

ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF PECTIN FROM WASTE OF “RAJA NANGKA” BANANA PEELS (*Musa acuminata* (AAA cv))

Mardiana Prasetyani Putri*, Prima Agusti Lukis**, Leny Putri Mawarni***

Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri, Indonesia, Jl. KH. Wachid Hasyim No. 65, Kediri

E-mail: *neyna_ub@yahoo.co.id ; **prima.agusti.lukis@iik.ac.id;
***putrileny28@gmail.com

Diterima: 26 November 2019. Disetujui: 28 Maret 2020. Dipublikasikan: 26 April 2020

DOI: 10.30870/educhemia.v5i1.6737

Abstract: Raja nangka banana peel contains pectin (10-21%), lignin (6-12%), and galacturonic acid. Pectin is a *D*-galacturonic acid polymer which connected with the β -1,4-glycosidic bond. Pectin was benefitted a gel form material and thickener making jam and low-calorie food. Pectin was generated with an isolation process. The purpose of this research was isolated and characterized pectin from raja nangka banana peel waste, and then pectin was obtained characterized for know pectin quality. Pectin isolation was done with the reflux extraction method. Pectin extraction uses chloric acid 1 N solvents. Pectin isolation was done at pH 1,5 temperature 90°C for 80 minutes. The purpose of testing for the function group was known as groups in pectin isolation. The functional group in pectin was got and then characterized with FTIR to show group vibration OH, CH₃, C=O, C-H-, and R-O-R, with a wavelength respectively 3.448,366; 2.930,022; 1649,310; 1385,247 and 1146,453. Other than, pectin physical nature was done such as water content (0,061%), ash content (1,994%), equivalent weight (748,29%), methoxyl content (6,90%), galacturonic acid (250,88%) and esterification degree (0,0156%). Pectin characterization was got correct with pectin quality standard based on IPPA (International Pectin Producers Association).

Keywords: Extraction; Pectin; “Raja Nangka” Banana Peels

Abstrak: Kandungan kulit pisang raja nangka antara lain pektin (10-21%), lignin (6-12%) dan asam galakturonat. Pektin adalah polimer asam *D*-galakturonat yang dihubungkan dengan ikatan β -1,4-glikosida. Manfaat pektin yaitu sebagai bahan pembentuk gel dan pengental dalam pembuatan jeli, selai dan makanan rendah kalori. Salah satu proses yang diharapkan dapat menghasilkan pektin dari kulit pisang raja nangka yaitu melalui isolasi. Tujuan penelitian ini yaitu mengisolasi dan mengkarakterisasi pektin dari limbah kulit pisang raja nangka yang selanjutnya dikarakterisasi untuk mengetahui kualitas pektin yang diperoleh. Isolasi pektin dilakukan dengan menggunakan metode ekstraksi refluks. Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi pektin yaitu asam klorida 1 N. Isolasi pektin dilakukan pada pH 1,5, suhu 90°C selama 80 menit. Pengujian gugus fungsi dari pektin bertujuan untuk mengetahui gugus-gugus yang terdapat pada pektin yang telah diisolasi. Gugus fungsi pada pektin yang diperoleh dikarakterisasi dengan FTIR yang menunjukkan vibrasi gugus OH, CH₃, C=O, C-H dan R-O-R, dengan panjang gelombang berturut-turut yaitu 3.448,366; 2.930,022; 1649,310; 1385,247 dan 1146,453. Selain itu, karakterisasi sifat fisik pektin pun

dilakukan, yakni meliputi kadar air (0,061%), kadar abu (1,994%), berat ekivalen (748,29%), kadar metoksil (6,90%), kadar galakturonat (250,88%) dan derajat esterifikasi (0,0156%). Hasil karakterisasi pektin yang diperoleh sesuai dengan standar mutu pektin berdasarkan IPPA (*International Pectin Producers Association*).

Kata kunci: Ekstraksi, Kulit pisang “Raja Nangka”, Pektin

PENDAHULUAN

Tanaman pisang merupakan jenis tanaman yang tumbuh subur di Indonesia (Susilo *et al.*, 2018). Peningkatan total produksi pisang di Indonesia sebesar 30% per tahun (Hanum *et al.*, 2012). Pisang dapat diolah menjadi makanan atau kue dan dijadikan sebagai oleh-oleh khas dari suatu kota. Salah satu makanan khas dari kota Kediri yang menggunakan bahan baku pisang yaitu getuk pisang. Bahan baku getuk pisang menggunakan pisang dari jenis raja nangka yang mempunyai rasa sedikit asam. Pisang raja nangka yang diolah menjadi getuk pisang menghasilkan limbah berupa kulit pisang dan digunakan sebagai tambahan pakan ternak saja, tidak jarang hanya dibuang dan dibiarkan menumpuk sehingga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan (Dewanti, 2008). Dengan adanya peningkatan produksi dari getuk pisang maka akan dihasilkan limbah kulit pisang raja nangka yang lebih banyak.

Kulit pisang mengandung pektin (10-21%), lignin (6-12%) dan asam galakturonat (Mohapatra *et al.*, 2010). Salah satu kandungan kulit pisang yang

bermanfaat yaitu pektin. Pektin merupakan bagian utama dari lamella tengah pada tumbuhan. Pektin mempunyai beberapa manfaat, antara lain yaitu perekat dan penjaga stabilitas jaringan dan sel tumbuhan (Akhmalludin, 2009), selain itu pektin berguna dalam *gelling agent*, penstabil sari buah, bahan pokok pembuatan selai buah, dan secara luas pektin dapat digunakan sebagai tambahan pengental dalam makanan dan produk susu terfermentasi (Hanum *et al.*, 2012)

Isolasi pektin dapat dilakukan dengan menggunakan metode ekstraksi. Ekstraksi pelarut didasarkan atas kelarutan komponen terhadap komponen lain di dalam campuran. Ekstraksi pektin dengan larutan asam dilakukan dengan cara memanaskan bahan dalam larutan asam encer yang berfungsi untuk menghidrolisis protopektin menjadi pektin. Ekstraksi ini dapat dilakukan dengan asam mineral seperti asam klorida atau asam sulfat (Febriyanti *et al.*, 2018).

Ekstraksi pektin dapat dilakukan dengan cara ekstraksi satu tahap dan

multi tahap. Ekstraksi satu tahap yaitu ekstraksi dengan jumlah pelarut yang sesuai dan sekaligus sehingga dibutuhkan banyak pelarut. Ekstraksi multi tahap yaitu ekstraksi dengan penambahan pelarut yang selalu baru pada residu dari ekstrak sebelumnya sehingga pektin dapat terekstrak secara optimal (Muhiedin, 2008). Penggunaan asam dalam ekstraksi pektin adalah untuk menghidrolisis protopektin menjadi pektin yang larut dalam air ataupun membebaskan pektin dari ikatan dengan senyawa lain, misalnya selulosa (Hanum *et al.*, 2012).

Rendemen terbaik dari ekstrak pektin yang diperoleh dari kulit pisang raja dengan menggunakan pelarut HCl diperoleh pada waktu ekstraksi 80 menit pada suhu 90°C dan pH 1,5 yaitu 59% sedangkan kadar air kulit pisang raja tertinggi diperoleh sebesar 11,93% pada waktu ekstraksi 80 menit (Hanum *et al.*, 2012). Pektin komersial harus memenuhi kebutuhan syarat mutu *International Pectin Producers Association*. Karakterisasi pektin tergantung dari kondisi ekstraksi dan sifat fisik pektin tergantung dari karakteristik kimia pektin. Pektin hasil ekstraksi terbaik biasanya dibandingkan dengan pektin komersial. Hal ini dilakukan karena jika

diaplikasikan pada industri kebutuhan energi untuk peningkatan suhu dan lama ekstraksi akan meningkatkan biaya produksi. Analisis standar kualitas pektin antara lain yaitu kadar abu, kadar air, berat ekivalen, kadar metoksil, kadar asam galakturonat dan derajat esterifikasi (Budiyanto & Yulianingsih, 2008)

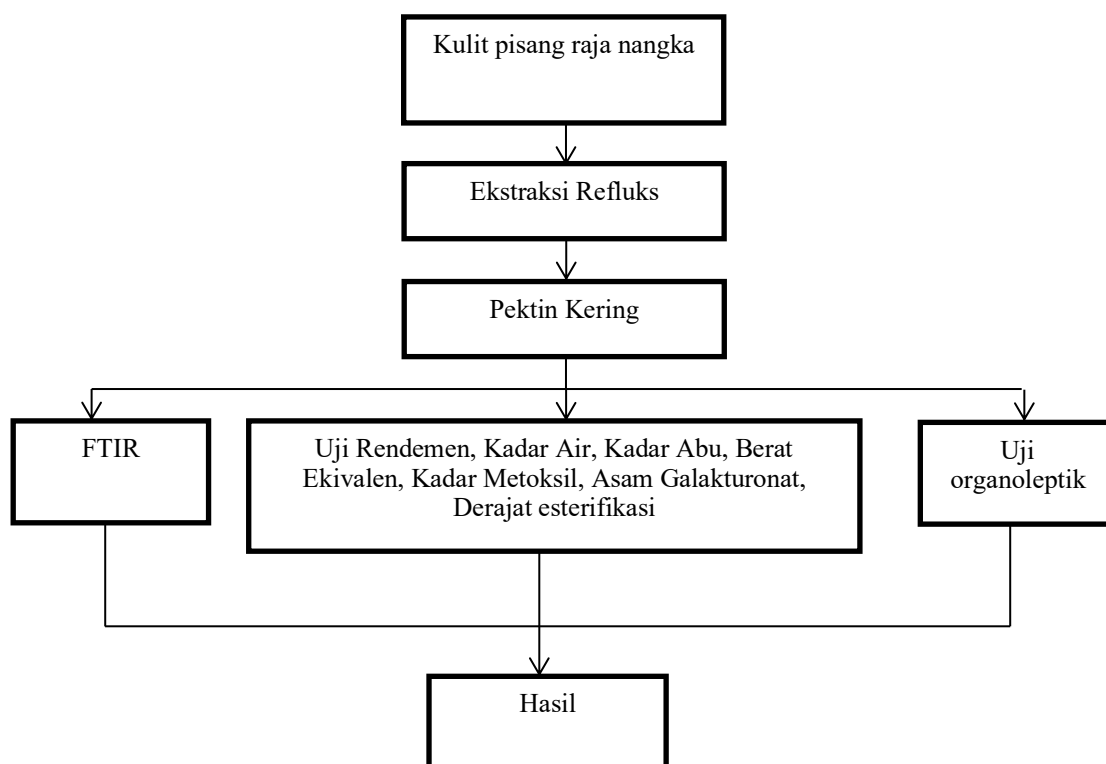
Salah satu aspek yang membedakan pektin yang satu dengan yang lainnya adalah kandungan metil ester atau derajat esterifikasi. Pektin berperan penting dalam industri makanan karena mempunyai kemampuan dalam membentuk gel (Nurdjanah & Usmiati, 2006). Pektin yang mempunyai metoksil tinggi dapat digunakan dalam pembuatan selai dan jeli, sebagai pengental minuman dan sirup buah dan pengemulsi sedangkan pektin bermetoksil rendah dapat digunakan untuk pembuatan selai dan jeli berkalori rendah serta sebagai lapisan jeli pada produk tertentu seperti pada roti bakar (Tuhuloula *et al.*, 2013). Umumnya pektin tidak larut dalam pelarut organik tetapi dapat dipisahkan dari larutannya oleh penambahan larutan metanol, etanol, isopropanol dan aseton (Prasetyowati *et al.*, 2009). Tujuan penelitian ini yaitu mengisolasi dan mengkarakterisasi pektin dari limbah kulit pisang raja nangka.

METODE

Isolasi pektin dari kulit pisang raja nangka dilakukan melalui metode ekstraksi sedangkan pektin hasil ekstraksi tersebut dikarakterisasi dengan FTIR, uji organoleptik, kadar air, kadar abu, berat ekuivalen, kadar metoksil, kadar galakturonat dan derajat esterifikasi. Hasil karakterisasi pektin yang dihasilkan

akan dibandingkan dengan standar mutu pektin IPPA (*International Pectin Producers Association*).

Kulit pisang raja nangka diperoleh dari sentra industri getuk pisang kota Kediri. Kulit pisang raja nangka yang digunakan dalam percobaan ini yaitu kulit pisang yang masih mentah bahkan setengah matang berwarna hijau atau kekuningan.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Isolasi dan Karakterisasi Pektin dari Limbah Kulit Pisang Raja Nangka

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pektin di ekstraksi menggunakan larutan HCl 1N dengan pH 1,5 dan suhu ekstraksi 90°C dengan waktu ekstraksi yaitu 80 menit. Larutan HCl 1N digunakan untuk merombak protopektin

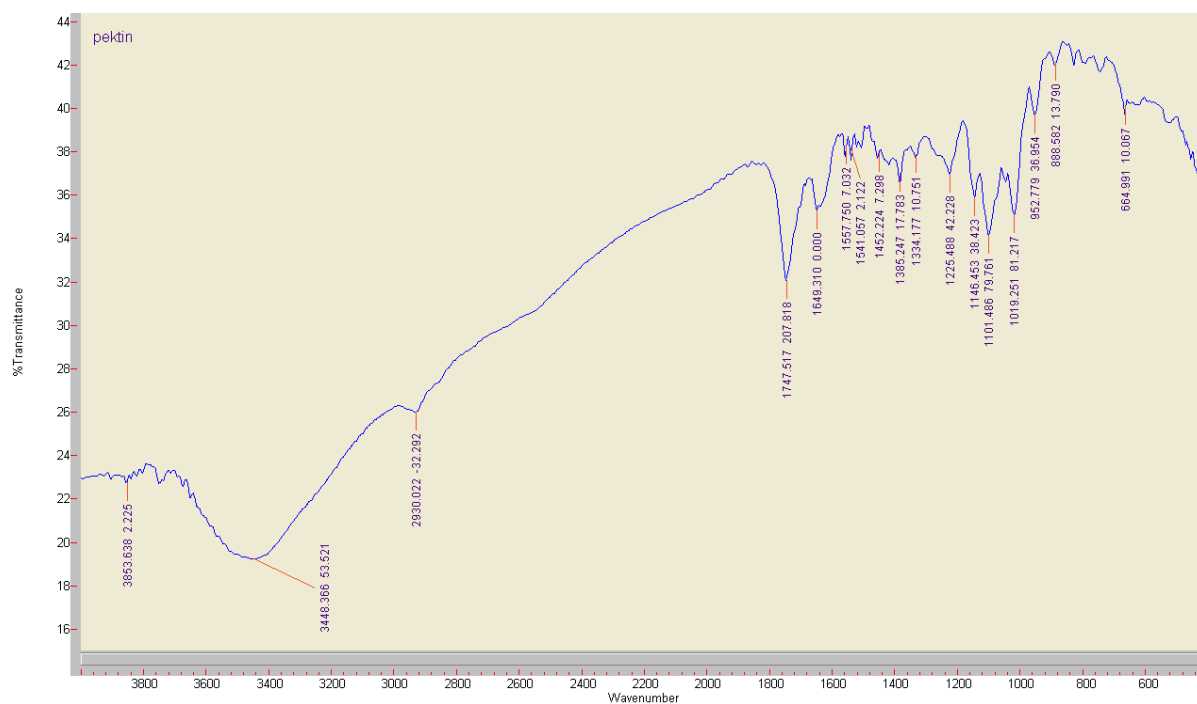
yang tidak larut menjadi pektin yang dapat larut. Dalam proses ekstraksi pektin terjadi perubahan pektin yang disebabkan oleh proses hidrolisis protopektin. Proses tersebut menyebabkan protopektin berubah menjadi pektinat (pektin) dengan

adanya pemanasan dalam asam pada suhu dan lama ekstraksi tertentu. Apabila proses hidrolisis dilanjutkan, pektin akan berubah menjadi asam pektat. Suhu ekstraksi yang tinggi dapat meningkatkan jumlah rendemen yang dihasilkan, dikarenakan terjadinya peningkatan energi kinetik larutan sehingga difusi pelarut ke dalam sel jaringan semakin meningkat, selain itu suhu yang tinggi akan membantu difusi pelarut sehingga dapat meningkatkan aktivitas pelarut dalam menghidrolisis sel primer tanaman (Hariyati, 2006).

Pektin yang dihasilkan pada penelitian ini berupa serbuk sedikit kasar, berwarna coklat kehitaman dan tidak berbau. Pemerian pektin berupa serbuk kasar atau halus, berwarna putih kekuningan, hampir tidak berbau dan mempunyai rasa *mucilago* (Demi et al., 2019). Sedangkan menurut Krisnayanti dan Syamsudin, (2013) pemerian pektin berupa serbuk kasar hingga halus, berwarna putih kekuningan, kelabu atau kecoklatan.

Karakter gugus fungsi yang dimiliki oleh pektin (Gambar 2) adalah OH, CH₃, C=O, C-H, R-O-R. Hal ini dapat dilihat dari adanya puncak serapan pada bilangan gelombang 3.448,366 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus OH. Hasil ini diperkuat dengan penelitian Prasetyowati et al., (2009) yang terkait dengan gugus –

OH terletak pada bilangan gelombang 3.412 cm⁻¹. Pektin pun menunjukkan serapan pada bilangan gelombang yaitu 2.930,022 cm⁻¹ yang menunjukkan serapan dari ulur –CH₃. Penelitian yang dilakukan (Madjaga et al., 2017) juga sama yaitu gugus metil –CH₃ terletak pada bilangan gelombang 2.927 cm⁻¹. Pektin, selain memiliki gugus OH dan CH₃ juga mengandung C=O, CH dan R-O-R. Puncak serapan pada bilangan gelombang 1.649,310 cm⁻¹ menunjukkan adanya serapan dari gugus C=O. Hal ini diperkuat dengan adanya penelitian yang telah dilakukan oleh (Perina et al., 2007) yang menyatakan bahwa gugus karbonil berada pada bilangan gelombang 1.744 cm⁻¹. Literatur lain menyebutkan bahwa daerah serapan gugus C=O berada pada rentang 1.630-1.850 cm⁻¹. Vibrasi dan tekuk –C-H- dapat ditemukan pada bilangan gelombang 1.385,247 cm⁻¹ dan 1.452,224 cm⁻¹. Hal ini diperkuat dengan adanya teori yang menjelaskan bahwa gugus -C-H- berada pada daerah serapan 1.350-1.480 cm⁻¹. Pektin dari kulit pisang raja angka juga mengandung gugus eter. Hal ini dapat diketahui dari puncak serapan pada bilangan gelombang 1.146,453 cm⁻¹. Hasil ini diperkuat juga dengan penelitian (Madjaga et al., 2017) bahwa bilangan gelombang eter berada pada 1.153 cm⁻¹.



Gambar 2. Spektrum FTIR Pektin Hasil Isolasi dari Limbah Kulit Pisang Raja Nangka

Hasil isolasi pektin dari limbah kulit pisang raja nangka dilakukan karakterisasi yang meliputi bobot pektin, rendemen, kadar air, kadar abu, berat

ekivalen, kadar metoksil, kadar asam galakturonat, dan derajat esterifikasi. Hasil karakterisasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Karakterisasi Sifat Fisik Pektin Hasil Isolasi Dari Limbah Kulit Pisang Raja Nangka

No	Karakterisasi	Hasil	Standar mutu pektin menurut IPPA	Ket.
1	Bobot pektin (gram)	0,677	-	-
2	Rendemen	1,35%	-	-
3	Kadar air	0,061%	Maksimal 12%	Sesuai dengan IPPA
4	Kadar abu	1,994%	Maksimal 10%	Sesuai dengan IPPA
5	Berat ekivalen	4408%	600-800 mEq	Tidak sesuai dengan IPPA
6	Kadar metoksil	3,38%	-pektin metoksil tinggi >7,12% -pektin metoksil rendah 2,5-7,12%	Sesuai dengan IPPA dan termasuk jenis pektin dengan metoksil rendah
7	Asam galakturonat	92,808 mEq	Minimal 35%	Sesuai dengan IPPA
8	Derajat esterifikasi	20,677%	-pektin ester tinggi : -pektin ester rendah : maksimal 50%	Sesuai dengan IPPA dan termasuk jenis pektin dengan ester rendah

Berdasarkan pada Tabel 1, perhitungan rendemen melalui rumus berikut:

$$\text{Rendemen}(\%) = \frac{\text{bobot total pektin yang diperoleh}}{\text{bobot bahan baku kering}} \times 100\%$$

Rendemen pektin yang dihasilkan dari limbah kulit pisang raja nangka yaitu sebesar 1,35% dengan waktu ekstraksi 80 menit dengan suhu 90°C dan pH 1,5. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hanum *et al.* (2012) yang mengisolasi pektin dari kulit buah pisang kapok diperoleh rendemen terbaik pada waktu ekstraksi 80 menit pada suhu 90°C dan pH 1,5 yaitu 52,1%. Berdasarkan hal tersebut, semakin lama waktu dan semakin tinggi suhu ekstraksi, rendemen pektin yang dihasilkan semakin besar (Nurdjanah & Usmiati, 2006). Menurut Aziz *et al.* (2018) kenaikan suhu akan meningkatkan kelarutan sehingga menghasilkan laju ekstraksi yang tinggi, secara umum suhu ekstraksi untuk ekstraksi pektin adalah 60-90°C.

Kadar air dapat dihitung melalui rumus berikut:

$$\text{Kadar air}(\%) = \frac{W_a(\text{gram}) - W_b(\text{gram})}{W(\text{gram})} \times 100\%$$

Keterangan:

Wa = bobot sebelum dikeringkan (gram)

Wb = bobot sesudah dikeringkan (gram)

Kadar air berkaitan dengan masa simpan bahan. Jika kadar air dalam bahan terbilang lebih tinggi maka menyebabkan

kerentangan terhadap aktivitas mikroba (Budiyanto & Yulianingsih, 2008). Kadar air yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu 0,061%. Batas maksimum dari standar mutu pektin berdasarkan IPPA yaitu 12%, artinya kadar air dihasilkan sesuai dengan standar mutu pektin dan tidak melebihi standar yang diperbolehkan. Menurut Fitria (2013) kadar air pektin dipengaruhi oleh derajat pengeringan. Jika derajat pengeringan rendah maka yang terlihat adalah berat rendemen yang lebih besar daripada yang aslinya. Sebaliknya tingginya kadar air pada pektin yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh pengeringan yang tidak maksimal dan juga kondisi penyimpanan pektin sebelum dilakukan uji kadar air.

Kadar abu dapat dihitung melalui rumus berikut:

$$\text{Kadar abu}(\%) = \frac{W_1(\text{gram}) - W_2(\text{gram})}{W(\text{gram})} \times 100\%$$

Keterangan:

W = bobot sampel awal (gram)

W1 = bobot wadah + sampel setelah pemanasan (gram)

W2 = bobot wadah kosong (gram)

Hasil penelitian kadar abu pektin yang diperoleh yaitu 1,994%. Hal ini sesuai dengan standar mutu pektin berdasarkan IPPA yaitu tidak lebih dari 10%. Semakin tinggi tingkat kemurnian pektin, maka kadar abu dalam pektin akan

semakin rendah. Jika kadar abu dalam tepung pektin tinggi maka prosentase kandungan pektin yang terdapat didalamnya semakin rendah sehingga tingkat kemurnian tepung pektin tersebut juga rendah (Budiyanto & Yulianingsih, 2008). Kadar abu dalam pektin akan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam yang digunakan, suhu dan waktu ekstraksi. Hal demikian disebabkan oleh kemampuan asam untuk melarutkan mineral alami dari dalam bahan yang diekstrak. Mineral yang terlarut akan turut mengendap bercampur dengan pektin pada saat proses pengendapan (Kesuma *et al.*, 2018).

Berat ekuivalen dapat dihitung melalui rumus berikut:

$$\text{Berat ekuivalen (\%)} = \frac{\text{bobot pektin (mg)}}{\text{mL NaOH} \times N \text{ NaOH}}$$

Berat ekuivalen merupakan kandungan gugus asam galakturonat bebas yang tidak teresterifikasi dalam rantai molekul pektin. Harga berat ekuivalen ditentukan berdasarkan reaksi penyabunan gugus karboksil oleh NaOH. Berat ekuivalen akan berbanding terbalik dengan volume NaOH yang digunakan untuk bereaksi dengan gugus karboksil (Prasetyowati *et al.*, 2009). Berat ekuivalen yang diperoleh pada penelitian ini yaitu 4.408 mEq. Hal ini tidak sesuai dengan standar mutu pektin (IPPA) yaitu berkisar antara 600-800 mEq. Berdasarkan penelitian Meilina

& Sailah (2003), jika waktu ekstraksi semakin meningkat maka berat ekuivalen akan semakin menurun. Hal tersebut dikarenakan pektin akan mengalami depolimerisasi menjadi asam pektat sehingga gugus asam galakturonat yang tidak teresterifikasi menjadi lebih banyak jumlahnya. Semakin kecil berat ekuivalen, maka akan semakin besar kadar metoksil pektin.

Kadar metoksil didapatkan dengan rumus berikut:

$$\text{Kadar metoksil (\%)} = \frac{\text{mL NaOH} \times 31 \times N \text{ NaOH} \times 100}{\text{bobot sampel (mg)}}$$

Kadar metoksil menyatakan banyaknya gugus metil teresterifikasi pada ekstraksi kulit pisang raja nangka. Kadar metoksil berpengaruh pada kemampuan pembentukan gel yang baik. Semakin besar kandungan metoksil, maka kemampuan pembentukan gel akan semakin besar (Prasetyowati *et al.*, 2009). Pektin dapat disebut bermetoksil tinggi yaitu memiliki nilai kadar metoksil sama dengan atau lebih dari 7%, sedangkan bila kadar metoksil kurang dari 7% dapat dikatakan pektin tersebut bermetoksil rendah. Hasil dari penelitian ini menghasilkan kadar metoksil sebesar 3,38%. Hal ini berarti pektin mempunyai kadar metoksil yang rendah karena memiliki nilai kadar metoksil kurang dari 7% dan sesuai dengan standar mutu pektin berdasarkan IPPA. Berdasarkan

penelitian yang telah dilakukan oleh Hanum *et al.* (2012) bahwa kadar metoksil meningkat seiring dengan kenaikan suhu dan waktu ekstraksi. Hal ini disebabkan karena gugus karboksil bebas yang teresterifikasi semakin meningkat.

Kadar galakturonat dihitung dari miliekivalen NaOH dan kandungan metoksil melalui rumus berikut:

$$(\%)galakturonat = \frac{(mEq\ NaOH\ asam\ bebas + mEq\ NaOH\ metoksil) \times 176 \times 100}{\text{bobot sampel (mg)}}$$

Kadar galakturonat serta muatan pektin berperan penting dalam penentuan sifat fungsional larutan pektin dan mempengaruhi struktur dan tekstur dari gel pektin yang terbentuk. Semakin tinggi kadar galakturonatnya maka mutu pektin juga semakin tinggi (Constenla & Lozano, 2003). Kadar galakturonat yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu 92,808%, hal ini sesuai dengan standar mutu pektin berdasarkan IPPA yaitu minimal 65%. Dengan demikian hasil penelitian ini memenuhi persyaratan mutu pektin yang telah ditetapkan (Rahmawati *et al.*, 2018).

Derajat esterifikasi dari pektin dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Derajat esterifikasi merupakan presentasi jumlah residu asam *D*-

galaturonat yang gugus karboksilnya teresterifikasi dengan etanol (Budiyanto & Yulianingsih, 2008). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui derajat esterifikasi dari pektin yang dihasilkan yaitu 20,677% dan hal ini sesuai dengan IPPA. Tingginya suhu dan lamanya waktu ekstraksi dapat menyebabkan degradasi gugus metil ester pada pektin menjadi asam karboksilat oleh adanya asam. Asam dalam ekstraksi pektin akan menghidrolisis ikatan hidrogen (Fitria, 2013). Ikatan gugus metil ester dari pektin cenderung terhidrolisis menghasilkan asam galakturonat. Apabila ekstraksi dilakukan terlalu lama maka pektin akan berubah menjadi asam pektat, yang asam galakturonatnya bebas dari gugus metil ester. Jumlah gugus metil ester menunjukkan jumlah gugus karboksil tidak teresterifikasi (Budiyanto & Yulianingsih, 2008).

KESIMPULAN

Pektin dari kulit pisang raja nangka menghasilkan tekstur yang sedikit kasar, berwarna coklat kehitaman dan tidak berasa. Hasil dari karakterisasi FTIR pada pektin kulit pisang raja nangka diketahui bahwa pektin mengandung gugus OH, CH₃, C=O, C-H, R-O-R. Rendemen pisang raja nangka yang dihasilkan adalah 1,35% dengan kadar air 0,0615%,

kadar abu 1,994%, berat ekivalen 4.408 mEq, kadar metoksil 3,38% (metoksil rendah), asam galakturonat 92,808% dan derajat esterifikasi 20,677%. Pektin dari limbah kulit pisang raja nangka termasuk dalam pektin bermetoksil rendah. Hal ini lebih menguntungkan karena pektin bermetoksil rendah dapat langsung

diproduksi tanpa melalui proses demetilasi. Pektin bermetoksil rendah digunakan dalam pembuatan saus salad, puding, gel buah-buahan di dalam es krim, selai dan jeli berkalori rendah untuk orang-orang yang menghindari kandungan gula yang tinggi.

DAFTAR RUJUKAN

- Akhmalludin, K. A. (2009). *Pembuatan Pektin dari Kulit Coklat dengan Cara Ekstraksi*. Universitas Diponegoro Semarang.
- Aziz, T., Johan, M. E. G., & Sri, D. (2018). Pengaruh Jenis Pelarut, Temperatur dan Waktu Terhadap Karakterisasi Pektin Hasil Ekstraksi dari Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Teknik Kimia*, 24(1), 17–27.
- Budiyanto, A., & Yulianingsih. (2008). Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Terhadap Karakter Pektin dari Ampas Jeruk Siam (*Citrus nobilis* L). *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 5(2), 37–44.
- Constenla, D., & Lozano, J. E. (2003). Kinetic Model of Pectin Demethylation. *Latin American Applied Research*, 33(2), 91–95.
- Demi, R. P., Rahim, E. A., Ruslan, R., & Ys, H. (2019). Ekstraksi Pektin Pada Kulit Buah Kluwih (*Artocarpus camansi* Blanco) Pada Berbagai Suhu dan Konsentrasi Asam Sitrat. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 5(1), 100–108.
- Dewanti, R. (2008). *Kewirausahaan*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Febriyanti, Y., Razak, A. R., & Sumarni, N. K. (2018). Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit Buah Kluwih (*Artocarpus camansi* Blanco). *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 4(1), 60–73. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2018.v4.i1.10185>
- Fitria, V. (2013). *Karakterisasi Pektin Hasil Ekstraksi dari Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* ABB)*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Hanum, F., Kaban, I. M. D., & Tarigan, M. A. (2012). Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Pisang Raja (*Musa sapientum*). *Jurnal Teknik Kimia*, 1(2), 21–26.

- Hariyati, M. N. (2006). Ekstraksi Dan Karakterisasi Pektin Dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* var *microcarpa*). *Skripsi*.
- Kesuma, N. K. Y., Widarta, I. W. R., & Permana, I. D. G. M. (2018). 'Pengaruh Jenis Asam dan pH Pelarut Terhadap Karakteristik Pektin dari Kulit Lemon (*Citrus limon*). 7(4), 192–203.
- Krisnayanti dan syamsudin, S. (2013). Pengaruh Suhu Ekstraksi Kulit Buah Papaya Dengan Pelarut HCl 0,1N Pada Pembuatan Pektin. *Jurnal Konversi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 2(1), 47–56.
<https://doi.org/10.24853/konversi.2.1>
- Madjaga, B. H., Nurhaeni, N., & Ruslan, R. (2017). Optimalisasi Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Sukun (*Artocarpus altilis*). *Kovalen*, 3(2), 158.
<https://doi.org/10.22487/j24775398.2017.v3.i2.8722>
- Meilina, H., & Sailah, I. (2003). Produksi Pektin dari Kulit Jeruk Lemon (*Citrus Medica*). *Prosiding Simposium Nasional Polimer V*, 5, 117–126.
- Mohapatra, D., Mishra, S., & Sutar, N. (2010). Banana and its By-Product Utilisation: An Overview. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 69(5), 323–329.
- Muhiedin, F. (2008). *Efisiensi Proses Ekstraksi Oleorisisn Lada Hitam dengan Metode Ekstraksi Multi Tahap*. Universitas Brawijaya Malang.
- Nurdjanah, N., & Usmiati, S. (2006). Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit Labu Kuning. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 3(1), 13–23.
- Perina, I., Satiruiani, Soetaredjo, F. E., & Hindarso, H. (2007). Ekstraksi Pektin dari Berbagai Macam Kulit Jeruk. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*, 6(1), 1–10.
- Prasetyowati, Sari, K. P., & Pesantri, H. (2009). Ekstraksi Pektin Dari Kulit Mangga. *Jurnal Teknik Kimia*, 16(4), 42–49.
- Rahmawati, E., Putri, M. P., & Manggara, A. B. (2018). Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin Daun Karet Kebo (*Ficus elastica* Roxb). *Prosiding Seminar Nasional Sains, Teknologi Dan Analisis*, (1), 111–114. Kediri: IIK Press.
- Susilo, Handayani, H., Darmayani, S., Shofi, M., & Puji Raharjeng, A. R. (2018). RAPD Analysis of the Genetic Diversity among Accessions of Micropropagation Bananas from

Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1114(1), 1–7.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1114/1/012137>

Tuhuloula, A., Budiyarti, L., & Fitriana, E. N. (2013). Karakterisasi Pektin

dengan Memanfaatkan Limbah Kulit Pisang Menggunakan Metode Ekstraksi. *Jurnal Konversi*, 2(1), 21–27.

<https://doi.org/10.20527/k.v2i1.123>