satu karakteristik dari *edible coating* yang mempengaruhi sifat alami dan masa simpan pada produk makanan yang diselubung adalah ketebalan (Skurtys *et al.*, 2011).

Pada penelitian ini didapatkan bahwa peningkatan konsentrasi pektin mempengaruhi kuat tarik (*tensile strength*). Berdasarkan hasil pengujian tekstur menunjukkan bahwa EC kulit

angka 5% membutuhkan gaya yang lebih besar bila dibandingkan dengan EC kulit nangka 3% sebelum mencapai kerusakan atau putus. Daya kuat tarik dari *edible coating* meningkat dengan meningkatnya konsentrasi polisakarida yang akan membentuk matrik dan meningkatkan daya kuat tarik (Warkoyo *et al.*, 2019). Sifat kaku pektin dapat diminimalisir dengan penambahan komponen *plasticizer* berupa gliserol (Setyaningrum *et al.*, 2017). Plasticizer meningkatkan kristalinitas dari amilopektin yang akan menyebabkan lapisan coating menjadi lebih rapuh dan mengurangi efek perlindungan *edible coating* (Suppakul *et al.*, 2013).

Peningkatan ketebalan serta jumlah molekul matriks gel berbanding lurus dengan kemampuannya dalam menurunkan penyerapan uap air (Kocira *et al.*, 2021). EC kulit nangka dengan konsentrasi 5% mampu untuk menekan penyerapan berlebih uap air bila dibandingkan dengan konsentrasi kulit nangka 3%. Peningkatan konsentrasi ini mengakibatkan bertambahnya jumlah matriks gel yang terbentuk, sehingga kerapatan antar molekul semakin bertambah. Semakin bertambahnya jumlah gel pektin yang terbentuk dapat membantu pengurangan uap air yang dapat melewati celah pada edible film.



Gambar 1. Perbandingan pencoklatan enzimatis apel potong setelah 1 jam (A = tanpa EC, B = EC apel, C = EC kulit nangka 3% dan D = EC kulit nangka 5%).

Apel potong yang telah mengalami oksidasi mengalami penurunan nilai  $L^*$  dan peningkatan nilai BI. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Cömert *et al.*, 2020), nilai  $L^*$  dan BI saling berhubungan dalam menentukan tingkat oksidasi enzimatis yang terjadi pada buah maupun pada sayuran. Nilai  $L^*$  menunjukkan indikator kecerahan yang dimiliki oleh apel potong, dengan  $\Delta L^*$  sebagai selisih kecerahan apel sebelum dan sesudah dicoating. *Browning Index* (BI) menandakan aktivitas oksidasi enzim polifenol pada apel potong. Apel potong yang di-coating menggunakan pektin apel memberikan perbedaan nyata dibandingkan dengan EC pektin kulit nangka dalam mempertahankan perubahan warna (Gambar 4.1). Larutan EC pektin kulit nangka berwarna lebih coklat dibandingkan dengan EC pektin apel yang berwarna bening, sehingga dapat memengaruhi dalam pembacaan menggunakan alat, namun perbedaan warna tidak dapat dilihat secara kasat mata.

*Edible coating* kulit nangka tidak membentuk zona hambat terhadap pertumbuhan bakteri *E.coli* dan *S.aureus*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Tran *et al.*, 2023), ekstrak kulit nangka mengandung senyawa metabolit sekunder berupa tannin, flavonoid dan saponin sehingga dapat menghambat pertumbuhan *E. coli* dan *S. aureus*, namun jenis ekstraksi yang digunakan berupa maserasi ke dalam pelarut ethanol sehingga senyawa aktif yang memiliki sifat antimikrobal tersebut dapat terekstraksi dengan baik pada penelitian tersebut. Zona hambat hanya terbentuk pada bakteri *E.coli* dengan konsentrasi pektin 5%. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Zulfiani *et al.*, (2016) dan Marpaung *et al.*, (2015), pektin tidak dapat menghambat pertumbuhan *E.coli* dan *S.aureus*. Zona hambat yang terbentuk pada pektin 5% berukuran di bawah 8mm. Suatu senyawa dikatakan mampu menghambat pertumbuhan bakteri ketika pada konsentrasi maksimum 1 mg/mL terbentuk zona hambat minimum sebesar 8 mm (Surain dan Aneja, 2014). Kecilnya zona hambat yang terbentuk menunjukkan pektin kulit nangka tidak memiliki aktivitas antibakteri.

Uji pembeda segitiga merupakan uji untuk mengetahui apakah adanya perbedaan antara suatu produk awal dengan produk yang telah diformulasikan ulang (Marques *et al.*, 2022). Parameter yang dilakukan dalam uji pembeda segitiga ini adalah warna dan rasa. Berdasarkan organoleptik yang telah dilakukan EC kulit nangka tidak mempengaruhi sifat



organoleptik dari apel potong. Berdasarkan hasil uji pembeda segitiga didapatkan bahwa sampel EC apel tidak berbeda nyata dengan EC kulit nangka, baik konsentrasi 3% dan 5%. Berdasarkan parameter warna panelis paling banyak menjawab adanya perbedaan warna pada EC apel dan EC kulit nangka 3% namun masih di bawah taraf minimum.

Penentuan perlakuan terbaik dalam pembuatan *edible coating* kulit nangka dianalisa menggunakan metode De Garmo (Hayati *et al.*, 2020). Parameter yang digunakan dalam menentukan perlakuan terbaik berdasarkan hasil pengujian sifat fisikokimia, aktivitas antibakteri serta organoleptik *edible coating* kulit nangka. Berdasarkan hasil indeks efektivitas De Garmo, didapatkan bahwa EC kulit nangka 5% merupakan formulasi terbaik pada penelitian ini.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian sifat fisikokimia dan organoleptik *edible coating* kulit nangka pada buah apel potong dapat disimpulkan bahwa *edible coating* kulit nangka memiliki sifat fisikokimia yang mampu mempertahankan produk apel potong dengan menekan penyerapan uap air dan menghambat pencoklatan enzimatis pada apel potong, serta berdasarkan hasil uji organoleptik dapat disimpulkan bahwa EC kulit nangka tidak mempengaruhi parameter organoleptik buah apel potong.

## PUSTAKA ACUAN

- Breemer, R., Polnaya, F.J., Pattipeilohy, J., 2012. "Sifat Mekanik dan Laju Transmisi Uap Air Edible Film Pati Ubi Jalar", Seminar Nasional Pangan 2012 1, 1–5. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.5154.0886>.
- BSN, 2006. SNI 01-2346-2006, Anthurium A Caribbean Studies Journal. <https://doi.org/10.33596/anth.23>.
- Caffall, K.H. and Mohnen, D. (2009), "The structure, function, and biosynthesis of plant cell wall pectic polysaccharides", *Carbohydrate Research*, Elsevier Ltd, Vol. 344 No. 14, pp. 1879–1900, doi: 10.1016/j.carres.2009.05.021.
- Cömert, E.D., Mogol, B.A. and Gökmen, V. (2020), "Relationship between color and antioxidant capacity of fruits and vegetables", *Current Research in Food Science*, Vol. 2, pp. 1–10, doi: 10.1016/j.crfs.2019.11.001.
- Hayati, R., Efendi and Rahmadana, F. (2020), "Determination of the best treatment of the harvesting, physicochemical properties, organoleptic test using the effectiveness index method on the Aceh local rice genotype M7", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 425 No. 1, pp. 1–6, doi: 10.1088/1755-1315/425/1/012012.
- Khan, M., Vanitha, T., 2019. "Role of Pectin in Food Processing and Food Packaging", <https://doi.org/10.5772/intechopen.83677>.
- Kocira, A., Kozłowicz, K., Panasiewicz, K., Staniak, M., Szpunar-Krok, E., Horthyńska, P., 2021. "Polysaccharides as edible films and coatings: Characteristics and influence on fruit and vegetable quality—a review", *Agronomy*. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050813>.
- Marcellino, V., Kusuma, G., Wardana, A.A. and Setiarto, R.H.B. (2023), "The Evaluation of Pectin Concentration and Heat Treatment on Physical Properties of Banana Peel Pectin Edible Coating", *E3S Web of Conferences*, Vol. 425, pp. 1–8, doi: 10.1051/e3sconf/202342501007.
- Marpaung, M., Ahmad, U., Edhi, N., 2015. "Pelapis Nanokomposit untuk Pengawetan Salak Pondoh Terolah Minimal", *Jurnal keteknik pertanian* 3, 73–80.
- Marques, C., Correia, E., Dinis, L.T. and Vilela, A. (2022), "An Overview of Sensory Characterization Techniques: From Classical Descriptive Analysis to the Emergence of Novel Profiling Methods", *Foods*, Vol. 11 No. 3, doi: 10.3390/foods11030255.
- Menezes, J., et al., 2017. "A Review on Pectin: Chemistry due to General Properties of Pectin and its Pharmaceutical Uses", *J Phys Conf Ser* 5, 1–5. <https://doi.org/10.4172/scientificreports.550>.

- Nawab, A., Alam, F. and Hasnain, A. (2017), "Mango kernel starch as a novel edible coating for enhancing shelf- life of tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit", *International Journal of Biological Macromolecules*, Elsevier B.V., Vol. 103, pp. 581–586, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.05.057.
- Olivas, G.I.I., Barbosa-Cánovas, G., 2009. "Edible Films and Coatings for Fruits and Vegetables, in: *Edible Films and Coatings for Food Applications*", Springer, New York, NY. [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-0-387-92824-1\\_7](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-0-387-92824-1_7).
- Pham, T.T., Nguyen, L.L.P., Dam, M.S. and Baranyai, L. (2023), "Application of Edible Coating in Extension of Fruit Shelf Life: Review", *AgriEngineering*, Vol. 5 No. 1, pp. 520–536, doi: 10.3390/agriengineering5010034.
- Saeed, M., Azam, M., Saeed, F., Arshad, U., Afzaal, M., Bader Ul Ain, H., Ashraf, J., et al. (2021), "Development of antifungal edible coating for strawberry using fruit waste", *Journal of Food Processing and Preservation*, Vol. 45 No. 11, doi: 10.1111/jfpp.15956.
- Saepudin, L., Sari, P.D. and Setiawan, Y. (2017), "Pengaruh perbandingan substitusi tepung sukun dan tepung terigu dalam pembuatan roti manis", *Journal Agroscience*, Vol. 7 No. 1, pp. 227–243.
- Setyaningrum, A., Sumarni, N.K., Hardi, J., 2017. "Sifat Fisiko-Kimia Edible Film Agar – Agar Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) Tersubstitusi Glyserol", *Natural Science: Journal of Science and Technology* 6. <https://doi.org/10.22487/25411969.2017.v6.i2.8661>.
- Sigiro, O.N., Elysapitri, E. and Habibah, N. (2022), "Edible Coating from Banana Peel Waste to Extend Tomato Shelf Life", *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol. 11 No. 2, pp. 54–60, doi: 10.30598/jagritekno.2022.11.2.54.
- Skurtys, O., Acevedo, C., Pedreschi, F., Enronoe, J., Osorio, F. and Aguilera, J.M. (2011), "Food hydrocolloid edible films and coatings", *Food Hydrocolloid Edible Films and Coatings*, pp. 1–66.
- Subhashree, S.N., Sunoj, S., Xue, J., Bora, G.C., 2017. "Quantification of browning in apples using colour and textural features by image analysis", *Food Quality and Safety* 1, 221–226. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyx021>.
- Suppakul, P., Chalernsook, B., Ratisuthawat, B., Prapasitthi, S. and Munchukangwan, N. (2013), "Empirical modeling of moisture sorption characteristics and mechanical and barrier properties of cassava flour film and their relation to plasticizing-antiplasticizing effects", *Lwt*, Elsevier Ltd, Vol. 50 No. 1, pp. 290–297, doi: 10.1016/j.lwt.2012.05.013.
- Surain, P., Aneja, K.R., 2014. "Anticandidal potential of *Crinum asiaticum* leaves extract against selected oral and vaginal *Candida* pathogens", *J Innov Biol* 6473, 27–30.
- Syarifuddin, A., Yuniarta, 2015. "Karakterisasi Edible Film dari Pektin Albedo Jeruk Bali dan Pati Garut", *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3, 1538–1547.
- Tran, N.T.K., Nguyen, V.B., Tran, T. Van, Nguyen, T.T.T., 2023. "Microwave-assisted extraction of pectin from jackfruit rags: Optimization, physicochemical properties and antibacterial activities", *Food Chem* 418. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135807>.
- Warkoyo, Rahardjo, B., Marseno, D.W. and Karyadi, J.N.W. (2019), "Analisa Efek Jahn Teller Terhadap Struktur Kristal Senyawa Delafossite  $\text{Agcr1-Xnixo2}$  ( $0,01 \leq X \leq 0,04$ )", *Indonesian Physical Review*, Vol. 2 No. 2, p. 49, doi: 10.29303/ipr.v2i2.22.
- Windiarso, C., Nugroho, W.A., Argo, B.D., 2015. "Optimasi Pektin Kulit Buah Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) Ekstraksi dan Konsentrasi pelarut Optimization of Microwave Assisted Extraction ( MAE ) of Pectin from Jackfruit Peels (*Artocarpus heterophyllus*)", (*S. Jurnal Bioproses Komoditas Tropis* 3, 39–49.
- Zulfiani, Q.A., Yuliawati, K.M., Dasuki, U.A., 2016. "Ekstraksi pektin dari kulit buah pisang nangka (*Musa x paradisiaca* L. 'Nangka') dan uji aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Propionibacterium acnes*", *Prosiding Farmasi* 0, 620–625.