



CURRENT BIOCHEMISTRY

ISSN: 2355-7877

e-ISSN: 2355-7931

Journal homepage: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/cbj>

Journal E-mail: current.biochemistry@gmail.com

CB Current
Biochemistry

Karakterisasi Dan Uji Bioaktivitas Pektin Dari Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana*) Hasil Ekstraksi Dengan Berbagai Pelarut Asam

(Characterization and Bioactivity Test of Pectin from *Musa balbisiana* Peel Extracted using Various Acid Solvents)

Husnawati Husnawati^{1*}, Ika Yuni Astutik¹, Laksmi Ambarsari¹

¹ Department of Biochemistry, IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

Received: 18 March 2019 ; Accepted: 27 May 2019

Corresponding author : dr. Husnawati, Departemen Biokimia IPB; e-mail: dr.husnawati1983@gmail.com

ABSTRACT

Banana (*Musaceae*) is one of the most produced fruits in Indonesia, with 7,162,685 tons in 2017. Banana peel waste produced can reach 40% of the total production of fresh bananas. Kepok banana peel is rich in nutrients and pectin. Pectin levels in banana peel ranged from 1.92% to 3.25% of dry weight. This study aims to characterize pectin from kepok banana peel (*Musa balbisiana*) extracted using nitric acid, citric acid, and HCl and screening potential of pectin bioactivity based on LC_{50} values. The highest pectin yield was obtained from extraction using pH 4 citrate buffer which was $3.68 \pm 1.23\%$. In general, the characteristics of the best pectin from kepok banana peel are pectin extracted with HNO_3 pH 4 with methoxyl degree of $3.74 \pm 0.34\%$, galacturonate content of $87.64 \pm 8.36\%$, and esterification degree of $24.24 \pm 0.098\%$. Based on the LC_{50} value the pectin extraction results can be classified into two, namely commercial pectin and pectin HCl pH 1.5 which is of low bioactivity ($LC_{50} > 100$ ppm), and pH 4 HNO_3 pectin and pH 4 citrate buffer pectin which has high bioactivity ($LC_{50} \leq 30$ ppm).

Keywords: Cytotoxicity, Galakturonat, Kepok banana pectin, Methoxyl

ABSTRAK

Pisang (*Musaceae*) merupakan salah satu buah dengan produksi tertinggi di Indonesia, yaitu sebesar 7,162,685 ton pada tahun 2017. Limbah kulit pisang yang dihasilkan dapat mencapai 40% dari total produksi buah pisang segar. Kulit pisang kepok masih mengandung banyak nutrisi dan pektin. Kadar pektin pada kulit pisang berkisar antara 1.92% hingga 3.25% dari berat kering. Penelitian ini bertujuan melakukan karakterisasi pektin dari kulit pisang kepok (*Musa balbisiana*) yang diekstrak menggunakan asam nitrat, asam sitrat, dan HCl serta penapisan potensi bioaktivitas pektin hasil ekstraksi. Rendemen pektin tertinggi diperoleh pada ekstraksi menggunakan buffer sitrat pH 4 yaitu $3.68 \pm 1.23\%$. Secara umum karakteristik pektin kulit pisang kepok terbaik yaitu pektin yang diekstrak dengan HNO_3 pH 4 dengan derajat metoksil $3.74 \pm 0.34\%$, kadar galakturonat $87.64 \pm 8.36\%$, dan derajat esterifikasi $24.24 \pm 0.098\%$. Berdasarkan nilai LC_{50} nya pektin hasil ekstraksi dapat digolongkan menjadi dua yaitu pektin komersil dan pektin HCl pH 1.5 yang mempunyai bioaktivitas rendah ($LC_{50} > 100$ ppm), serta pektin HNO_3 pH 4 dan pektin buffer sitrat pH 4 yang mempunyai bioaktivitas tinggi ($LC_{50} \leq 30$ ppm).

Kata kunci: Galakturonat, Metoksil, Pektin pisang kepok, Sitotoksitas

1. PENDAHULUAN

Pisang (*Musaceae*) merupakan salah satu komoditas buah yang mempunyai nilai ekspor tinggi. Produksi pisang di Indonesia pada tahun 2017 lebih dari 7 juta ton (BPS 2017). Pengolahan buah pisang dapat menghasilkan limbah kulit pisang sebesar 40%. Limbah kulit pisang dapat diolah menjadi bahan baku bioetanol dan pupuk organik (Imam 2011). Selain itu, limbah kulit pisang juga dapat diolah menjadi tepung kulit pisang (Hastuti dan Tumion 2017).

Pisang kepok (*Musa balbisiana*) merupakan salah satu pisang kultivar hibrida triploid (Imam 2011). Limbah kulit pisang kepok mengandung banyak nutrisi seperti protein, lemak, pati, dan selulosa (Wardani et al. 2018). Limbah kulit pisang kepok juga mengandung pektin. minimal 0.9% dari berat kering simplisia (Ariesti et al. 2015). Penggunaan limbah kulit pisang kepok sebagai bahan ekstraksi pektin merupakan sumber bahan baku yang melimpah.

Pektin adalah senyawa polisakarida kompleks yang tersusun atas asam pektat, asam pektinat, dan protopektin. Pektin disusun oleh unit-unit D-galakturonat yang terikat oleh ikatan α -1,4-glikosidik sehingga membentuk poligalaturonat. Gugus karboksil pada asam galakturonat saling berikatan dengan ion Ca^{2+} atau Mg^{2+} (Aji et al. 2017). Pektin komersil banyak diekstrak dari kulit jeruk (Kistiyan et al. 2016); dan kulit apel (Nurman et al. 2017), karena kandungan pektinnya yang cukup tinggi. Namun, dewasa ini limbah kulit pisang juga dapat digunakan sebagai alternatif bahan baku ekstraksi pektin, karena mempunyai kadar pektin yang relatif cukup tinggi (Nurhayati et al. 2016).

Karakteristik utama pektin yaitu kemampuan pektin yang dapat membentuk gel, membuat pektin banyak dimanfaatkan pada bidang industri pangan ataupun industri farmasi. Karakteristik dan sifat fisik pektin dipengaruhi oleh metode ekstraksi (Kacem et

al. 2008). Karakteristik pektin dari kulit pisang kepok yang diekstrak menggunakan HCl pH 1.5 dengan suhu 90°C menghasilkan nilai berat ekuivalen 4094.47 – 9534.7 mg_{ek} dengan nilai derajat metoksil 1.01- 2.70% (Fitria 2013).

Penelitian ini bertujuan melakukan karakterisasi pektin dari kulit pisang kepok (*Musa balbisiana*) yang diekstrak menggunakan asam nitrat, bufer sitrat, dan HCl, serta menentukan potensi bioaktivitas pektin berdasarkan nilai LC₅₀.

2. METODOLOGI

Sampel kulit pisang kepok (*Musa balbisiana*) dengan tingkat kematangan 2 (50% kulit pisang masih berwarna hijau) berasal dari limbah usaha pisang di daerah Bogor, Jawa Barat. Bahan-bahan uji yang digunakan yaitu akuades, HNO₃, HCl, asam sitrat, Na-sitrat, pektin komersil (P-K) sebagai kontrol, etanol 96%, NaOH, NaCl, indikator fenolftalein, indikator fenol merah. Uji sitotoksitas menggunakan telur *Artemia salina* dan air laut sebagai media hidup larva.

Penyiapan Simplisia Kulit Pisang Kepok (Syahputra 2019)

Pengeringan kulit pisang kepok menggunakan oven dengan suhu 45 °C selama 48 jam. Kulit pisang lalu dihaluskan menggunakan blender dan disaring dengan ayakan ukuran 60 mesh, sehingga dihasilkan simplisia kulit pisang kepok. Kadar Air Simplisia diukur menggunakan cara AOAC (2006).

Ekstraksi Pektin (Modifikasi Nurhayati et al. 2016)

Ekstraksi dilakukan menggunakan 3 pelarut yaitu HCl (pH 1.5), HNO₃ (pH 1.5, pH 2.5, dan pH 4), dan bufer sitrat (pH 4). Simplisia kulit pisang kepok dicampur dengan pelarut menggunakan perbandingan simplisia dan pelarut yaitu 1:20 (b/v). Campuran dipanaskan pada suhu 90 °C selama 90 menit

dengan pengadukan terus menerus pada kecepatan 800 rpm. Filtrat kemudian disentrifus dengan kecepatan 6000 rpm selama 15 menit. Supernatan yang didapat ditambah etanol 96% dengan perbandingan 1:2 (v/v) dan dibiarkan selama satu malam. Endapan yang didapat kemudian disaring dan dilarutkan kembali dengan menggunakan etanol 96% dengan perbandingan volume 1:2 (b/v). Campuran disentrifus kembali dengan kecepatan 6000 rpm selama 15 menit. Endapan yang didapat dipisahkan dari supernatan. Pektin basah dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 45 °C selama 24 jam.

Uji Kualitatif Tanin (Andriyani *et al.* 2010)

Ekstrak pektin sebesar 250 mg dimasukkan ke dalam 5 mL akuades. Campuran kemudian dipanaskan pada suhu 100 °C selama 15 menit. Campuran ditambahkan dengan 1 tetes feriklorida dan diamati perubahan warna yang terjadi.

Bobot Ekuivalen (BE)

Ekstrak pektin kulit pisang sebanyak 100 mg dibasahi dengan 1 mL etanol dan dilarutkan dalam 20 mL larutan NaCl 1000 ppm. Larutan dititrasi dengan NaOH 0.1 M, sebelum dititrasi sampel ditetesi dengan indikator fenol merah. Bobot ekuivalen ditentukan berdasarkan rumus berikut:

$$BE = \frac{\text{Bobot sampel pektin (mg)}}{\text{mL NaOH} \times N \text{ NaOH}}$$

Derajat Metoksil (DM)

Larutan netral hasil titrasi pada penentuan BE ditambah dengan 25 mL larutan NaOH 0.25 M. Larutan didiamkan selama 30 menit pada suhu ruang dalam keadaan tertutup. Larutan kemudian ditambahkan dengan 25 mL larutan HCl 0.25 M dan dititrasi dengan larutan NaOH 0.1 M, sebelum dititrasi larutan ditetesi dengan indikator fenol merah.

Nilai DM ditentukan berdasarkan rumus berikut:

$$DM (\%) = \frac{\text{mL NaOH} \times 31 \times N \text{ NaOH}}{\text{Bobot sampel pektin (mg)}} \times 100\%$$

Kadar Galakturonat (KG) dan Derajat Esterifikasi (DE)

Kadar galakturonat dihitung dari miliekivalen (μek) NaOH yang diperoleh dari penentuan BE dan DM. Derajat esterifikasi ditentukan berdasarkan BE dan KM. Rumus penentuan nilai KG dan DE sebagai berikut:

$$KG (\%) = \frac{\mu\text{ek (BE + metoksil)} \times 176}{\text{Bobot Sampel Pektin (mg)}} \times 100\%$$

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

Uji *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) (Setyowati dan Cahyanto 2016)

Telur dari larva *Artemia salina* Leach sebanyak 0.5 g ditetaskan dalam wadah berisi air laut dan diberi penerangan dengan lampu pijar 60 watt serta diaerasi selama 48 jam. Larutan uji dibuat dengan melarutkan sampel ke dalam air laut dengan konsentrasi 2500 ppm sampai dengan 7500 ppm untuk pektin komersil dan pektin HCl pH 1.5. Sampel pektin asam sitrat pH 4 dilarutkan ke dalam air laut dengan konsentrasi 250 ppm sampai 5000 ppm. Sampel pektin HNO₃ pH 4 dilarutkan ke dalam air laut dengan konsentrasi 62.5 ppm sampai 1875 ppm. Sebanyak 10 ekor larva *Artemia salina* dan sampel pektin sebanyak 0.5 mL dimasukkan ke dalam setiap sumuran pada *Well plate*. Pengulangan dilakukan sebanyak 3 kali. Pengamatan kematian larva udang dilakukan pada jam ke-24. Jumlah larva yang mati digunakan untuk menghitung % daya hambat, sedangkan LC₅₀ dihitung dari antilog nilai X yang didapatkan dengan menggunakan persamaan $y = ax + b$.

$$\% \text{Kematian} = \frac{\Sigma \text{larva mati}}{\text{larva total}} \times 100\%$$

3. HASIL

Rendemen dan Kadar Air Simplisia Kulit Pisang Kepok

Rendemen simplisia kulit pisang kepok yang diperoleh dalam penelitian ini sebesar 12.89% dengan rerata kadar air sebesar 5.4 ± 0.48 %. Nilai kadar air yang diperoleh pada penelitian ini sudah memenuhi standar yang ditetapkan oleh *International Pectin Producers Association* yaitu kurang dari 12% (IPPA 2006). Kadar air yang tinggi pada simplisia dapat menghambat proses ekstraksi pektin, karena kandungan air pada bahan dapat menghambat laju difusi larutan asam dalam mengeskrak pektin. Pengeringan kulit pisang kepok pada suhu 45°C dapat meminimalkan degradasi pektin selama proses pengeringan (Megawati dan Machsunah 2016).

Rendemen Pektin Kulit Pisang Kepok (KPK) dengan Variasi Pelarut

Perbedaan jenis pelarut bertujuan untuk mengetahui efektivitas pelarut dalam menghasilkan rendemen pektin. Mekanisme ekstraksi pektin terjadi ketika ion H^+ dari asam memecah ikatan protopektin dengan senyawa-senyawa dalam dinding sel tanaman (Kaban et al. 2012). Rendemen pektin KPK terbesar yaitu 3,68% diperoleh dengan ekstraksi menggunakan bufer sitrat pH 4, sedangkan pH optimum untuk ekstraksi pektin KPK dengan pelarut HNO_3 adalah pada pH 2.5 dengan rendemen sebesar $2.91 \pm 0.75\%$ (Gambar 1).

Karakteristik Fisik Pektin

Pektin dari kulit pisang kepok yang diekstrak pada berbagai pelarut asam menghasilkan warna yang berbeda. Warna pektin yang diekstrak pada HCl (pH 1.5), HNO_3 (pH 2.5 dan pH 4) berwarna coklat kemerahan, pektin yang diekstrak dengan larutan HNO_3 pH 1.5 berwarna coklat muda, sedangkan pektin yang diekstrak dengan bufer sitrat pH 4 berwarna coklat kekuningan. Warna pektin yang mendekati dengan warna

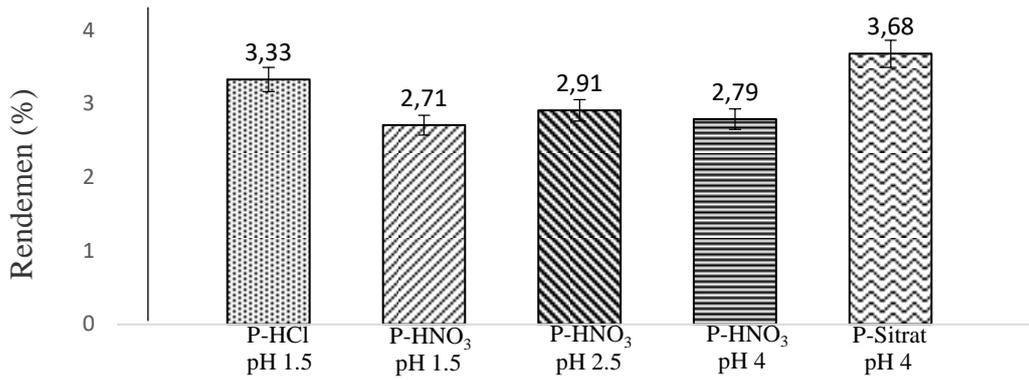
pektin komersil yaitu pektin yang diekstrak dengan menggunakan bufer sitrat pH 4. Tekstur pektin yang diekstrak pada berbagai pelarut asam mempunyai tekstur yang sama dengan pektin komersil yaitu berbentuk serbuk sedikit kasar (Tabel 1).

Bobot Ekuivalen (BE)

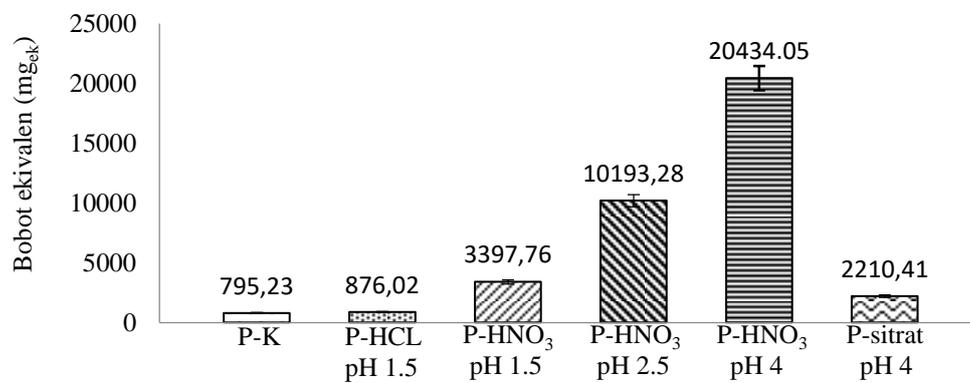
Bobot ekuivalen menunjukkan jumlah kandungan gugus asam galakturonat bebas dalam rantai molekul pektin. Prinsip reaksi pada penentuan bobot ekuivalen yaitu terjadinya reaksi penyabunan gugus karboksil oleh NaOH. Semakin besar volume NaOH yang digunakan, maka nilai bobot ekuivalen akan semakin kecil. Nilai BE pada pektin komersil (P-K) memenuhi standar dari *International Pectin Producers Association* (IPPA) yaitu $600-800 \text{ mg}_{\text{ek}}$. BE pada pektin yang diekstrak dengan menggunakan larutan asam nitrat mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan pH larutan. Nilai BE tertinggi didapat pada pektin HNO_3 pH 4 yaitu sebesar lebih dari 20 ribu mg_{ek} dan nilai BE terkecil adalah pada pektin HCl pH 1.5 yaitu $876 \text{ mg}_{\text{ek}}$ (Gambar 2).

Derajat Metoksil (DM)

Derajat metoksil menyatakan jumlah mol metanol yang terdapat di dalam 100 mol asam galakturonat. Berdasarkan kandungan gugus metoksilnya pektin dapat dibedakan menjadi dua yaitu *low metoxyl pectin* (LMP) dengan kadar metoksil kurang dari 7.12% dan *high metoxyl pectin* (HMP) dengan kadar metoksil lebih dari 7.12% (IPPA 2006). Kadar metoksil pada pektin komersil dan pektin hasil ekstraksi termasuk ke dalam kelompok pektin metoksil rendah, karena kadarnya kurang dari 7.12% (Gambar 3). Derajat metoksil tertinggi didapat pada pektin HNO_3 pH 4 yaitu sebesar 3.74%, dan nilai terendah terdapat pada pektin HNO_3 pH 1.5 yaitu sebesar 2.33%. Kedua nilai tersebut tidak jauh dari derajat metoksil pektin komersial yaitu 2.63%.



Gambar 1. Rendemen hasil ekstraksi pektin pada variasi pelarut



Gambar 2. Bobot ekuivalen pektin

Tabel 1. Karakteristik fisik pektin

Sampel	Warna	Tekstur	Tanin	Gambar
Pektin Komersil	Putih kekuningan	Serbuk	-	
Pektin HCl pH 1.5	Coklat kemerahan	Serbuk	+	
Pektin HNO ₃ pH 1.5	Coklat muda	Serbuk	+	
Pektin HNO ₃ pH 2.5	Coklat kemerahan	Serbuk	++	
Pektin HNO ₃ pH 4	Coklat kemerahan	Serbuk	+++	
Pektin As. Sitrat pH 4	Coklat kekuningan	Serbuk	-	

Keterangan : (+) Mengandung tanin; (-) Tidak mengandung tanin

Kadar Galakturonat (KG)

Menurut IPPA, kadar galakturonat minimum pada pektin yaitu 35%. Nilai KG yang diperoleh pada penelitian ini sudah memenuhi standar IPPA, dengan kadar pektin terendah adalah pada pektin yang diekstraksi dengan HNO₃ pH 1.5 yaitu sebesar 69.55% (Gambar 4). Nilai KG pektin yang diekstrak dengan HNO₃ pH 4 mengalami penurunan dibandingkan dengan pektin yang diekstrak pada pH 2.5. Perbedaan kandungan galakturonat pada pektin hasil ekstraksi juga terlihat pada pektin yang diekstrak dengan pH sama tetapi jenis asamnya berbeda. Pektin HCl pH 1.5 memiliki nilai KG tertinggi yang mendekati KG pektin komersial yaitu 146.5%. Hal ini menunjukkan bahwa pH dan jenis pelarut yang berbeda dapat mempengaruhi kadar galakturonat pada pektin.

Derajat Esterifikasi (DE)

Derajat esterifikasi merupakan persentase jumlah residu asam D-galakturonat yang mengalami esterifikasi oleh etanol pada gugus karboksilnya. Menurut IPPA, berdasarkan kandungan metil ester pektin dapat dibedakan menjadi dua yaitu pektin ester tinggi dengan kadar ester lebih dari 50% dan pektin ester rendah dengan kadar metil ester kurang dari 50%. Nilai DE yang diperoleh pada pektin komersial yaitu 10.02%, sedangkan nilai DE pektin tertinggi adalah yang diekstrak dalam pelarut HNO₃ pH 1.5 yaitu 19.02%, 13.12%, dan 24.24% (Gambar 5). Persentase DE pada pektin komersial dan pektin hasil ekstraksi pada penelitian ini termasuk ke dalam pektin ester rendah, karena nilai DE kurang dari 50% (IPPA 2006).

Bioaktivitas Pektin KPK pada Uji BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*)

Uji BSLT merupakan uji awal yang digunakan untuk mengetahui potensi hayati dari suatu senyawa untuk dikatakan memiliki aktivitas bioaktif seperti antioksidan,

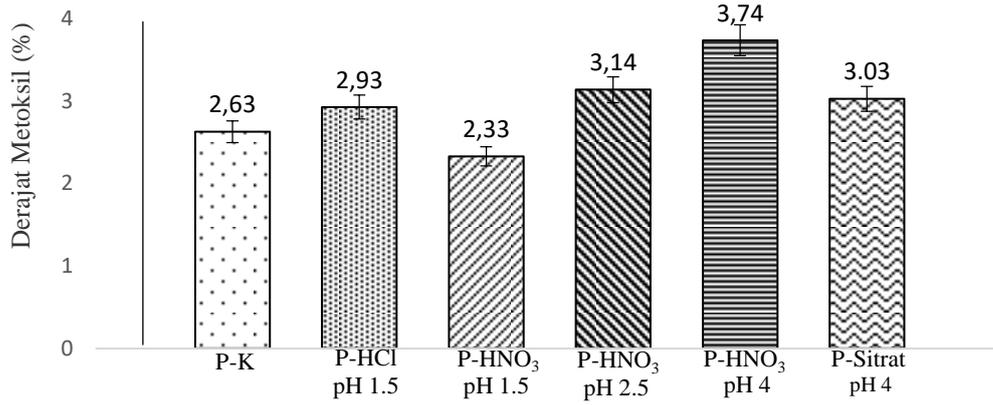
antikanker, antimikrobal dan lain sebagainya berdasarkan nilai LC₅₀ yang diperoleh. Nilai *Letal Concentration* 50% (LC₅₀) merupakan nilai yang menunjukkan konsentrasi suatu zat yang dapat menyebabkan kematian organisme hingga 50%. Tingkat bioaktivitas suatu zat berdasarkan nilai LC₅₀ dapat digolongkan menjadi tiga yaitu mempunyai bioaktivitas tinggi dengan nilai LC₅₀ ≤ 30 ppm, bioaktivitas rendah jika nilai 31 ≤ LC₅₀ ≤ 1000 ppm, sedangkan suatu bahan dinilai tidak mempunyai aktivitas bioaktif apabila nilai LC₅₀ ≥ 1000 ppm (Meyer 1982 dalam Tekha et al. 2015). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pektin komersial dan pektin HCl pH 1.5 mempunyai bioaktivitas rendah, karena mempunyai nilai LC₅₀ pada rentang 31–1000 ppm, sedangkan pektin asam sitrat pH 4 dan pektin HNO₃ pH 4 mempunyai bioaktivitas tinggi karena nilai LC₅₀ ≤ 30 ppm (Tabel 2).

Tabel 2. Nilai LC₅₀ pektin

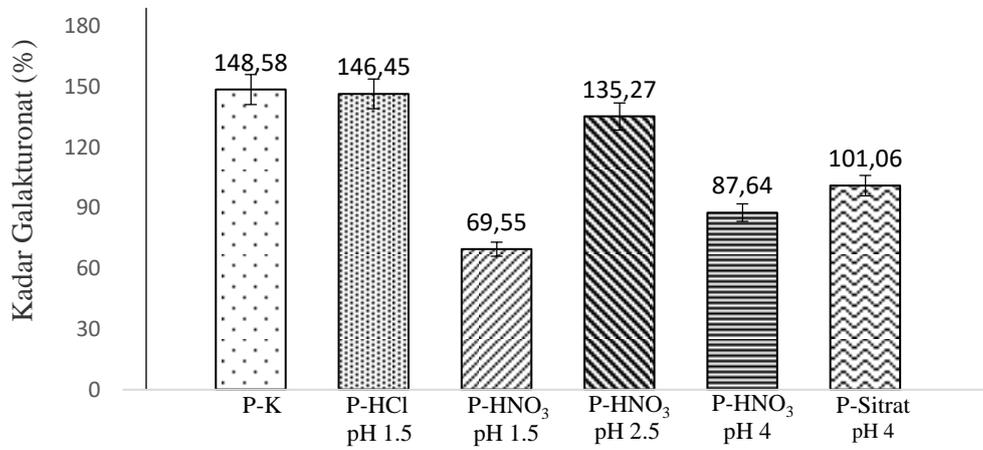
Sampel	LC ₅₀ (ppm)
Pektin komersial	602.55
Pektin HCl pH 1.5	588.84
Pektin HNO ₃ pH 4	19.09
Pektin Asam sitrat pH 4	30.88

4. PEMBAHASAN

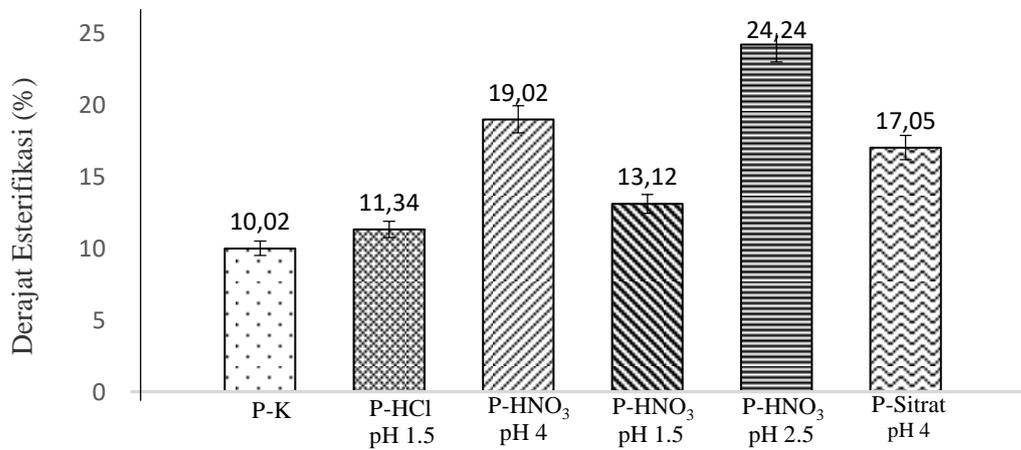
Ekstraksi pektin dilakukan dengan menggunakan pelarut asam. Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi harus bersifat stabil tetapi *inert*, tidak beracun, mempunyai selektivitas tinggi, dan dapat didaur ulang. Pelarut asam yang digunakan berfungsi untuk menghidrolisis protopektin menjadi pektin (Sukaryo 2016). Penelitian ini menggunakan tiga variasi pelarut yaitu akuades yang diasamkan dengan HCl (pH 1.5), bufer sitrat (pH 4), HNO₃ (pH 1.5, pH 2.5, dan pH 4). Hal tersebut bertujuan untuk membandingkan efektifitas pelarut HNO₃ dalam menghasilkan rendemen pektin.



Gambar 3. Derajat metoksil pektin



Gambar 4. Kadar galakturonat pektin



Gambar 5. Derajat esterifikasi pektin

Penelitian Hanum *et al.* (2012) telah berhasil mengekstraksi pektin dari kulit pisang kepok menggunakan pelarut HCl dengan rendemen tertinggi pada pH 1,5 dan suhu 90 °C. HCl dan HNO₃ merupakan golongan asam kuat, karena itu perlu dibandingkan dengan pelarut asam lemah yaitu bufer sitrat pH 4 berdasarkan optimasi yang telah dilakukan Syahputra (2019) dengan ekstraksi pektin kulit kakao yang menghasilkan pektin dengan karakteristik cukup baik.

Pektin KPK yang diekstrak menggunakan HNO₃ menunjukkan peningkatan rendemen pada pH 2,5 dan mengalami penurunan di pH 4 (Gambar 1). Asam nitrat merupakan asam mineral yang tergolong ke dalam asam kuat karena mempunyai konstanta keasaman 2×10^1 . Menurut Pagan *et al.* (2001), asam mineral memberikan keuntungan lebih untuk ekstraksi pektin dibandingkan dengan asam organik, karena asam mineral dapat menghasilkan rendemen pektin yang lebih tinggi dibandingkan dengan ekstraksi pektin menggunakan asam organik.

Menurut Roikah *et al.* (2016), warna pada pektin dapat dipengaruhi oleh suhu ekstraksi. Semakin tinggi suhu ekstraksi maka pektin yang dihasilkan akan semakin gelap. Selain itu warna pektin juga dapat dipengaruhi oleh senyawa metabolit yang turut terekstrak saat proses ekstraksi pektin. Marsiglia *et al.* (2016) menyebutkan bahwa warna kemerahan pada pektin disebabkan oleh kandungan tanin pada pektin akibat ekstraksi pada tingkat keasaman rendah atau pH tinggi. Kondisi tersebut sesuai dengan hasil uji kualitatif tanin yang menunjukkan bahwa pektin yang diekstrak menggunakan larutan asam nitrat mengalami peningkatan kandungan tanin seiring dengan kenaikan pH larutan (Tabel 1). Pektin hasil ekstraksi yang mengandung tanin dengan kadar tinggi yaitu pektin yang diekstrak menggunakan HNO₃ pH 4 dan

HNO₃ pH 2.5, sedangkan pektin yang diekstrak menggunakan bufer sitrat pH 4 menunjukkan kandungan tanin negatif.

Peningkatan nilai BE pada pektin KPK yang diekstrak dengan menggunakan larutan HNO₃ (Gambar 2) dapat disebabkan oleh semakin rendah kandungan gugus asam bebas (Roikah *et al.* 2016). Nilai BE dari pektin yang diekstrak pada pH yang sama namun berbeda jenis asam yang digunakan menunjukkan hasil yang berbeda. Pektin yang diekstrak dengan asam sitrat pH 4 menunjukkan nilai BE yang lebih rendah dibandingkan dengan pektin yang diekstrak dengan HNO₃ pH 4. Perbedaan nilai BE juga dapat dilihat pada pektin yang diekstrak dengan HCl pH 1.5 lebih rendah dibandingkan dengan pektin yang diekstrak dengan HNO₃ pH 1.5. Nilai BE dapat dipengaruhi oleh jenis asam yang digunakan untuk ekstraksi. Semakin kuat asam dan semakin pekat asam cenderung menyebabkan reaksi polimerisasi rantai pektin. Reaksi tersebut menyebabkan rantai pektin yang terbentuk akan panjang dan jumlah asam bebas dalam larutan akan menurun. Penurunan jumlah asam bebas pada larutan menyebabkan nilai BE pektin akan meningkat (Yadav *et al.* 2015). Kenaikan nilai BE yang sangat tinggi pada pektin dari KPK yang diekstrak dengan HNO₃ (pH 2.5 dan pH 4) dapat juga disebabkan oleh adanya kandungan tanin yang terdapat di dalam pektin hasil ekstraksi (Tabel 1).

Persentase gugus metoksil pada pektin yang diekstrak dengan menggunakan larutan asam nitrat mengalami peningkatan seiring meningkatnya pH larutan (Gambar 3). Selain itu nilai DM juga dipengaruhi oleh jenis asam yang digunakan. Penurunan tingkat keasaman larutan ekstraksi menyebabkan penurunan reaksi penguraian gugus metil ester. Semakin sedikit gugus metil ester yang terurai, maka nilai DM pektin akan semakin meningkat (Ojeda *et al.* 2016). Nilai DM yang diperoleh

pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian yang telah dilakukan Fitria (2013) menggunakan pelarut dan suhu yang sama yaitu HCl pH 1,5 dan suhu 90 °C. Kadar DM pektin pada penelitian ini dengan ekstraksi selama 90 menit adalah 2.63%, sedangkan nilai DM pektin Fitria (2013) yang diekstrak selama 80 menit adalah sebesar 1.01%. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan waktu ekstraksi dapat meningkatkan nilai DM yang diperoleh.

Kadar galakturonat merupakan nilai yang menunjukkan kandungan asam galakturonat yang terdapat di dalam rantai pektin. Menurut Constela dan Lanzano (2006), kadar galakturonat suatu pektin dapat mempengaruhi struktur dan tekstur dari pektin, serta tingkat kemurnian pektin. Nilai KG dapat dipengaruhi oleh konsentrasi asam dalam pelarut. Pektin yang diekstrak dengan pH sama tetapi jenis asamnya berbeda menunjukkan kandungan galakturonat yang berbeda (Gambar 4). Asam sitrat merupakan asam lemah dibandingkan dengan asam nitrat yang termasuk asam kuat, menunjukkan kadar galakturonat yang berbeda walaupun berada pada pH yang sama (pH 4). Semakin tinggi konsentrasi asam maka nilai KG akan semakin meningkat. Peningkatan konsentrasi asam dalam pelarut dapat menyebabkan reaksi hidrolisis protopektin menjadi pektin semakin tinggi. pH dan jenis pelarut yang berbeda dapat mempengaruhi kadar galakturonat pada pektin.

Pektin pada dasarnya merupakan biopolimer yang bersifat tidak toksik. Pektin banyak dimanfaatkan pada bidang industri makanan dan farmasi. Pada industri makanan pektin digunakan sebagai bahan pengental untuk selai, jeli, jus buah, dan produk permen. Pada bidang farmasi pektin bermanfaat sebagai pengkelat logam berat pada saluran pencernaan, serta berpotensi sebagai antikanker (Glinsky dan Raz 2009).

Tingginya kemampuan bioaktivitas pada pektin KPK yang diekstrak dengan HNO₃ pH 4 diduga karena adanya kandungan tanin yang merupakan senyawa fitokimia turunan polifenol yang mampu membentuk kompleks dengan protein (Baud *et al.* 2014). Faktor lain yang dapat menyebabkan peningkatan bioaktivitas pektin yaitu nilai kadar galakturonat dan derajat metoksil. Kadar galakturonat menunjukkan persen kandungan gugus asam galakturonat yang terdapat dalam pektin. Kandungan metoksil yang cukup tinggi dan galakturonat yang tinggi dapat mempengaruhi rendahnya nilai LC₅₀ pada sampel pektin, yang menunjukkan adanya bioaktivitas dari pektin.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2006. *Official Methods of Analysis 18th Edition*. Washington DC (US): Association of Official Analytical Chemist.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2017. Statistik tanaman buah-buahan dan sayuran tahunan Indonesia [diakses pada 2018 November 10]. Tersedia di <https://www.bps.go.id>.
- [IPPA] International Pectin Producers Association. 2006. Pectin Commercial Production [diakses pada 2018 10 November]. Tersedia di <http://www.google.com/IPPA.info.html>.
- Aji A, Bahri S, Tantalia. 2017. Pengaruh waktu ekstraksi dan konsentrasi HCl untuk pembuatan pektin dari kulit jeruk bali (*Citrus maxima*). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 6(1): 33-44.
- Ariesti LK, Waharina F, Ristianingsih Y. 2015. Pengaruh konsentrasi HCl dan komposisi campuran kulit pisang dan aplikasinya pada proses pengentalan karet. *Prosiding SemNas Teknik Kimia Indonesia 12-13 Oktober 2015*.
- Baud GS, Sangi MS, Koleangan HSJ. 2014. Analisis senyawa metabolit sekunder dan

- uji toksisitas ekstrak etanol batang tanaman patah tulang (*Euphorbia tirucalli* L.) dengan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). *Jurnal Ilmiah Sains*. 14(2): 106-112.
- Constela D, Lozano JE. 2006. Kinetic Model of Pectin Demethylation. *Latin American Applied Research*. 33: 91-96.
- Fitria V. 2013. Karakterisasi pektin hasil ekstraksi dari limbah kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* ABB) [skripsi]. Jakarta (ID): UIN Syarif Hidayatullah.
- Hanum F, Tarigan MA, Kaban IMD. 2012. Ekstraksi pektin dari kulit buah pisang kepok (*Musa paradisiaca*). *Jurnal Teknik Kimia USU*. 1(2) : 31-35.
- Hastuti ND, Tumion FF. 2017. Kajian variasi penambahan tepung terigu dan penambahan air pada pembuatan donat dari limbah kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca*). *Jurnal Teknologi Pangan*. 8(1): 57-65.
- Imam M. 2011. Antioxidant activities of different parts of *Musa sapientum* L. ssp. *Sylvestris* fruit. *Journal Applied Pharmaceutical Science*. 17.
- Kaban, Deviliany IM, Tarigan, Angelina M, Hanum, Farida. 2012. Ekstraksi pektin dari kulit pisang raja (*Musa sapientum*). *Jurnal Teknik Kimia*. 1: 26-31.
- Kacem I, Majdoub H, Roudesli S. 2008. Physicochemical properties of pectin from retama raetam obtained using sequential extraction. *Journal of Applied Science*. 8(9): 1713-1719.
- Marsiglia DE, Ojeda KA, Ramirez MC, Sanches E. 2016. Pectin extraction from cocoa pod husk (*Theobroma cocoa* L) by hydrolysis with citric and acetic acid. *International Journal of Chem Tech Research*. 9(7): 497-507.
- Megawati, Machsunah EL. 2016. Ekstraksi pektin dari kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca*) menggunakan pelarut HCl sebagai *Edible film*. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. 5(1): 14-21.
- Nurhayati N, Maryanto M, Tafrikhah R. 2016. Ekstraksi pektin dari kulit dan tandan pisang dengan variasi suhu dan metode. *Agritech*. 36(3): 327-334.
- Nurman Z, Masrul, Sastri S. 2017. Pengaruh pektin buah apel (*Malus sylvestris* Mill) terhadap kadar LDL kolesterol pada tikus putih jantan (*Rattus novergicus*) hiperkolesterolemia. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 6(3): 679-685.
- Ojeda KA, Marsiglia DE, Rmirez MC, Shanchez E. 2016. Pectin extraction from cocoa pod husk (*Theobroma cocoa* L.) by hydrolysis with citric acid and acetit acid. *International Journal of Chemtech Research*. 9(7): 497-507.
- Roikah S, Rengga WDP, Latifah, Kusumastuti E. 2016. Ekstraksi dan karakterisasi pektin dari belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. 5(1): 29-36.
- Syahputra KL. 2019. Sintesis dan uji sitotoksitas nanopartikel Zn-pektin dari kulit buah kakao (*Theobrama cacao* L.) [skripsi]. Bogor (ID): Intstitut Pertanian Bogor.
- Tekha HN, Akkas E, Kartika R. 2015. Uji toksisitas ekstrak kelopak jantung pisang kepok (*Musa paradisiacal* Linn) dengan metode BSLT (*Brine Shrimp Lethality Test*). *Jurnal Kimia Mulawarman*. 13(1): 19-22.
- Wardani S, Elvitriana, Viena V. 2018. Potensi karbon aktif kulit pisang kepok (*Musa acuminata* L.) dalam menyerap gas CO dan SO₂ pada emisi kendaraan bermotor. *Jurnal Serambi Engginering*. 3(1): 262-270.
- Yadav SR, Khan ZH, Kunjwani SS, Mular SM. 2015. Extraction and characterization of pectin from different fruits. *International Journal of Applied Research*. 1(9): 91-94.