MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN: 2808-8115
p-ISSN: 2809-1051

Terindeks: Sinta 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v5i4.6588

EKSTRAKSI DAN KARAKTERISASI PEKTIN DARI LIMBAH KULIT PISANG AMBON (*Musa paradisiaca* var. *sapientum* L.)

Extraction and Characterization of Pectin from Waste Peel of *Pisang Ambon* (*Musa paradisiaca* var. *sapientum* L.)

Sindi Idriana Tasya & Romy Dwipa Yamesa Away
Universitas Negeri Padang
sindiidrianatasya@gmail.com; romydwipa@fmipa.unp.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
May 22, 2025	Jun 20, 2025	Jul 2, 2025	Jul 7, 2025

Abstract

The underutilization of banana peels, which are often regarded as agricultural waste, serves as the basis for this study, given their actual potential as a natural biopolymer source rich in cellulose, hemicellulose, pectin, lignin, and protein. This research aims to explore the potential use of banana peel waste as a raw material for pectin production, with the dual objective of mitigating environmental problems and promoting the development of value-added materials. The method employed involved pectin extraction from banana peel powder using hydrochloric acid (HCl). The results indicated that the extracted pectin constituted 3.96% of the banana peel powder by weight and demonstrated gelling ability. The extracted pectin had an equivalent weight of 4166.66 mg, a methoxyl content of 6.94% classified as *low methoxyl pectin* (LMP), a degree of esterification of 90.26%, categorizing it as *high ester pectin*, and a galacturonic acid content of 43.65%. According to the quality parameters established by the International Pectin Producers Association (IPPA), the extracted pectin was of reasonably high purity. These findings suggest that banana peels have significant potential as an environmentally friendly and industrially applicable alternative source of pectin.

Masaliq Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

Keywords: Banana Peel; Pectin; Acid Extraction; Natural Biopolymer; Agricultural Waste

Abstrak: Kurangnya pemanfaatan kulit pisang yang selama ini dianggap sebagai limbah pertanian menjadi latar belakang dilakukannya penelitian ini, mengingat limbah tersebut sebenarnya memiliki potensi sebagai sumber biopolimer alami yang kaya akan selulosa, hemiselulosa, pektin, lignin, dan protein. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai bahan baku pektin, guna mengurangi permasalahan lingkungan sekaligus membuka peluang pengembangan bahan bernilai tambah. Metode yang digunakan adalah ekstraksi pektin dari bubuk kulit pisang dengan penambahan asam klorida (HCl). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pektin yang diperoleh mencapai 3,96% dari berat bubuk kulit pisang, dengan karakteristik mampu membentuk gel, memiliki berat ekuivalen sebesar 4166,66 mg, kadar metoksil 6,94% yang termasuk kategori *low methoxyl pectin* (LMP), derajat esterifikasi 90,26% yang tergolong *high ester pectin*, serta kadar asam galakturonat 43,65%. Berdasarkan parameter mutu dari *International Pectin Producers Association* (IPPA), pektin hasil ekstraksi ini tergolong cukup murni. Temuan ini mengindikasikan bahwa kulit pisang berpotensi sebagai sumber alternatif pektin yang ramah lingkungan dan aplikatif untuk berbagai kebutuhan industri.

Kata Kunci: Kulit Pisang; Pektin; Ekstraksi Asam; Biopolimer Alami; Limbah Pertanian.

PENDAHULUAN

Pisang, buah tropis yang mudah ditemukan, merupakan komoditas pertanian penting di Indonesia. Ketersediaannya yang melimpah ruah sepanjang tahun di pasaran menandakan skala besar industri pengolahannya. Namun, di balik keberhasilan tersebut, tersembunyi sebuah tantangan signifikan: produksi limbah kulit pisang yang belum termanfaatkan secara optimal. Limbah ini, jika tidak dikelola dengan baik, berpotensi menimbulkan dampak negatif pada lingkungan. Padahal, kulit pisang bukanlah sekadar limbah biasa, tetapi merupakan sumber daya alam yang kaya akan nutrisi dan senyawa berharga, menjadikannya sangat potensial untuk berbagai aplikasi. Hingga saat ini, kandungan-kandungan vital seperti pati, selulosa, dan pektin yang melimpah dalam kulit pisang belum dimanfaatkan secara maksimal. (Tugon et al., 2023). Berdasarkan berat keringnya, pektin menyusun sekitar 1.92% hingga 3.25% dari total biomassa kulit pisang. Tingginya konsumsi pisang di masyarakat, khususnya di Indonesia, secara langsung berkorelasi dengan melimpahnya limbah kulit pisang. Namun, hingga kini, potensi besar dari limbah ini belum dimanfaatkan secara optimal. Kulit pisang, yang kerap dianggap sebagai limbah tak berguna, sebenarnya merupakan sumber daya terabaikan yang dapat diolah menjadi berbagai produk bernilai jual tinggi (Randa & Tang.,

2021). Dengan demikian, pemanfaatan kulit pisang tidak hanya mengurangi masalah lingkungan, tetapi juga membuka peluang untuk pengembangan bahan-bahan baru yang bernilai tambah dan membuka peluang ekonomi baru yang menjanjikan (Gopi et al., 2014).

Pektin merupakan komponen penting terdapat pada dinding sel tumbuhan, tersusun dari rantai panjang polimer asam D-galakturonat yang saling terhubung melalui ikatan 1,4 glikosidik. Selama ini, senyawa ini dikenal luas dan banyak dimanfaatkan dalam industri makanan, kosmetik dan farmasi terutama karena kemampuannya sebagai bahan pembentuk gel. Namun, peran pektin tidak hanya terbatas di sana. Mengingat struktur kimianya yang kaya akan gugus aktif seperti hidroksil (−OH) dan karboksilat (−COOH), pektin juga memiliki potensi besar sebagai biosorben. Gugus-gugus aktif ini memungkinkan pektin untuk mengikat ion logam, menjadikannya kandidat yang menjanjikan dalam aplikasi penyerapan limbah logam berat atau proses purifikasi lainnya (Anwar et al., 2022). Dalam industri makanan, pektin berperan penting sebagai pengental dan pembentuk gel pada produk seperti selai dan jeli. Selain itu, ia juga dimanfaatkan dalam makanan beku untuk meningkatkan tekstur, serta menjadi bahan unggulan dalam makanan rendah kalori sebagai pengganti lemak atau gula, membantu menciptakan produk yang lebih sehat tanpa mengorbankan rasa atau tekstur. Tak hanya di bidang pangan, pektin juga menunjukkan potensi besar dalam industri farmasi. Senyawa ini telah terbukti efektif dalam membantu menurunkan kadar kolesterol darah dan meringankan berbagai gangguan pencernaan. Lebih dari itu, aplikasi pektin terus berkembang. Peneliti dan inovator kini melihatnya sebagai bahan baku potensial untuk lapisan yang dapat dimakan (*edible film*), pengganti kertas yang ramah lingkungan, busa dengan karakteristik unik, hingga *plasticizer* yang dapat meningkatkan fleksibilitas material. Potensi pektin yang multifungsi ini menjadikannya komponen berharga dalam pengembangan produk-produk inovatif di masa depan (Ristianingsih et al., 2021) Pektin merupakan bahan polisakarida yang ramah lingkungan, biokompatibel, dan mudah terurai. Pektin juga digunakan sebagai agen antimikroba, antikoagulan, dan antiinflamasi (Gopi et al., 2014).

Pektin dapat diisolasi dari jaringan tanaman melalui proses ekstraksi yang melibatkan penggunaan pelarut. Protopektin, bentuk pektin yang terikat kuat pada dinding sel tanaman, dapat diubah menjadi pektin larut melalui hidrolisis asam (Fajriatu Shabrina et al., 2024). Ekstraksi pektin dari dinding sel tumbuhan dapat dilakukan secara efektif melalui penambahan asam. Proses ini memanfaatkan keberadaan atom hidrogen (H^+) pada gugus karboksil (-COOH) yang merupakan bagian dari struktur pektin. Saat asam ditambahkan,

atom hidrogen dari gugus karboksil dilepaskan sebagai ion H^+. Ion H^+ ini berperan penting dalam memutus ikatan antara protopektin dengan senyawa lain yang ada di dalam dinding sel tanaman. Protopektin adalah bentuk pektin yang terikat kuat dalam dinding sel, dengan terputusnya ikatan ini, pektin dapat larut dan dipisahkan dari matriks seluler sehingga memungkinkan proses ekstraksi yang efisien (Nurhaeni et al., 2018). Kualitas pektin, baik dari segi sifat fisikokimia maupun struktur molekulnya, sangat bergantung pada dua faktor utama yaitu sumber bahan baku serta metode ekstraksi yang digunakan. Pektin yang telah diekstrak umumnya berwujud padatan berwarna putih hingga kecoklatan. Selain itu, karakteristik fisika penting lainnya seperti viskositas, kelarutan dan kemampuan membentuk gel tidak hanya dipengaruhi oleh sumber dan metode ekstraksi, tetapi juga oleh karakteristik kimia internal pektin itu sendiri. Faktor-faktor kimia yang penting meliputi kadar metoksil, berat molekul pektin dan derajat esterifikasi (DE). Variasi pada kadar metoksil dan DE, misalnya, akan sangat menentukan kemampuan pektin dalam membentuk gel, serta kekuatan dan tekstur gel yang dihasilkan (Ristianingsih et al., 2021). Standar mutu pektin berdasarkan *International Pectin Producers Association* (IPPA) tertera pada Tabel 1 (Husni et al. (2021).

Tabel 1. Standar mutu pektin berdasarkan IPPA

Faktor Mutu	Kandungan
Berat Ekuivalen	600-800 mg
Kandungan metoksil: pektin bermetoksil tinggi	> 7,12%
Kandungan metoksil: pektin bermetoksil rendah	2,5 – 7,12%
Kadar asam galakturonat	>35%
Derajat esterifikasi untuk pektin ester tinggi	Minimal 50%
Derajat esterifikasi untuk pektin ester rendah	Maksimal 50%

Oleh karena itu tujuan penelitian ini sebagai upaya mengoptimalkan pemanfaatan limbah biomassa kulit pisang ambon *(Musa paradisiaca var. sapientum L.)* menjadi bahan yang bernilai salah satunya sebagai sumber pektin alami yang dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti industri makanan,farmasi maupun biosorben lingkungan.

METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kulit pisang ambon, asam klorida (HCl) 0,1 N, etanol 96%, dan aquades. Penelitian ini terdiri dari dua proses yaitu ekstrasi pektin dan karakterisasi ekstrak pektin yang dihasilkan.

Ekstraksi Pektin dari Kulit Pisang Ambon

Bubuk kulit buah pisang kering sebanyak 5 gr ditambahkan ke dalam gelas kimia berisi 90 mL air suling. Selanjutnya diikuti dengan penambahan asam klorida (HCl) hingga nilai pH 1,0. Campuran dipanaskan pada suhu 80℃ dan diaduk terus-menerus menggunakan magnetic stirrer selama satu jam. Ekstrak disaring menggunakan kertas saring. Kemudian filtrat dikoagulasi dengan volume yang sama dari etanol 95% dengan rasio 1:1 (filtrat:etanol). Campuran etanol didiamkan semalaman agar pektin mengendap. Setelah waktu ekstraksi selesai, endapan pektin agar-agar disisihkan dari permukaan campuran. Kemudian pektin yang diekstraksi disaring dan dibilas dengan etanol untuk menghilangkan kotoran yang tersisa. Endapan pektin dikeringkan dalam oven pada suhu 60℃ selama 6 jam. Kemudian berat pektin yang diekstraksi diukur menggunakan neraca digital. Hasil yang diperoleh dihitung dengan persamaan :

$$Hasil\ Pektin\ (\%) = \left[\frac{massa\ ekstrak\ pektin\ (g)}{massa\ awal\ bubuk\ kulit\ buah\ (g)}\right] \times 100\%$$

(Lai et al., 2022)

Karakterisasi Ekstrak Pektin dari Kulit Pisang Ambon

- Uji pembentukan gel

  Serbuk pektin sebanyak 0,01 gr dimasukkan ke dalam cawan porselen. Kemudian ditambahkan 1 ml air. Setelah itu, campuran ekstrak pektin dan air ini dipanaskan pada *hotplate* selama 15 menit. Ciri khas adanya pektin yang berfungsi dengan baik adalah pembentukan gel yang kaku setelah campuran tersebut dingin. Jika campuran berubah menjadi gel yang padat dan tidak mudah tumpah, ini mengindikasikan bahwa pektin yang diekstrak memiliki kualitas yang baik dan mampu membentuk struktur gel (Nurhaeni et al., 2018).

- Berat Ekuivalen

  Prosedur analisis berat ekuivalen pektin diawali dengan menimbang 0,5 gram sampel pektin, kemudian dihidrasi dengan 2 mL etanol 96% serta 100 mL akuades, ditambahkan 1 gram NaCl dan 6 tetes indikator fenolftalein (PP). Selanjutnya, campuran diaduk dengan stirrer dan dititrasi dengan larutan baku 0,1 N NaOH sampai terlihat perubahan warna menjadi merah muda sebagai penanda akhir titrasi.

Volume NaOH yang digunakan untuk menetralisir sampel dicatat untuk menghitung berat ekuivalen, menggunakan persamaan berikut :

$$Berat\ ekuivalen = \frac{Bobot\ sampel\ (g)}{V\ NaOH\ (mL) \times N\ NaOH} \times 1000$$

- Kadar metoksil

Pada penentuan kadar metoksil, larutan akhir yang diperoleh pada analisis berat ekuivalen (BE) ditambahkan dengan 25 mL larutan 0,2 N NaOH, kemudian diaduk dan diinkubasi dalam suhu ruang selama setengah jam. Selanjutnya, sebanyak 25 mL larutan 0,2 N HCl ditambahkan dan larutan akhir dititrasi dengan larutan baku 0,1 N NaOH hingga netral. Volume titran dicatat dan digunakan pada perhitungan kadar metoksil dengan faktor pengali 31 sesuai berat molekul dari gugus metoksil menggunakan persamaan berikut :

$$Kadar\ metoksil\ (\%) = \frac{V\ NaOH\ (mL) \times N\ NaOH\ \times 31}{Bobot\ sampel\ (g) \times 1000} \times 100$$

- Kadar galakturonat

Kadar asam galakturonat dihitung dengan menggunakan volume hasil titrasi yang didapatkan dari perhitungan analisis sebelumnya dengan faktor pengali 176 sesuai dengan berat molekul dari asam galakturonat, menggunakan persamaan berikut :

$$Kag\ (\%) = \frac{176 \times 0.1z \times 100}{Bobot\ sampel\ (g) \times 1000} \times \frac{176\ \times 0.1y \times 100}{Bobot\ sampel\ (g) \times 1000}$$

Keterangan : Kag adalah kadar asam galakturonat; z adalah volume titran NaOH dari perhitungan berat ekuivalen; dan y adalah volume titran NaOH dari perhitungan kadar metoksil.

- Derajat esterifikasi

Penentuan derajat esterifikasi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut yang merupakan konversi dari kadar asam galakturonat serta kadar metoksil.

$$Derajat\ esterifikasi = \frac{\%metoksi\ \times 176}{\%Kag \times 31} \times 100\%$$

(Indrawati et al. 2024).

HASIL

1. Preparasi limbah kulit pisang ambon



Gambar 1*. Proses pengeringan limbah kulit pisang*

Proses pemisahan pektin dari kulit pisang diawali dengan tahapan persiapan. Pertama, kulit pisang dicuci bersih untuk menghilangkan segala kotoran atau residu yang menempel. Setelah bersih, kulit pisang dirajang menjadi potongan-potongan kecil. Tujuan perajangan ini adalah untuk memperkecil ukuran partikel, yang secara signifikan akan mempercepat proses pengeringan. Selanjutnya, potongan-potongan kulit pisang tersebut dijemur di bawah sinar matahari langsung selama tujuh hari.

2. Ekstraksi pektin dari limbah kulit pisang ambon



Gambar 2*. Proses ekstraksi pektin dari bubuk kulit pisang*

Untuk mengekstrak pektin dari bubuk kulit pisang, digunakan metode ekstraksi asam dengan menggunakan asam klorida (HCl) dengan pH 1 yang distirrer selama 1 jam pada suhu 80℃ sehingga diperoleh pektin larut pada larutan yang tampak berwarna kecoklatan.



***Gambar 3**. Pemisahan filtrat dan koagulasi pektin pada filtrat dengan etanol*

Filtrat pektin diperoleh berwarna kuning kecoklatan yang selanjutnya diendapkan selama 24 jam dengan penambahan etanol 96% dengan rasio volume filtrat dan etanol 1:1.



***Gambar 4**. Hasil pektin basah dan setelah dikeringkan dengan oven*

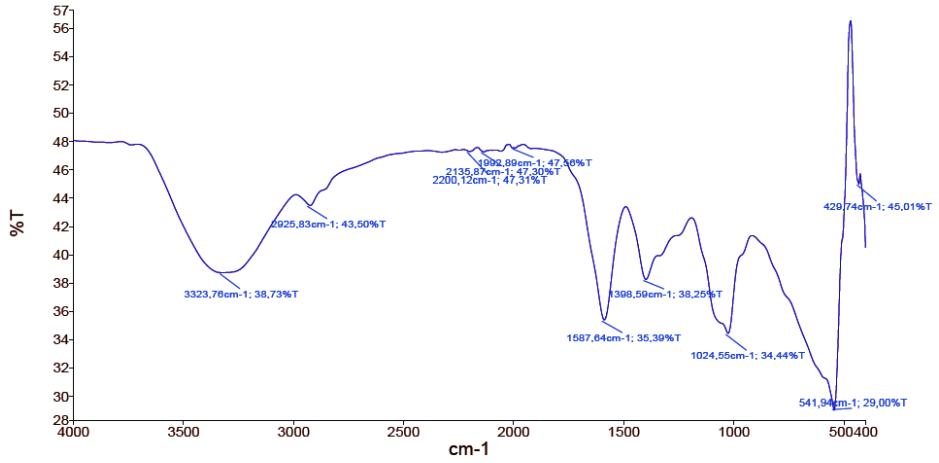
Hasil koagulasi filtrat kemudian disaring untuk memisahkan pelarut dan ekstrak pektin, diperoleh endapan berbentuk pasta berwarna kecoklatan dan selanjutnya dioven pada suhu 60℃ selama 6 jam untuk mengurangi kadar airnya. Pada penelitian ini didapatkan ekstrak pektin kering 0,198 g sehingga diperoleh kadar pektin 3,96% dari 5 g bubuk kulit pisang kering. Hasil pektin yang diekstraksi dari kulit pisang memiliki warna coklat dengan bau yang khas.

3. Karakterisasi Ekstrak Pektin dari Kulit Pisang Ambon

Hasil ekstrak pektin yang telah diperoleh dikarakterisasi dengan menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dan uji kemampuan membentuk gel, penentuan kadar metoksil, derajat esterifikasi, kadar galakturonat dan berat ekuivalen.

- Identifikasi gugus fungsi pektin dengan FTIR

  Karakterisasi pektin menggunakan FTIR dilakukan dilakukan dengan memindai sampel pektin pada rentang bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1}. Analisa spektra FTIR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada pektin.



Gambar 5. *Karakterisasi FTIR hasil ekstrak pektin dari kulit pisang ambon*

Pada gambar 5 menunjukkan terdapat beberapa jenis gugus fungsi yang terkandung dalam pektin. Pita kuat vibrasi (O-H) dari cincin piranosa, merupakan karakteristik pektin. Penyerapan utama dalam rentang spektral 3296–3339 cm^{-1} disebabkan oleh *stretching* gugus hidroksil (OH). Diketahui bahwa pita dalam rentang frekuensi 3000–2800 cm^{-1} terkait dengan vibrasi *stretching* (C-H). Mode peregangan (C-H) antara gugus metil/metilena atau cincin piranosa pektin dapat menjadi sulit karena pita-pita tersebut tumpang tindih oleh vibrasi *stretching* pita lebar (O-H). Selanjutnya, pita sedang pada sekitar 1600-1585 cm^{-1} sesuai dengan vibrasi *stretching* ester (C=O) dari C=O dan vibrasi *stretching* gugus karboksil teresterifikasi metil (COO-R) dari gugus karboksil ionik (COO−). Fitur struktural yang muncul dengan konformasi tertentu di sekitar ikatan glikosidik pektin dapat diamati dalam rentang spektrum 1100–930 cm^{-1} dikaitkan dengan getaran peregangan C–O. Hasil ini sesuai dengan karakterisasi pektin pada penelitian (Kozioł et al.,2022).

- Uji Pembentukan gel pada pektin



Gambar 6. *Uji pembentukan gel pada pektin*

Hasil uji pembentukan gel menunjukkan setelah larut dengan air panas dan kemudian didinginkan beberapa menit pada suhu ruang, sampel ekstrak pektin yang diperoleh dapat membentuk gel yang lengket dengan warna kecoklatan.

- Berat ekuivalen

Tabel 2. Data Uji Berat Ekuivalen Pektin

Titrasi	Volume NaOH 0.1 N	Rata-rata	Berat ekuivalen	Standar Mutu IPPA
1	0,6 ml	0,6 ml	4166,66 mg	600-800 mg
2	0,6 ml			

Hasil analisis berat ekuivalen pektin yang diekstraksi dari kulit pisang diperoleh 4166,66 mg. Menurut *International Pectin Producers Assosiation* (IPPA) standar mutu berat ekuivalen pektin berkisar 600-800 mg.

- Uji kadar metoksil

Tabel 3. Data Uji Kadar Metoksil Pektin

Titrasi	Volume NaOH 0.1 N	Rata-rata	Kadar metoksil	Standar Mutu IPPA
1	5,5 ml	5,6 ml	6,94%	>7,12 % (HMP)
2	5,7 ml			2,5-7,12% (LMP)

Keterangan : HMP : *High methoxyl pectin*; LMP : *Low methoxyl pectin*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pektin yang diuji memiliki kadar metoksil sebesar 6,94%. Berdasarkan standar mutu IPPA, pektin ini tergolong sebagai pektin bermetoksil rendah (LMP), karena kadar metoksilnya di bawah 7,12%.

- Uji kadar galakturonat

Tabel 4. Data Uji Kadar Galakturonat Pektin

Uji	Volume NaOH 0,1 N	Kadar Galakturonat	Standar Mutu IPPA
Berat Equivalen	0,6 ml	43,65%	>35%
Kadar Metoksil	5,6 ml		

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pektin yang diuji memiliki kadar asam galakturonat sebesar 43,65%. Angka ini melampaui standar mutu minimal yang ditetapkan oleh IPPA, yaitu sebesar 35% untuk kadar asam galakturonat dalam pektin.

- Derajat esterifikasi

Tabel 5. Uji Derajat Esterifikasi Pektin

Kadar Metoksil	Kadar Galakturonat	Derajat esterifikasi	Standar IPPA
6,94%	43,95%	90,26%	>50% (HMP) <50% (LMP)

Keterangan : HMP : *High methoxyl pectin*; LMP : *Low methoxyl pectin*

Dalam penelitian ini, hasil uji derajat esterifikasi pektin yang didapatkan adalah 90,26%. Angka ini mengindikasikan bahwa pektin yang dihasilkan tergolong sebagai pektin ester tinggi, sesuai dengan standar IPPA yang menetapkan batas minimal 50% untuk kategori tersebut.

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengekstraksi pektin dari limbah kulit pisang ambon *(Musa paradisiaca var. sapientum L.)* menggunakan metode ekstraksi asam dan dikaraktersisasi melalui FTIR dan beberapa uji yang dibandingkan dengan mutu standar IPPA. Bahan baku yang digunakan adalah limbah kulit pisang ambon yang telah dikeringkan. Proses pengeringan ini untuk menghilangkan kandungan air yang ada dalam kulit pisang, sehingga mempermudah tahapan ekstraksi pektin berikutnya (Yati et al., 2017), Setelah kering, kulit pisang diblender untuk memperbesar area kontak antara sampel dan pelarut, sehingga ekstraksi lebih efisien (Megawati & Yaniz., 2015). Metode ekstraksi asam dipilih dikarenakan dalam lingkungan asam, ion H^+ bekerja sangat efisien dalam menghidrolisis protopektin (bentuk pektin yang terikat dalam dinding sel) menjadi pektin yang lebih mudah larut. Proses hidrolisis yang dipercepat ini juga memicu senyawa pektin-pektin yang terurai untuk menyatu, membentuk jaringan pektin yang kemudian dapat dipisahkan dan dimurnikan (Michael et al., 2023). Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rahmayulis et al. (2023), dalam proses ekstraksi pektin, penggunaan asam klorida (HCl) menunjukkan hasil yang lebih bagus dibandingkan dengan asam sulfat (H_2SO_4). Ekstraksi menggunakan HCl menghasilkan kadar pektin yang lebih tinggi, mencapai 14,89%, sementara H_2SO_4 hanya mampu mengekstrak 13,54%. Filtrat dari hasil ekstraksi ditambahkan etanol untuk membantu mengendapkan pektin. Etanol, yang memiliki berat molekul rendah, akan bercampur sempurna dengan air melalui ikatan hidrogen. Ini mengganggu keseimbangan antara pektin dan air, serta mengurangi jumlah ion atau molekul air di sekitar pektin, sehingga pektin pun mengendap.

Penggunaan etanol 96% dalam penelitian ini didasarkan pada prinsip bahwa semakin tinggi konsentrasi etanol, semakin banyak pektin yang bisa diperoleh.

Pada hasil penelitian diperoleh kadar pektin 3,96% dari bubuk kulit pisang ambon yang digunakan, sesuai dengan penelitian Lai et al. (2022) dengan metode yang sama diperoleh 3,93%. Pektin yang diekstraksi dari kulit pisang umumnya memiliki warna coklat dan bau yang khas. Warna coklat ini kemungkinan besar disebabkan oleh adanya senyawa polifenol atau pigmen lain yang larut dalam air yang ikut terperangkap dalam struktur pektin selama proses pengendapan. Ini adalah hal yang umum terjadi karena pigmen alami dari kulit buah dapat terbawa selama ekstraksi dan presipitasi (Nurhayati et al.,2016). Hasil uji kualitatif didapatkan uji positif pengamatan gel pektin setelah campuran dingin sebagai ciri adanya pektin (Nurhaeni et al., 2018). Pada hasil uji diperoleh berat ekuivalen pektin sebesar 4166,66 mg yang melebihi standar IPPA. Nilai berat ekivalen akan berbanding terbalik dengan volume NaOH yang digunakan, semakin banyak NaOH yang bereaksi, semakin rendah nilai berat ekivalennya, dan ini mengindikasikan semakin banyaknya gugus karboksil dalam sampel pektin (Ristianingsih *et al*.,2021). Semakin sedikit gugus asam bebas berarti semakin tinggi berat ekivalen (Roikah et al., 2016).

Pada penentuan kadar metoksil pektin dari kulit pisang ambon diperoleh 6,94% yang dikategorikan sebagai LMP sesuai dengan hasil penelitian Indrawati et al (2024), yang lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Lai et al. (2022) dengan metode yang sama diperoleh 5,58%. Salah satu keunggulan utama dari LMP adalah kemampuannya untuk langsung diproduksi tanpa memerlukan proses demetilasi tambahan. Dengan menggunakan LMP, produsen dapat menghemat waktu dan sumber daya, menjadikan proses ekstraksi dan pemanfaatan pektin lebih efisien (Tuhuloula et al., 2013). Kadar metoksil memengaruhi kekuatan gel yang dapat dibentuk pektin, waktu pengikatan (seberapa cepat gel terbentuk), serta kepekaan pektin terhadap ion logam. Lebih jauh, kandungan metoksil juga menentukan sifat fungsional keseluruhan larutan pektin dan, yang paling utama, kemampuan pektin itu sendiri untuk membentuk gel yang stabil dan sesuai aplikasi (Ristianingsih et al., 2021). Pektin dengan kadar metoksil tinggi umumnya digunakan dalam produk makanan seperti puding, selai, dan jeli. Sebaliknya, pektin metoksil rendah lebih cocok dimanfaatkan sebagai bahan pelapis atau *coating agent* untuk produk pangan (Febriyanti et al., 2018). Hasil uji kadar galakturonat pektin diperoleh kadar yang cukup tinggi 43,65%. melebihi standar IPPA. Angka ini sangat penting karena semakin tinggi kadar asam galakturonat, semakin murni pektin yang dihasilkan (Ristianingsih et al., 2021). Tingginya kadar asam galakturonat dalam

pektin merupakan indikator langsung dari kemurnian pektin tersebut. Semakin tinggi kandungan asam galakturonat, semakin rendah pula keberadaan senyawa organik lain seperti arabinosa, galaktosa, dan jenis gula lainnya yang tidak diinginkan. Ini berarti, pektin yang diekstrak memiliki konsentrasi komponen fungsional yang lebih tinggi. Selain sebagai penentu kemurnian, banyaknya kandungan poligalakturonat (polimer dari asam galakturonat) ini juga memiliki dampak signifikan pada kemampuan pektin dalam membentuk gel. Secara spesifik, semakin tinggi kadar asam galakturonat, maka gel yang terbentuk akan semakin kuat dan stabil (Tambunan et al., 2022). Semakin tinggi konsentrasi asam yang digunakan, semakin banyak ikatan yang dapat diputus. Putusnya ikatan ini penting agar senyawa lain tidak ikut mengendap saat proses pengendapan pektin. Dampaknya, kadar galakturonat akan meningkat, sehingga kemurnian dan mutu pektin yang dihasilkan pun lebih baik. Peningkatan ini terjadi karena konsentrasi asam yang lebih tinggi mempercepat laju reaksi hidrolisis pektin, sehingga meningkatkan kadar galakturonat. Namun perlu diingat bahwa kadar galakturonat pektin juga dapat dipengaruhi oleh sumber bahan baku, pelarut, dan metode ekstraksi yang digunakan (Tumangger et al., 2022). Hasil uji derajat esterifikasi (DE) pektin yang dihasilkan pada penelitian ini termasuk pektin ester tinggi karena memiliki derajat esterifikasi 90,26%, hasil ini lebih tinggi dari yang diperoleh pada penelitian Lai et al. (2022). Nilai DE ini sangat krusial karena secara langsung memengaruhi sifat fungsional pektin, terutama kemampuannya untuk membentuk gel. Secara umum, derajat esterifikasi yang tinggi menandakan kemampuan pembentukan gel yang lebih baik (Ristianingsih et al., 2021).

Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil mengekstrak pektin dari limbah kulit pisang ambon dengan kadar pektin 3,96%. Meskipun persentase ini relatif rendah dibandingkan beberapa penelitian lain yang menggunakan HCl (misalnya 14,89% oleh (Rahmayulis et al.2023), namun penemuan bahwa pektin yang diekstraksi adalah jenis Low Methoxyl Pectin (LMP) dengan kadar metoksil 6,94% memiliki implikasi signifikan. LMP tidak memerlukan proses demetilasi tambahan, yang menghemat waktu dan biaya produksi, menjadikan pemanfaatan pektin ini lebih efisien untuk aplikasi industri. Selain itu, berat ekuivalen pektin yang tinggi (4166,66 mg), melebihi standar IPPA, menunjukkan bahwa pektin yang dihasilkan memiliki gugus asam bebas yang lebih sedikit. Meskipun terkesan negatif, ini berkorelasi dengan kadar metoksil yang rendah, yang merupakan karakteristik LMP. Tingginya kadar galakturonat, yang juga melebihi standar IPPA, mengindikasikan kemurnian pektin yang tinggi karena semakin sedikit senyawa organik lain yang terikut. Ini juga berarti potensi pembentukan gel yang lebih kuat dan stabil. Derajat esterifikasi yang

tinggi (>50%) mengkategorikan pektin ini sebagai *High Ester Pectin*, yang secara langsung mendukung kemampuan pembentukan gel yang baik, meskipun LMP secara umum dikenal untuk pembentukan gel tanpa gula.

Implikasi keseluruhan adanya potensi pemanfaatan limbah kulit pisang ambon sebagai sumber pektin LMP yang efisien untuk aplikasi tertentu, terutama yang tidak membutuhkan penambahan gula untuk pembentukan gel, dan dapat menjadi bahan penyalut produk pangan. Lebih lanjut, untuk memahami sifat fungsional pektin, disarankan untuk melakukan uji viskositas larutan pektin pada berbagai konsentrasi dan pH, serta uji pembentukan gel yang lebih komprehensif misalnya, kekuatan gel, waktu gelasi, dan stabilitas gel pada kondisi penyimpanan yang berbeda. Karena kadar metoksil memengaruhi kekuatan gel dan kepekaan pektin terhadap ion logam, pengujian pengaruh berbagai ion logam terhadap pembentukan gel juga akan sangat membantu. Selain itu untuk menguji kesesuaian pektin ini sebagai bahan penyalut atau dalam aplikasi makanan, uji aplikasi langsung pada produk pangan tertentu akan sangat berharga. Misalnya, pengujian sebagai lapisan pelindung pada buah-buahan atau sebagai pengental pada selai dan jeli untuk memvalidasi potensi komersialnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa melalui ekstraksi asam pada limbah kulit pisang ambon diperoleh kadar pektin 3,96%. Dengan karakteristik dapat membentuk gel,memiliki berat ekuivalen 4166,66 mg dengan kadar metoksil 6,94% termasuk pektin bermetoksil rendah (LMP), derajat esterifikasi sebesar 90,26% sehingga termasuk pektin ester tinggi, kadar galakturonat 43,65% yang cukup melebihi batas minimal sehingga pektin cukup murni berdasar standar mutu *International Pectin Producers Assosiation* (IPPA).

Penelitian ini secara langsung berkontribusi pada upaya pengelolaan limbah dengan mengubah limbah kulit pisang ambon yang sebelumnya mungkin dianggap tidak bernilai menjadi sumber daya berharga (pektin). Ini sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular dan pembangunan berkelanjutan. Penelitian ini juga memberikan data tentang keberadaan dan karakteristik pektin dari spesies pisang tertentu *Musa paradisiaca var. sapientum L.*, yang menambah daftar sumber pektin alami yang diketahui. Dengan mengetahui karakteristik ini,

ilmuwan dan industri dapat menilai potensi aplikasi pektin tersebut di berbagai bidang sehingga menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut dalam skala yang lebih besar.

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi metode ekstraksi lain yang lebih ramah lingkungan atau lebih efisien, sehingga dapat dibandingkan dengan hasil pektin yang diperoleh (rendemen, kualitas) dengan metode konvensional serta melakukan optimasi lebih lanjut terhadap parameter ekstraksi pH, suhu, waktu, konsentrasi pelarut untuk mendapatkan rendemen dan kualitas pektin yang optimal. Penelitian ini dapat menjadi gambaran bagi penelitian lanjutan bagi yang memiliki minat lebih dalam terhadap ekstraksi biopolimer dari limbah pertanian atau pengembangan produk berbasis pektin. Jika memungkinkan, lakukan uji viskositas larutan pektin pada berbagai konsentrasi dan pH, serta uji pembentukan gel yang lebih komprehensif misalnya, kekuatan gel, waktu gelasi, dan stabilitas gel pada kondisi penyimpanan yang berbeda untuk lebih memahami sifat fungsional pektin.

DAFTAR PUSTAKA

Anwar, K., Mardiyono, M., & Harmastuti, N. (2022). Karakteristik Pektin Kulit Buah Sukun (Artocarpus altilis (Park.) Fosberg) dan Uji Kemampuan Adsorpsi Logam Berat pada Limbah Laboratorium Stifera Semarang. *Jurnal Ilmiah Sains*, *22*(1), 8. https://doi.org/10.35799/jis.v22i1.35537

Fajriatu Shabrina, A., Fitriyano, G., Purnawan, I., & Hidayati Fithriyah, N. (2024). Ekstraksi Pektin dari Kulit Pisang (Musa Paradisiaca) Sebagai Bahan Pengental Saus Cabai. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi* https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/22485/10447

Febriyanti, Y., Rahman Razak, A., Sumarni, N. K., Soekarno, J., Km, H., Tadulako, K. B., & Palu, T. (2018). Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit Buah Kluwih(Artocarpus camansi Blanco). *KOVALEN*, *4*(1), 60–73. https://doi.org/10.22487/kovalen.2018.v4.i1.10185

Gopi, D., Kanimozhi, K., Bhuvaneshwari, N., Indira, J., & Kavitha, L. (2014). Novel banana peel pectin mediated green route for the synthesis of hydroxyapatite nanoparticles and their spectral characterization. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *118*, 589–597. https://doi.org/10.1016/j.saa.2013.09.034

Husni, P., Ikhrom, U. K., & Hasanah, U. (2021). Uji dan Karakterisasi Serbuk Pektin dari Albedo Durian sebagai Kandidat Eksipien Farmasi. *Majalah Farmasetika*, *6*(3), 202. https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i3.33349

Indrawati, R., Nitte, O. L., & Yuniati, Y. (2024). Karakterisasi Pektin yang Diekstraksi dari Kulit Pisang Ambon Hijau (Musa acuminata Colla) dengan Spektroskopi FT-IR dan Analisis Kemometrik. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, *20*(1), 1. https://doi.org/10.20961/alchemy.20.1.70208.1-11

Kozioł, A., Środa-Pomianek, K., Górniak, A., Wikiera, A., Cyprych, K., & Malik, M. (2022). Structural Determination of Pectins by Spectroscopy Methods. *Coatings*, *12*(4). https://doi.org/10.3390/coatings12040546

Lai, J. C. H., Mahesan, D., Shairah, N. A., & Baini, R. (2022). Characterization and Optimization of extracted pectin from unripe banana and mango fruit peels. *Materials Today : Proceedings*, 3020–3029. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.580

Megawati, & Yaniz, A. U. (2015). Ekstraksi Pektin Kulit Buah Naga (Dragon Fruit) dan Aplikasinya Sebagai Edible Film. *JBAT*, *4*(1), 16–23. https://doi.org/10.15294/jbat.v3i1.3097

Michael, Tuandinata, T., & Buysang, L. G. (2023). Studi Ekstraksi Pektin dari Pisang Kepok (Musa paradisiaca): Pengaruh Jenis Pelarut, pH, dan Metode Ekstraksi. *Jurnal Ilmiah Penalaran Dan Penelitian Mahasiswa*, *7*(1). https://www.jurnal.ukmpenelitianuny.id/index.php/jippm/article/view/278/172

Nurhaeni, Atjiang, N. A., Hardi, J., Diharnaini, & Khairunnisa. (2018). Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit dan Dami Buah Cempedak (Artocarpus chempeden) Extraction and Characterization of Pectin from The Skin and Rags of Cempedak Fruit (Artocarpus chempeden). *KOVALEN*, *4*(3), 304–315. https://doi.org/10.22487/kovalen.2018.v4.i3.11857

Nurhayati, N., Maryanto, M., & Tafrikhah, R. (2016). Ekstraksi Pektin dari Kulit dan Tandan Pisang dengan Variasi Suhu dan Metode (Pectin Extraction from Banana Peels and Bunch with Various Temperatures and Methods). *Jurnal Agritech*, *36*(03), 327. https://doi.org/10.22146/agritech.16605

Rahmayulis, Dari, T. U., & Hilmarni. (2023). Penetapan Kadar Pektin dan Metoksil Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus Polyrhizus) yang Diekstraksi Dengan Metode Refluks L.). *Jurnal MIPA* 12(2),38-42. https://doi.org/10.35799/jm.v12i2.44984

Randa, A., & Tang, M. (2021). Ekstraksi Pektin dari Kulit Pisang Kepok (Musa paradisiaca L) dan Diaplikasikan Pada Selai Tomat (Solanum lycopersicum). *SAINTIS*, *2*(1). https://journal.ft.unibos.ac.id/index.php/saintis/article/view/116

Ristianingsih, Y., Lestari, I., & Wulanandari, W. (2021). *Pektin : Biosorben*. Yogyakarta : LPPM UPN Veteran Yogyakarta.

Roikah, S., Rengga, W. D. P., Latifah, & Kusumastuti, E. (2016). Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin Dari Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi,L). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, *5*(1), 29–36. https://journal.unnes.ac.id/nju/jbat/article/view/5432/4824

Tambunan, A. Y., Azhari, & Dewi, R. (2022). Pemanfaatan Limbah Kulit Jeruk Manis Sebagai Pektin Dengan Metode Ekstraksi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, *11*(1), 112–121.

Tugon, T. D. A., Larasati, R. D., Adnan, S., Sucimilawati, E., Agustiani, F. S., & Jaswir, I. (2023). Characterization of Banana Peel Pectin (Musa acuminata Colla) as a Potential Halal Pharmaceutical Excipient. *Indonesian Journal of Halal Research*, *5*(1), 41–52. https://doi.org/10.15575/ijhar.v5i1.21285

Tuhuloula, A., Budiyarti, L., & Fitriana, E. N. (2013). Karakterisasi Pektin dengan Memanfaatkan Limbah Kulit Pisang Menggunakan Metode Ekstraksi. *KONVERSI*, 2(1),21-27. https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/konversi/article/view/123/80

Tumangger, R. S., Jalaluddin, Nurlaila, R., Ginting, Z., & Muhammad. (2022). Pengaruh Asam Nitrat (HNO3) Sebagai Pelarut Pada Ekstraksi Pektin dari Okra (Abelmoschus Esculentus). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, *11*(1), 91–101. https://doi.org/10.29103/jtku.v11i1.7252

Yati, K., Ladeska, V., & Putra Wirman, A. (2017). Isolasi Pektin dari Kulit Buah Naga (Hylocereus polyrhizus) dan Pemanfaatannya Sebagai Pengikat Pada Sediaan Pasta Gigi. *Media Farmasi* 14(1), 1-16, https://doi.org/ 10.12928/mf.v14i1.9824