

Karakteristik Pektin Kulit Pisang Tongka Langit (*Musa troglodytarum*) Berdasarkan Variasi Waktu Ekstraksi

Characteristics of Pectin from Tongka Langit (Musa troglodytarum) Banana Peels on the Various Extraction Times

Priscillia Picauly*, Gilian Tetelepta

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena Kampus Poka Ambon 97233

*Penulis korespondensi: Priscillia Picauly, e-mail: priscilia_pic@yahoo.com

Tanggal submit: 21 Maret 2020; Tanggal penerimaan: 27 April 2020

ABSTRACT

Tongka langit banana peel is an organic waste that has not been widely used by the community and has a pectin content of about 10.41%. Pectin extraction from banana peels should thus be done effectively to utilize waste. The objective of this research was to characterize the properties of pectin extracted from banana tongka langit peel with the different extraction times. A completely randomized experimental design with 3 level treatment extraction time of banana tongka langit peel, i.e., 1 hour, 1,5 hours, and 2 hours with three replicates was applied in this research. The properties evaluated, including equivalent weight, methoxyl content, galacturonate acid, esterification degree, yield, moisture content, and ash content. Result showed that equivalent weight (757.88 mg, 735.48 mg, and 699.8 mg), methoxyl content (5.10%, 5.17%, and 5.44%), galacturonate acid (52.22%, 53.32%, and 56.08%), esterification degree (55.07%, 55.12%, and 55.43%), moisture content (9.99%, 9.90%, and 9.85%), ash (6.17%, 6.23%, and 6.46%), and yield (8.35%, 8.93%, and 9.2%).

Keywords: *banana tongka langit peel, pectin, extraction time*

ABSTRAK

Kulit pisang tongka langit merupakan limbah organik yang belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dan memiliki kandungan pektin sebanyak 10,41%. Ekstraksi pektin dari kulit pisang tongka langit harus dilakukan secara efektif dalam memanfaatkan limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaraktisasi pektin kulit pisang tongka langit berdasarkan waktu ekstraksi pektin yang berbeda. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari tiga tingkat perlakuan waktu ekstraksi pektin kulit pisang tongka langit yaitu 1 jam, 1,5 jam, dan 2 jam dengan 3 kali ulangan. Pengamatan dilakukan terhadap berat ekuivalen, kadar metoksil, kadar asam galakturonat, derajat esterifikasi, rendemen, kadar air, dan kadar abu. Hasil penelitian menunjukkan nilai berat ekuivalen (757,88 mg, 735,48 mg, dan 699,80 mg), kadar metoksil (5,10%, 5,17%, dan 5,44%), kadar asam galakturonat (52,22%, 53,32%, dan 56,08%), nilai derajat esterifikasi (55,07%, 55,12%, dan 55,43%), kadar air (9,99%, 9,90%, dan 9,85%), kadar abu (6,17%, 6,23%, dan 6,46%), dan rendemen (8,35%, 8,93%, dan 9,2%).

Kata kunci: kulit pisang tongka langit, pektin, waktu ekstraksi

PENDAHULUAN

Maluku mempunyai salah satu jenis buah pisang lokal yang cukup khas dan berpotensi untuk dikembangkan yaitu pisang tongka langit (*Musa troglodytarum* L.). Pisang tongka langit dikonsumsi secara langsung sebagai buah segar atau diolah dengan cara dibakar, dikukus, dan direbus serta dapat dijadikan produk olahan seperti biskuit (Mailoa, 2013), bubur instan (Picauly dan Tetelepta, 2015), *crackers* (Picauly dan Tetelepta, 2016), brownies (Moniharapon *et al.*, 2019), pati (Palijama *et al.*, 2020) dan beberapa produk lainnya. Pemanfaatan daging buah pisang untuk diolah menjadi berbagai makanan akan menghasilkan limbah berupa kulit pisang. Menurut Tchobanoglous *et al.* (1993), berat limbah kulit pisang dapat memberikan sekitar 40% dari jumlah berat buah pisang. Kulit pisang tongka langit belum dimanfaatkan, hanya dibuang sebagai limbah organik atau digunakan sebagai makanan ternak. Kulit pisang akan memiliki nilai jual yang menguntungkan apabila diolah menjadi sesuatu yang bermanfaat. Menurut Happi *et al.* (2008), kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan pangan yang memiliki nilai tinggi seperti pektin.

Kulit pisang tongka langit berpotensi untuk menghasilkan senyawa pektin. Berdasarkan hasil penelitian terlihat kandungan pektin dalam kulit pisang tongka langit sebesar 10.41% (Sutapa *et al.*, 2014). Pektin atau senyawa pektat adalah suatu polisakarida kompleks yang terdapat pada lamela tengah (*middle lamella*). Pektin merupakan asam poligalakturonat yang mengandung metil ester. Pektin tersusun atas molekul asam galakturonat yang berikatan dengan α -(1,4)-glikosida sehingga membentuk asam poligalakturonat (Wang *et al.*, 2007).

Pektin dapat digunakan secara luas sebagai komponen fungsional pada industri makanan. Hanya saja di Indonesia masih tergantung pada import pektin, sehingga pektin komersial memiliki harga yang cukup tinggi. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dimanfaatkan sumber pektin yang ada seperti kulit pisang tongka langit.

Lamanya waktu ekstraksi dalam proses ekstraksi pektin, sangat mempengaruhi karakteristik pektin. Terdapat beberapa penelitian yang mengevaluasi pengaruh waktu ekstraksi pektin yang berbeda dari beberapa jenis kulit pisang antara lain pisang cavendish, pisang ambon kuning dan jenis lainnya (Happi *et al.*, 2010; Oliveira *et al.*, 2016; Qiu *et al.*, 2010). Namun sampai saat ini belum ada penelitian yang mengevaluasi pengaruh

waktu dalam proses ekstraksi pektin dari kulit pisang tongka langit.

Berdasarkan hal tersebut maka tujuan penelitian ini yaitu untuk mengkararakteristik pektin kulit pisang tongka langit berdasarkan waktu ekstraksi pektin yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan untuk ekstraksi pektin kulit pisang tongka langit adalah kulit pisang tongka langit yang diambil dari buah segar pisang tongka langit yang diperoleh dari Negeri Soya, Kota Ambon, dan bahan kimia asam klorida (HCl) (Merck), dan etanol 96% (C₂H₅OH) (Merck).

Ekstraksi Pektin

Ekstraksi pektin mengacu pada metode Ramdja *et al.* (2011) dengan modifikasi. Kulit buah pisang tongka langit yang telah dibersihkan sebanyak 20 g dikeringkan menggunakan pengering kabinet. Setelah kering, kulit pisang tersebut dihancurkan dengan *crusher*. Serbuk kulit pisang tongka langit ditambah pelarut asam klorida (0,1 N) sebanyak 500 mL dan diekstraksi pada suhu 90 °C selama waktu perlakuan (1, 1,5 dan 2 jam). Selanjutnya dilakukan penyaringan untuk memisahkan endapan dengan filtratnya. Fitrat pektin diendapkan dengan etanol 96% (1:1). Pektin yang telah diendapkan, dipisahkan dari filtratnya dengan menggunakan kertas saring. Endapan dicuci dengan etanol 96%. Hasil filtrasi dikeringkan menggunakan oven pada suhu 40°C selama 24 jam, dan selanjutnya dilakukan analisa karakterisasinya.

Pengamatan

Pengamatan yang akan dilakukan pada pektin kulit pisang tongka langit meliputi berat ekuivalen (Ranggana, 1997), kandungan metoksil (Ranggana, 1997), kadar asam galakturonat (Ranggana, 1997), derajat esterifikasi (Ranggana, 1997), kadar air (AOAC, 2012), kadar abu (AOAC, 2012), dan rendemen.

Berat Ekuivalen

Pektin sebanyak 0,5 g dibasahi dengan 5 mL etanol 96% dan dilarutkan dalam 100 mL akuades yang berisi 1 g NaCl. Pemberian garam digunakan untuk mempertajam titik akhir. Larutan hasil campuran tersebut dititrasi perlahan-lahan dengan

NaOH 0,1 N dengan indikator fenol merah sampai terjadi perubahan menjadi merah kekuningan (pH 7,5) yang bertahan 30 detik. Indikator fenol merah memiliki pH 6,8-8,2. Titrasi dilakukan perlahan untuk menghindari deesterifikasi.

$$\text{Berat ekuivalen (mg)} = \frac{\text{Berat sampel (g)} \times 1000}{\text{Volume NaOH (mL)} \times N \text{ NaOH}}$$

Kadar metoksil

Larutan netral dari penentuan BE ditambah 25 mL larutan NaOH 0,25 N dan dikocok serta dibiarkan selama 30 menit dalam keadaan tertutup. Selanjutnya ditambahkan 25 mL HCl 0,25 N dan dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N dengan indikator fenol merah sampai titik akhir.

$$\text{Kadar metoksil (\%)} = \frac{\text{Volume NaOH} \times N \text{ NaOH} \times 31}{\text{Berat sampel (g)}}$$

Kadar asam galakturonat

Kadar galakturonat dihitung dari mek (miliekivalen) NaOH yang diperoleh dari penentuan berat ekuivalen dan kandungan metoksil.

$$\text{Kadar asam galakturonat (\%)} = \frac{\text{mek (BE + KM)} \times N \text{ NaOH} \times 176 \times 100}{\text{Berat sampel (mg)}}$$

Derajat Esterifikasi

Derajat esterifikasi dihitung dari kadar metoksil dan kadar galakturonat yang diperoleh.

$$\text{Derajat esterifikasi (\%)} = \frac{\text{Kadar metoksil} \times 176 \times 100}{\text{Kadar galakturonat} \times 31}$$

Kadar Air

Sampel sebanyak 5 g setelah cawan aluminium dikeringkan di dalam oven selama 15 menit lalu didinginkan dalam desikator. Cawan yang sudah berisi sampel dikeringkan pada oven (Mettler, Germany) suhu 105°C selama 3 jam. Cawan didinginkan kemudian ditimbang.

Kadar Abu

Keringkan cawan porselin kosong di dalam oven (Mettler, Germany) bersuhu 105°C selama 15 menit dan didinginkan dalam desikator. Cawan kemudian ditimbang dan dicatat beratnya. Sebanyak 1,5 g contoh ditimbang kemudian dipanaskan didalam tanur listrik (Vulcan A-550 Ney, AS) pada suhu maksimum 550°C sampai pengabuan sempurna. Cawan didinginkan di dalam

desikator dan kemudian ditimbang.

Rendemen

Perhitungan rendemen dilakukan dengan menimbang pektin kering yang dihasilkan kemudian dibagi dengan berat bahan baku yang telah dikeringkan.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat pektin (g)}}{\text{Berat kering bahan baku (g)}} \times 100\%$$

Rancangan Percobaan dan Analisis Statistik

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga taraf perlakuan waktu ekstraksi pektin yaitu 1, 1,5, dan 2 jam. Masing-masing taraf perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Analisis keragaman digunakan untuk menganalisis data yang diperoleh dan uji BNJ untuk uji beda rata-rata perlakuan dengan menggunakan *software* Minitab 17.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat Ekuivalen

Berat ekuivalen pektin kulit pisang tongka langit berdasarkan waktu ekstraksi yaitu berturut-turut sebesar 757,88 mg, 735,48 mg dan 699,8 mg. Untuk standar mutu IPPA (*International Pectin Producers Association*) (2002), berat ekuivalen pektin berkisar antara 600-800 mg, sehingga berat ekuivalen pektin kulit pisang tongka langit sudah memenuhi standar. Berat ekuivalen tertinggi pada pektin kulit pisang tongka langit yang diekstraksi selama 1 jam yaitu sebesar 757 mg dan berbeda nyata dengan perlakuan lama ekstraksi selama 2 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi pektin kulit pisang tongka langit maka nilai berat ekuivalen akan menurun. Hasil yang sama juga dikemukakan oleh Nadir dan Rismani (2018) yang menunjukkan kecenderungan semakin lamanya waktu ekstraksi menghasilkan berat ekuivalen pektin kulit pisang kapok akan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena semakin lamanya waktu ekstraksi akan menyebabkan proses deesterifikasi pektin menjadi asam pektat. Proses deesterifikasi ini akan meningkatkan jumlah gugus asam bebas. Peningkatan jumlah gugus asam bebas inilah yang akan menurunkan berat ekuivalen.

Tabel 1. Karakteristik pektin kulit pisang tongka langit berdasarkan lama waktu ekstraksi

Karakterisasi Pektin	Perlakuan			Standar mutu IPPA (<i>International Pectin Producers Association</i>)
	Lama waktu ekstraksi (jam)			
	1	1,5	2	
Berat ekuivalen (mg)	757,88a ±7,21	735,48a±3,92	699,8b±18,4	600-800 mg
Kadar metoksil (%)	5,10a±0,01	5,17ab±0,02	5,44b±0,16	< 7% (metoksil rendah)
Kadar galakturonat (%)	52,22a±0,30	53,32b±0,27	56,08b±1,60	Min 35%
Derajat esterifikasi (%)	55,43a±0,17	55,12ab±0,00	55,07b±0,12	>50% (pektin ester tinggi)
Kadar air (%)	9,99a±0,00	9,90b±0,00	9,85c±0,00	Maks 12%
Kadar abu (%)	6,17a±0,00	6,23a±0,03	6,47b±0,02	Maks 10%
Rendemen (%)	8,35 a±0,00	8,93 b±0,00	9,2 c±0,00	

Keterangan: Notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada uji BNJ ($\alpha = 0,01$).

Kadar Metoksil

Kadar metoksil pektin kulit pisang tongka langit berdasarkan waktu ekstraksi yaitu berturut-turut sebesar 5,10%, 5,17%, dan 5,44%. Pektin kulit pisang tongka langit yang dihasilkan pada penelitian ini kurang dari 7% sehingga termasuk pektin bermetoksil rendah menurut data standar mutu IPPA (*International Pectin Producers Association*) (2002). Semakin tinggi kadar metoksil dalam molekulnya maka akan semakin cepat menjadi gel. Menurut Goycoolea dan Adriana (2003) pektin disebut bermetoksil tinggi jika kadar metoksil sama dengan atau lebih dari 7%, dan disebut bermetoksil rendah jika kadar metoksil kurang dari 7%. Pektin yang memiliki kandungan metoksil rendah lebih menguntungkan karena pektin bermetoksil rendah dapat langsung diproduksi tanpa melalui proses demetilasi. Kadar metoksil tertinggi pektin kulit pisang tongka langit pada perlakuan lamanya ekstraksi selama 2 jam yaitu sebanyak 5,44% dan berbeda nyata dengan perlakuan lama ekstraksi pektin selama 1 jam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi pektin kulit pisang tongka langit maka nilai kadar metoksil akan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Tuhuloula *et al.* (2013) yang menunjukkan semakin lamanya waktu ekstraksi menghasilkan kadar metoksil yang semakin tinggi. Peningkatan nilai kadar metoksil ini disebabkan karena semakin lamanya waktu ekstraksi akan menyebabkan semakin meningkatnya gugus karboksil bebas yang teresterifikasi. Menurut Roikah *et al.* (2016) bahwa terjadi peningkatan kadar metoksil seiring peningkatan waktu ekstraksi disebabkan karena adanya gugus karboksil pada pektin dapat mengalami esterifikasi dengan metanol

sehingga dapat meningkatkan kadar metoksil pektin tersebut.

Kadar Asam Galakturonat

Kadar asam galakturonat pektin kulit pisang tongka langit berdasarkan waktu ekstraksi yaitu berturut-turut sebesar 52,22%, 53,32%, dan 56,08%. Semakin tinggi kadar asam galakturonat pektin maka mutu pektin semakin tinggi. Kadar asam galakturonat berdasarkan standar mutu pektin yang ditetapkan oleh IPPA (2002), yaitu kadar galakturonat minimal sebesar 35%. Untuk itu pektin kulit pisang tongka langit yang dihasilkan pada penelitian ini sesuai dengan standar mutu pektin. Kadar asam galakturonat yang tertinggi pada pektin kulit pisang tongka langit dengan lama waktu ekstraksi selama 2 jam yaitu sebesar 56,08% dan berbeda nyata dengan perlakuan waktu ekstraksi 1 jam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi pektin kulit pisang tongka langit maka kadar asam galakturonat pektin kulit pisang tongka langit akan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Kamble *et al.* (2017) yang menunjukkan ekstraksi pektin selama 2 jam menghasilkan kadar asam galakturonat sebesar 56,67% dan semakin lama waktu ekstraksi menghasilkan kadar asam galakturonat yang semakin tinggi. Peningkatan kadar asam galakturonat ini disebabkan karena meningkatnya reaksi hidrolisis protopektin menjadi pektin yang komponen dasarnya adalah asam D-galakturonat sehingga meningkat asam galakturonat.

Derajat Esterifikasi

Derajat esterifikasi pektin kulit pisang tongka langit berdasarkan waktu ekstraksi yaitu berturut-

turut sebesar 55,07%, 55,12%, dan 55,43%. Menurut standar mutu pektin yang ditetapkan IPPA (2002), pektin yang dihasilkan pada penelitian ini termasuk pektin ester tinggi karena memiliki derajat esterifikasi yang lebih dari 50%. Nilai derajat esterifikasi pektin kulit pisang tongka langit tertinggi pada perlakuan lama ekstraksi 2 jam yaitu sebesar 55,43% yang berbeda nyata dengan lama waktu ekstraksi 1 jam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi pektin kulit pisang tongka langit maka nilai derajat esterifikasi pektin kulit pisang tongka langit akan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Kamble *et al.* (2017) yang menunjukkan semakin lamanya waktu ekstraksi menghasilkan derajat esterifikasi yang semakin tinggi. Derajat esterifikasi yang cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya waktu dikarenakan ikatan glikosidik gugus metil ester dari pektin cenderung terhidrolisis menghasilkan asam galakturonat. Jika ekstraksi dilakukan terlalu lama, pektin akan berubah menjadi asam pektat yang asam galakturonatnya bebas dari gugus metil ester. Jumlah gugus metil ester menunjukkan jumlah gugus karboksil yang tidak teresterifikasi atau derajat esterifikasi.

Kadar Air

Kadar air pektin kulit pisang tongka langit berdasarkan waktu ekstraksi yaitu berturut-turut sebesar 9,99%, 9,90%, dan 9,85%. Kadar air tertinggi pada pektin kulit pisang tongka langit dengan perlakuan waktu lamanya ekstraksi 1 jam yaitu sebesar 9,99% yang berbeda nyata dengan lama ekstraksi 1 dan 1,5 jam. Menurut data standar mutu IPPA (2002), kadar air maksimal sebesar 12%, sehingga pektin kulit pisang tongka langit memenuhi standar mutu.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi pektin kulit pisang tongka langit maka kadar air pektin kulit pisang tongka langit akan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Roikah *et al.* (2016) bahwa semakin lama waktu ekstraksi pektin belimbing wuluh maka kadar air semakin menurun. Penurunan kadar air ini disebabkan karena air akan menguap selama proses ekstraksi sehingga dapat menurunkan kadar air bahan pangan atau pektin kulit pisang tongka langit. Menurut Prasetyowati dan Pesantri (2009) semakin kecil kadar air maka akan semakin baik kualitas pektin.

Kadar Abu

Kadar abu pektin kulit pisang tongka langit berdasarkan waktu ekstraksi yaitu berturut-turut sebesar 6,17%, 6,23%, dan 6,46%. Menurut data standar mutu IPPA (2002), kadar abu maksimal sebesar 10%, sehingga pektin kulit pisang tongka langit memenuhi standar mutu. Kadar abu tertinggi pektin kulit pisang tongka langit terdapat pada perlakuan lama ekstraksi selama 2 jam yaitu sebesar 6,46% yang berbeda nyata dengan perlakuan lama ekstraksi 1 dan 1,5 jam. Semakin tinggi tingkat kemurnian pektin, maka kadar abu dalam pektin semakin rendah. Sehingga tingkat kemurnian pektin pisang tongka langit akan rendah seiring lamanya waktu ekstraksi pektin.

Kadar abu pektin kulit pisang tongka langit menunjukkan semakin lama waktu yang digunakan untuk ekstraksi maka semakin tinggi nilai kadar abu. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Roikah *et al.* (2016) bahwa semakin lama waktu ekstraksi pektin belimbing wuluh maka kadar abu semakin menurun. Penurunan kadar abu ini disebabkan karena adanya pemanasan dalam asam dengan waktu ekstraksi yang lama maka akan meningkatkan reaksi hidrolisis protopektin yang akan berubah menjadi pektin yang akan banyak mengendap. Protopektin dalam buah-buahan berada dalam bentuk kalsium dan magnesium pektat dan jika dicampurkan dengan asam akan mengakibatkan terhidrolisisnya pektin dari ikatan kalsium dan magnesium. Komponen tersebut akan banyak terlarut dalam larutan ekstrak dan ikut mengendap jika reaksi hidrolisis protopektin ditingkatkan, sehingga kadar abu pektin akan tinggi.

Rendemen

Rendemen pektin kulit pisang tongka langit berdasarkan waktu ekstraksi yaitu berturut-turut sebesar 8,35%, 8,93%, dan 9,20%. Rendemen pektin kulit pisang tongka langit tertinggi terdapat pada perlakuan lama ekstraksi 2 jam yaitu sebesar 9,2% yang berbeda nyata dengan perlakuan waktu lama ekstraksi 1 dan 1,5 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi pektin kulit pisang tongka langit maka rendemen pektin kulit pisang tongka langit akan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Febriyanti (2018) menunjukkan kecenderungan semakin lamanya waktu ekstraksi yang digunakan akan menghasilkan rendemen yang semakin tinggi. Menurut Prasetyowati dan Pesantri (2009) bahwa semakin tinggi waktu ekstraksi maka semakin

tinggi rendemen pektin. Hal ini disebabkan ion hidrogen yang yang mensubstitusi kalsium dan magnesium dari protopektin yang terhidrolisis akan menyebabkan rusaknya molekul pada ikatan rantai galakturonat menjadi terlepas. Menurut Evi *et al.* (2013) waktu ekstraksi pektin berbanding lurus dengan jumlah protopektin yang berubah menjadi pektin, tetapi pada waktu tertentu pektin dapat terdegradasi menjadi asam pektat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka disimpulkan bahwa karakteristik pektin kulit pisang tongka langit berdasarkan lama waktu ekstraksi 1, 1,5, dan 2 jam menghasilkan berat ekuivalen (757,88, 735,48, dan 699,80), kadar metoksil (5,10, 5,17, dan 5,44%), asam galakturonat (52,22, 53,32, dan 56,08%), derajat esterifikasi (55,07, 55,12, dan 55,43%), kadar air (9,99, 9,90, dan 9,85%), kadar abu (6,17, 6,23, dan 6,46%) dan rendemen (8,35, 8,93, dan 9,2%).

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 2012. Association of Official Analytical Chemistry, Washington D.C. Official Method of Analysis.
- Evi, Z.N., N. Yuli, dan Rusdiansjah. 2013. Pengaruh suhu dan waktu terhadap hasil ekstraksi pektin dari kulit buah nanas. Simposium Nasional RAPI XII. FT UMS. K 3943.
- Febriyanti, Y., A.R. Razak, dan N.K. Sumarni. 2018. Ekstraksi dan karakterisasi pektin dari kulit buah kluwih. *Jurnal Kovalen* 4: 60-73.
- Goycoolea, F.M. and A. Cárdenas. 2003. Pectins from *Opuntia* spp.: A short review. *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 5: 17-29.
- Happi, E.T., S.N. Ronkart, C. Robert, B. Wathélet, and M. Paquot. 2008. Characterisation of pectins extracted from banana peels (*Musa AAA*) under different conditions using an experimental design. *Food Chemistry* 108: 463-471. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.10.078
- IPPA. 2002. What Is Pectin. International Pectin Producers Association. <https://ippa.info/labelling-safety-regulation-of-pectin/>. Accessed 12th January 2020.
- Kamble, P.B., S. Gawande, and T.S. Patil. 2017. Extraction of pectin from unripe banana peel. *International Research Journal of Engineering and Technology* 4: 2259-2264.
- Mailoa, M. 2013. Pengembangan pisang Tongka Langit (*Musa troglodytarum*) menjadi biskuit. *Ekosains* 1: 6-13.
- Moniharapon, E., L. Lelmalaya, dan P. Picauly. 2019. Kajian sifat kimia dan organoleptik brownies pisang tongka langit. *Agritekno* 8: 60-63. DOI: 10.30598/jagritekno.2018.7.2.60
- Nadir, M, and E. I. Risfani. 2018. Pengaruh waktu terhadap ekstraksi pektin dari kulit pisang kepok dengan metode microwave assisted extraction (MAE). Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M). pp 92-98.
- Oliveira, T.I.S., M.F. Rosa, F.L. Cavalcante, P.H.F. Pereira, G.K. Moates, N. Wellner, S.E. Mazetto, K.W. Waldron, and H.M.C. Azeredo. 2016. Optimization of pectin extraction from banana peels with citric acid by using response surface methodology. *Food Chemistry* 198: 113-118. DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.08.080
- Picauly, P. and G. Tetelepta. 2015. Karakteristik kimia bubur instan tersubstitusi tepung pisang tongka langit. *Agroforestri* 9: 122-126.
- Palijama, S., M. Singkery, R. Breemer, and F.J. Polnaya. 2020. Isolation and characteristics of *Musa troglodytarum* L. starch at different maturity stage. *Journal of Physics: Conference Series* 1463: 012015. DOI: 10.1088/1742-6596/1463/1/012015
- Picauly, P. dan G. Tetelepta. 2016. Uji organoleptik crackers pisang tongka langit. *Agritekno* 5: 53-57. DOI: 10.30598/jagritekno.2016.5.2.53
- Prasetyowati, S.K.P. dan H. Pesantri. 2009. Ekstraksi pektin dari kulit mangga. *Jurnal Teknik Kimia* 16: 42-49.
- Qiu, L.P., G.L. Zhao, H. Wu, L. Jiang, X.F. Li, and J.J. Liu. 2010. Investigation of combined effects of independent variables on extraction of pectin from banana peel using response surface methodology. *Carbohydrate Polymers* 80: 326-331. DOI: 10.1016/j.carbpol.2010.01.018
- Ramdja, A. F., D. P. Adhitya, dan R. Rusman. Ekstraksi pektin dari kulit pisang kepok dengan pelarut asam klorida dan asam asetat. *Jurnal Teknik Kimia* 17: 28-37.
- Ranggana, S. 1997. Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and vegetable Products Second Editions. Tata McGraw-Hill. Publishing Company Limited: New Delhi
- Roikah, S., W.D.P. Rengga, Latifah, dan E.

- Kusumastuti. 2016. Ekstraksi dan karakterisasi pektin dari belimbing wuluh (*Averhoa bilimbi L.*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan* 5: 29-36. DOI: 10.15294/jbat.v5i1.5432
- Sutapa, I.W., V.P.D. Siahay, dan M.F.J.D.P. Tanasale. 2014. Adsorpsi Cu^{2+} pada pektin dari kulit pisang Tongka Langit (*Musa speices Van Balbisiana*). *Indonesian Journal of Chemical Research* 1: 72-77.
- Tchobanoglous, G., H. Theisen, and S.A. Vigil. 1993. *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. McGraw-Hill. Michigan.
- Tuhuloula, A., L. Budiarti, and E.N. Fitriana. 2013. Karakterisasi pektin dengan memanfaatkan limbah kulit pisang menggunakan metode ekstraksi. *Konversi* 2: 21-27.
- Wang, S., F. Chen, J. Wu, Z. Wang, X. Liao, and X. Hu. 2007. Optimization of pectin extraction assisted by microwave from apple pomace using response surface methodology. *Journal of Food Engineering* 78: 693-700. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2005.11.008