

SIFAT FISIKOKIMIA PEKTIN KULIT BUAH PISANG KEPOK PADA BERBAGAI KONSENTRASI ASAM KLORIDA

Chemical Physical Characteristic Of Kepok Banana Peel Pectin At Various Hydrochloride Acid Concentration

Fanda Cahyati Tri Utami¹⁾, Gatot Siswo Hutomo²⁾, Rostiati²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu
Email : fandacahyati@gmail.com

²⁾ Staf Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu
Jl. Soekarno Hatta Km. 9 Telp : (0451) 422611 – 429738 Fax : (0451) 429738
Email : gatotsiswoh@yahoo.com, Email : rostiatiarahmatu@yahoo.com

ABSTRACT

Pectin is a fiber component found in the middle lamella layer and primary cell wall in plants. Pectin levels in each plant are different. In banana peels the pectin content is around 10-21%. Removal of pectin from plant cells can be carried out by the extraction process. Pectin extraction can be done by heating the material with an acid solution. The research aims to get the best levels of pectin from kepok banana peel extracted using various concentrations of hydrochloric acid solution. The research method uses a completely randomized design (CRD) one factor with five levels of treatment, namely differences in concentrations of hydrochloric acid (1 N; 1.5 N; 2 N; 2.5 N and 3 N) which are repeated three times so that there are 15 experimental units. The results showed that the best levels of pectin were produced from kepok banana peel extracted using 2,5 N HCl solution with 18,16% of yield; 5,75% of methoxyl content; 147,24% of galacturonic content; 22,19% the degree of esterification; and 38,27% the clarity of pectin.

Keywords : Kepok banana peel, Pectin, Extraction.

ABSTRAK

Pektin adalah suatu komponen serat yang terdapat pada lapisan lamella tengah dan dinding sel primer pada tanaman. Kadar pektin pada setiap tanaman berbeda-beda. Pada kulit pisang kadar pektin sekitar 10-21%. Pengeluaran pektin dari sel tanaman dapat dilakukan dengan proses ekstraksi. Ekstraksi pektin dapat dilakukan dengan cara memanaskan bahan dengan larutan asam. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan sifat fisikokimia pektin terbaik dari kulit buah pisang kepok yang diekstraksi menggunakan berbagai konsentrasi larutan asam klorida. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan lima taraf perlakuan yaitu perbedaan konsentrasi asam klorida (1 N; 1,5 N; 2 N; 2,5 N dan 3 N) yang diulang sebanyak tiga kali sehingga terdapat 15 unit percobaan. Hasil penelitian diketahui bahwa kadar pektin terbaik dihasilkan dari kulit buah pisang kepok yang diekstraksi menggunakan larutan HCl 2,5 N dengan rata-rata rendemen sebesar 18,16%; kadar metoksil 5,75%; kadar asam galakturonat 147,24%; derajat esterifikasi 22,19%; dan kejernihan pektin 38,27%.

Kata kunci : Kulit pisang kepok, Pektin, Ekstraksi

PENDAHULUAN

Pisang merupakan salah satu tanaman yang komuditasnya banyak dibudidayakan karena termaksud buah-buahan asli Indonesia sehingga banyak disukai oleh masyarakat dari berbagai kalangan. Selain karena mudah didapat dan harganya terjangkau, buah pisang juga mengandung gizi tinggi dan sebagai sumber vitamin, mineral serta karbohidrat. Bahkan oleh beberapa ahli kesehatan menyarankan untuk mengkonsumsi buah ini sebagai makanan diet pengganti karbohidrat, yang biasa dipenuhi oleh nasi. Kandungan nutrisi lainnya seperti serat dan vitamin dalam buah pisang seperti A, B, dan C, dapat membantu memperlancar sistem metabolisme tubuh, meningkatkan daya tahan tubuh dari radikal bebas. Serta menjaga kondisi tetap kenyang dalam waktu yang lama (Trisnawati, 2018).

Produksi buah pisang dari tahun ke tahun terus berkembang. Pada tahun 2013 produksi pisang di Indonesia sebesar 6.279.290 ton lalu terjadi peningkatan sebesar 14,06% pada tahun 2017 menjadi 7.162.680 ton (BPS, 2018). Dengan begitu, dapat diketahui pula bahwa limbah kulit pisang semakin banyak yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Pada umumnya kulit pisang belum dimanfaatkan, hanya dibuang sebagai limbah organik atau digunakan sebagai makanan ternak. Oleh karena itu jumlah kulit pisang yang cukup banyak akan memiliki nilai jual yang tinggi apabila diolah menjadi sesuatu yang bermanfaat bagi manusia dan juga lingkungan (Fakhrizal *et al*, 2015).

Menurut hasil penelitian dari Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, tanaman pisang ini mengandung berbagai macam senyawa seperti air, gula pereduksi, sukrosa, pati, protein kasar, pektin, protopektin, lemak kasar, serat kasar dan abu, sedangkan di dalam kulit pisang mengandung senyawa pektin yang cukup besar (Satria dan Adha, 2008).

Di dalam kulit pisang terdapat pektin yang jumlah kandungannya

bervariasi tergantung jenis atau varietas pisanginya, yaitu sekitar 1,92 - 3,25 % dari berat kering. Pektin di dalam dinding sel tanaman berfungsi sebagai perekat dinding sel satu dengan yang lain. Pektin digunakan dalam pembentukan gel dan bahan penstabil pada sari buah, bahan pembuatan jelly, jam dan marmalade (Nurhayati *et al*, 2016).

Asam D-galakturonat merupakan molekul utama penyusun polimer pektin, dan biasanya gula netral juga terdapat dalam pektin. Pektin termasuk dalam kelompok kompleks heteropolisakarida yang beragam. Seperti polisakarida tanaman yang lain, pektin memiliki komposisi dan ukuran molekul yang beragam sehingga struktur kimia dan bobot molekulnya beragam. Komposisi tersebut tergantung pada jenis bahan yang diekstrak, kondisi ekstraksi, lokasi asal bahan, dan faktor lingkungan yang lain. Pektin diperoleh dari jaringan tanaman dengan cara ekstraksi menggunakan pelarut. Jumlah pektin yang dihasilkan tergantung pada jenis dan bagian tanaman yang diekstrak. Sebelum diekstrak, dilakukan persiapan bahan sehingga mempermudah terjadinya kontak bahan dengan larutan yang akan mempermudah proses ekstraksi (Suwoto *et al*, 2017).

Asam klorida merupakan salah satu larutan yang dapat dalam proses ekstraksi. Ekstraksi dengan menggunakan asam klorida menghasilkan rendemen yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan ekstraksi menggunakan asam sitrat. Semakin meningkatnya waktu ekstraksi maka akan meningkatkan rendemen pektin yang dihasilkan (Budiyanto dan Yulianingsih, 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan sifat fisikokimia pektin terbaik dari kulit buah pisang kepok yang diekstraksi menggunakan berbagai konsentrasi larutan asam klorida.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Agroindustri, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Palu,

Sulawesi Tengah pada bulan Agustus hingga Oktober 2019.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kulit pisang kepok, HCl, etanol 99%, aquades, sampel pektin, indikator phenolptalein (PP), NaOH, plastik kemas, aluminium foil, tisu, kertas label, dan kertas saring.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pisau, timbangan digital, nampan plastik, blender, hot plate, wajan, saringan, corong, sendok plastik, cawan petri, batang pengaduk, gelas kimia 250-1000 ml, gelas ukur 250 ml, labu ukur 1000 ml, pipet tetes, pipet ukur, neraca analitik, termometer, lemari pendingin, stopwatch, spektrofotometer UV-2100PC, alat titrasi, erlenmeyer 250 ml, kamera, dan alat tulis menulis.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor yang terdiri atas 5 taraf perlakuan konsentrasi HCl yaitu 1 N; 1,5 N; 2 N; 2,5 N dan 3 N yang diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 15 unit percobaan. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan ANOVA. Apabila analisis keragaman menunjukkan pengaruh nyata atau sangat nyata maka diuji lanjut dengan menggunakan beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5% atau 1%.

Prosedur Penelitian

Ekstraksi pektin. Proses ekstraksi dilakukan berdasarkan modifikasi metode penelitian Ahmad (2017). Langkah pertama yang dilakukan yaitu mencuci kulit pisang hingga bersih lalu dirajang dengan ukuran \pm 0,5 - 1,5 cm. Sebanyak 100 g kulit pisang kepok diblender dengan larutan HCl (1 N, 1,5 N, 2 N, 2,5 N, dan 3 N) sebanyak 400 ml. Kemudian dipanaskan dalam wajan menggunakan hot plate selama 30 menit untuk mendapatkan filtrat. Filtrat yang didapatkan ditambahkan etanol 99% lalu didiamkan. Selanjutnya dilakukan proses pemisahan pektin dengan larutan. Pektin yang didapatkan ditimbang sebagai berat rendemen dan dimasukkan ke dalam plastik kemas lalu disimpan di dalam lemari pendingin untuk dilakukan analisis.

Variabel Pengamatan

Rendemen pektin (Abdillah, 2006). Banyaknya rendemen pektin hasil ekstraksi dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat pektin basah}}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Kadar metoksil (Akhmalludin, 2009). Kadar metoksil berpengaruh terhadap kemampuan pembentukan gel yang baik. Semakin besar kandungan metoksil maka kemampuan pembentukan gel akan semakin besar. Penentuan kadar metoksil dilakukan dengan cara menimbang 0,25 g pektin dimasukkan dalam erlenmeyer 250 ml dan dilembabkan dengan 1 ml etanol 99%. Kemudian ditambahkan dengan akuades sebanyak 50 ml dan ditambahkan 6 tetes indikator PP (phenolphthalein). Campuran tersebut kemudian diaduk dengan cepat untuk memastikan bahwa semua substansi pektin telah terlarut dan tidak ada gumpalan yang menempel pada sisi erlenmeyer. Selanjutnya dititrasi dengan NaOH 0,1 N sampai warna campuran berubah menjadi putih kecoklatan sampai kemerah muda dan tetap bertahan selama 30 detik. Volume NaOH yang dibutuhkan dicatat. Setelah itu ditambahkan 6 tetes larutan HCl 0,1 N dan dikocok, kemudian larutan didiamkan selama 15 menit. Larutan hasil pendiaman kemudian dikocok sampai warna merah muda hilang dan ditambahkan 6 tetes indikator PP serta dititrasi dengan NaOH sampai timbul warna merah muda.

$$\text{Kadar metoksi} = \frac{\text{ml NaOH} \times 31 \times \text{N NaOH}}{\text{Bobot contoh (mg)}} \times 100\%$$

Keterangan :

Nilai 31 adalah berat molekul (BM) dari metoksil.

Kadar asam galakturonat (Cready, 1970). Pengaruh kadar asam galakturonat dihitung dari mili ekivalen (mek) NaOH yang diperoleh dari penentuan bilangan ekivalen dan kadar metoksil.

$$\text{Kadar asam galakturonat} = \frac{\text{mek (Berat ekivalen + Metoksil)} \times 176}{\text{Bobot contoh (mg)}} \times 100\%$$

Keterangan :

Nilai 176 diperoleh dari berat molekul galakturonat

Derajat esterifikasi (Schultz, 1965). Derajat esterifikasi menentukan sifat-sifat pektin terutama kelarutan dan pembentukan gel. Derajat esterifikasi dihitung dari kadar metoksil dan kadar galakturonat yang diperoleh.

Derajat esterifikasi

$$= \frac{\text{Kadar metoksil} \times 176}{\text{Kadar galakturonat} \times 31} \times 100\%$$

Kejernihan pektin (Slamet et al, 1984). Metode yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kejernihan pektin yaitu menggunakan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 570 nm. Langkah pertama siapkan larutan sampel dengan beberapa konsentrasi dan alat spektrofotometer, hubungkan dengan stop kontak dan nyalakan, tunggu sampai muncul istilah “*intialization*” dan semua fungsi alat sudah dicek secara otomatis, tunggu sampai muncul tampilan pilihan menu, pilih no.1 (*photometric*). Tentukan panjang gelombang yang akan digunakan dan absorbansi atau transmitansi. Melarutkan sampel pektin dalam 10 ml aquades. Diaduk hingga homogen kemudian disaring. Menyiapkan tabung kuvet yang bersih, isi dengan aquades atau larutan sampel sampai tanda terah pada bagian atas kuvet. Masukkan kuvet yang berisi larutan sampel ke dalam ruang kuvet secara benar dan tutuplah ruang kuvet tersebut. Tunggu sampai muncul besarnya absorbansi atau transmitansi dari larutan sampel dan catat. Bersihkan kuvet yang sudah digunakan untuk menera larutan sampel dengan aquades dan keringkan dengan kertas tisu sampai bebas air dan lemak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

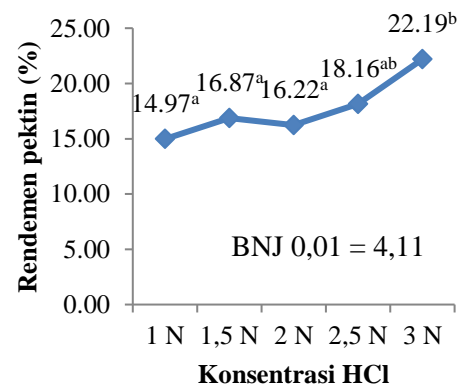
Rendemen pektin. Hasil analisis keragaman (uji F) perlakuan konsenrasi

HCl berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen pektin.

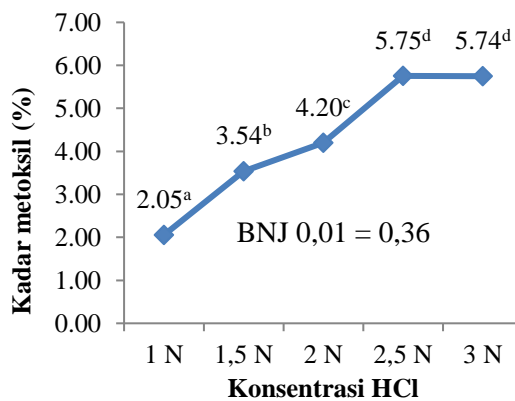
Gambar 1 menunjukkan bahwa rendemen pektin pada konsentrai HCl 1 N adalah 14,97% kemudian pada konsentrasi HCl 1,5 N mengalami kenaikan menjadi 16,87%, tetapi pada konsentrasi HCl 2 N mengalami penurunan menjadi 16,22%. Lalu pada konsentrasi HCl 2,5 N dan 3 N mengalami kenaikan menjadi 18,16% dan 22,19%.

Menurut Gatot *et al* (2016), rendemen hasil isolasi pektin sangat dipengaruhi oleh waktu ekstraksi dan konsentrasi HCl yang digunakan. Semakin tinggi konsentrasi HCl yang digunakan dalam ekstraksi pektin akan meningkatkan rendemen pektin yang diperoleh. Untuk memperoleh rendemen pektin yang tinggi dengan konsentrasi HCl yang rendah akan diperlukan waktu yang lama. Sebaliknya, untuk konsentrasi HCl yang tinggi diperlukan waktu yang singkat. Konsentrasi HCl yang semakin tingi dengan waktu yang semakin lama justru akan menurunkan rendemen pektin yang diperoleh.

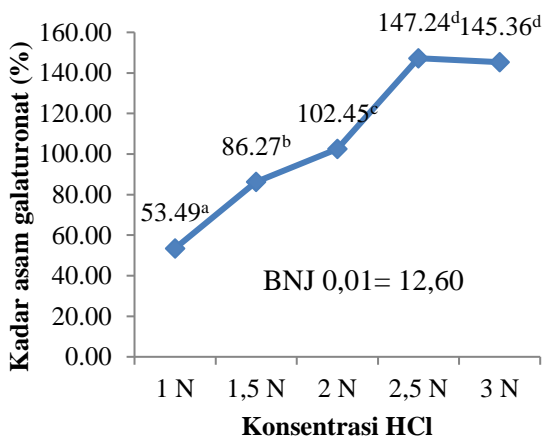
Menurut Erwinda dan Santoso (2014) larutan asam berfungsi sebagai penghidrolisa senyawa propektin menjadi pektin. Hidrolisa menggunakan asam dan panas menyebabkan ikatan antara propektin dan selulosa terlepas, sehingga menghasilkan senyawa pektin yang larut, selulosa dan beberapa mineral.



Gambar 1. Rendemen Pektin pada Berbagai Konsentrasi HCl



Gambar 2. Kadar Metoksil Pektin pada Berbagai Konsentrasi HCl .



Gambar 3. Kadar Asam Galakturonat Pektin pada Berbagai Konsentrasi HCl

Kadar metoksil. Hasil analisis keragaman (uji F) perlakuan konsenrasi HCl berpengaruh sangat nyata terhadap kadar metoksil.

Gambar 2 menunjukkan kadar metoksil pada konsentrasi HCl 1 N adalah 2,05% kemudian mengalami peningkatan berturut-turut pada konsentrasi 1,5 N, 2 N, dan 2,5 N menjadi 3,54%, 4,20% dan 5,75%. Tetapi pada konsentrasi HCl 3 N kadar metoksil turun menjadi 5,74%.

Kadar metoksil didefinisikan sebagai jumlah mol etanol yang terdapat di dalam 100 ml asam galakturonat (Fakhrizal *et al*, 2015). Kadar metoksil yang didapatkan tergolong kadar metoksil rendah karena nilainya kurang dari 7%. Hal ini berdasarkan *Food Chemical Codex* yang

menyatakan pektin bermetoksil tinggi jika memiliki nilai kadar metoksil sama dengan 7% atau lebih. Jika kadar metoksil kurang dari 7% maka pektin tersebut bermetoksil rendah.

Pektin yang bermetoksil tinggi dapat membentuk gel dengan gula dan asam. Pektin yang bermetoksil rendah dapat membentuk gel, namun memerlukan ion-ion polivalen. Kadar metoksil yang rendah dapat disebabkan oleh tingkat kematangan kulit (Sucitra *et al*, 2018). Pektin yang bermetoksil rendah lebih menguntungkan karena dapat langsung diproduksi tanpa melalui proses demetilasi (Fakhrizal *et al*, 2015).

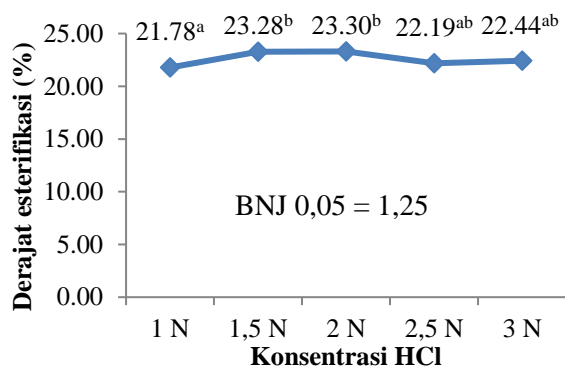
Kadar asam galakturonat. Hasil analisis keragaman (uji F) perlakuan konsenrasi HCl berpengaruh sangat nyata terhadap kadar asam galakturonat.

Gambar 3 menunjukkan bahwa kadar asam galakturonat pada konsentrai HCl 1 N adalah 53,49% lalu mengalami peningkatan pada konsentrasi HCl 1,5 N, 2 N, dan 2,5 N menjadi 86,27%, 102,45%, dan 147,24%. Kemudian kadar asam galakturonat mengalami penurunan pada konsentrasi HCl 3 N menjadi 145,36%.

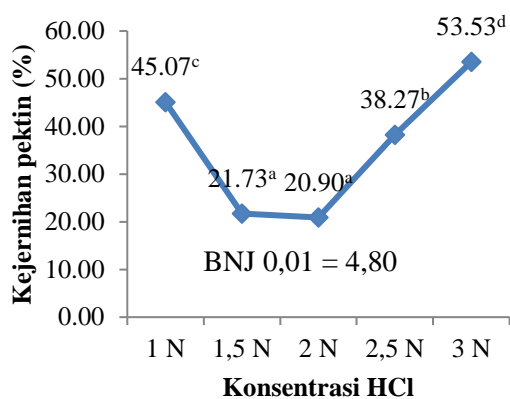
Menurut Badjeber (2017) menurunnya kadar asam galakturonat disebabkan karena adanya senyawa nourat yang ikut terekstrak ke dalam pektin, serta adanya proses dekarboksilasi (proses kimia yang menyebabkan sebuah gugus karboksil terlepas dari senyawa) pada senyawa pektin sehingga senyawa galakturonat mengalami penguraian yang menyebabkan jumlahnya berkurang.

Kadar asam galakturonat menentukan mutu pektin, syarat oleh IPPA (*International Pectin Producers Association*) yaitu minimal 35%. Berdasarkan hasil yang didapatkan, kadar asam galakturonat pektin kulit buah pisang kepek berkisar 53-145%, sehingga pektin yang didapatkan telah memenuhi nilai standar yang ditentukan.

Derajat esterifikasi. Hasil analisis keragaman (uji F) perlakuan konsenrasi HCl berpengaruh nyata terhadap derajat esterfikasi pektin.



Gambar 4. Derajat Esterifikasi Pektin pada Berbagai Konsentrasi HCl.



Gambar 5. Kejernihan Pektin pada Berbagai Konsentrasi HCl

Gambar 4 menunjukkan bahwa derajat esterifikasi pada konsentrasi HCl 1 N adalah 21,78% kemudian pada konsentrasi HCl 1,5 N dan 2 N mengalami kenaikan menjadi 23,28% dan 23,30%, tetapi pada konsentrasi HCl 2,5 N mengalami penurunan menjadi 22,19%. Lalu pada konsentrasi HCl 3 N kembali meningkat menjadi 22,44%.

Nilai derajat esterifikasi pektin diperoleh dari nilai kadar metoksil dan kadar asam galakturonat. Derajat esterifikasi menurun seiring dengan meningkatnya suhu dan waktu ekstraksi. Asam dalam ekstraksi pektin akan menghidrolisis ikatan hidrogen. Ikatan gugus metil ester dari pektin cenderung terhidrolisis menghasilkan asam galakturonat. Apabila ekstraksi terlalu lama maka pektin yang dimana asam galakturonatnya bebas dari gugus metil

ester. Jumlah gugus metil ester menunjukkan jumlah gugus karboksil tidak teresterifikasi (Budiyanto dan Yulianingsih, 2008).

Kejernihan pektin. Hasil analisis keragaman (uji F) perlakuan konsentrasi HCl berpengaruh sangat nyata terhadap kejernihan pektin.

Gambar 5 menunjukkan bahwa kejernihan pektin pada konsentrasi HCl 1 N adalah 47,30% kemudian pada konsentrasi HCl 1,5 N dan 2 N mengalami penurunan menjadi 21,73% dan 20,90%. Lalu pada konsentrasi HCl 2,5 N dan 3 N kembali meningkat menjadi 38,27% dan 53,53%.

Berdasarkan penelitian Ahmad (2017) kejernihan pektin *pod husk* kakao terbaik berdasarkan hasil ekstraksi menggunakan asam klorida sebesar 71,22%. Larutan HCl yang digunakan dalam proses ekstraksi tidak mempengaruhi warna pektin *pod husk* kakao karena bersifat asam. Etanol merupakan bahan cair berwarna bening yang dapat memberikan kejernihan pektin sehingga jika ditambahkan tidak akan memberikan perubahan warna terhadap kemasan pektin yang dihasilkan.

Menurut Fitriani (2003), kejernihan pektin sangat dipengaruhi oleh pencucian etanol, jika pencucian etanol tidak menghilangkan asam maka kejernihan pektin akan rendah. Pektin basah yang diperoleh ternyata masih mengandung bahan-bahan selain pektin. Bahan-bahan tersebut kemungkinan besar terikut selama proses ekstraksi dan penggumpalan dikarenakan penggunaan pelarut asam masih tertinggal pada endapan pektin setelah pencucian dengan menggunakan etanol.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kadar pektin terbaik dihasilkan dari kulit buah pisang kepok yang diekstraksi menggunakan larutan HCl 2,5 N dengan rata-rata rendemen sebesar 18,16%; kadar metoksil 5,75%; kadar asam galakturonat

147,24%; derajat esterifikasi 22,19%; dan kejernihan pektin 38,27%.

Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai variasi bahan baku yang tingkat kematangannya seragam, pelarut, suhu dan waktu ekstraksi pektin, serta pengolahan pektin sebagai bahan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, A. 2006. Aktivitas Antiproliferasi Ekstrak Air Daun Sisik Naga (*Pyrrrosia nummularifolia* (Sw.) Ching) terhadap Sel Lestari Tumor HeLa secara In Vitro. [Skripsi]. Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor.
- Ahmad. 2017. Ekstraksi Pektin *Pod Husk* Kako Secara Basah Menggunakan Asam Klorida dengan Berbagai Variasi Suhu. [Skripsi]. Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako.
- Akhmalludin, K. A. 2009. Pembuatan Pektin dari Kulit Cokelat dengan Cara Ekstraksi. [Skripsi]. Universitas Diponegoro.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2018. Grafik Produksi Tanaman Buah-buahan Pisang (ton) Tahun 2017, 35 Provinsi.
- Badjeber, Z. M. 2017. Ekstraksi Pektin *Pod Husk* Kakao Secara Kering Menggunakan Natrium Hidroksida dengan Berbagai Variasi Suhu. [Skripsi]. Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako.
- Budiyanto dan Yulianingsih. 2008. Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi terhadap Karakter Pektin dari Ampas Jeruk Siam (*Citrus nobilis* L). Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian 5(2).
- Cready, MC. R. M. 1970. Extraction of The Pectin from The Citrus Peels and Preservation of Pectin Acid. Method Carbohydrate Chem, 8:167-170.
- Erwinda, R., dan H. H. Santoso. 2014. Pengaruh Konsentrasi HCl sebagai Pelarut pada Pektin dari Labu Siam. Jurnal Konversi 3(2):55-62
- Fakhrizal., R. Fauzi, dan Y. Ristianingsih. 2015. Pengaruh Konsentrasi Pelarut HCl pada Ekstraksi Pektin dari Kulit Pisang Ambon. Jurnal Konversi 4(2):7-11
- Fitriani, V. 2003. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit Jeruk Lemon (*Citrus medica var Lemon*). [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Gatot, S. H., A. Rahim., dan S. Kadir. 2016. Pectin Isolations from Dry Pod Husk Cocoa with Hydrochloride Acid. Department of Food Science, Faculty of Agricultural, Tadulako University, Palu.
- Nurhayati, N., M. Maryanto, dan R. Tafrikhah. 2016. Ekstraksi Pektin dari Kulit dan Tandan Pisang dengan Variasi Suhu dan Metode. Jurnal Agritech 36(3): 327-334
- Satria, B dan Ahda, Y. 2008. Pengolahan Limbah Kulit Pisang Menjadi Pektin dengan Metode Ekstraksi. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Schultz, T. H. 1965. Determination of the Degree of Esterification of Pectin In Methods in Carbohydrate Chemistry. 189-194. Academic Press, New York.
- Slamet, S., B. Haryono, dan Suhardi. 1984. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty, Yogyakarta.
- Sucitra., A. Sukainah., dan A. Mustarin. 2018. Pengaplikasian Ekstrak Pektin Kulit Pisang Raja (*Musa sapientum* L) dan Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L) pada Selai Tomat (*Solanum lycopersicum*). Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian. Vol.4:50-63
- Suwoto., A. Septiana., dan G. Puspa. 2017. Ekstraksi Pektin Pada Kulit Buah Naga Super Merah (*Hylocereus costaricensis*) dengan Variasi Suhu Ekstraksi dan Jenis Pelarut. Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM 1(2)
- Trisnawati, Eka. 2018. Pengaruh Aplikasi *Trichoderma* sp Terhadap Layu Bakteri *Ralstonia solanacearum* pada Tanaman Pisang. [Skripsi]. Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako.