

Production of Pectin from Sweet Orange Peel (Citrus sinensis) with Different Volume of HCl

Pembuatan Pektin dari Limbah Kulit Jeruk Manis (Citrus sinensis) dengan Variasi Volume Pelarut HCl

Miana Sari Tinambunan^b, Cindi Amborowati^{a,*}

^aProgram Studi Teknik Kimia, Fakultas FTI, Universitas Islam Indonesia

^bProgram Studi Petro dan Oleo Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda

*Corresponding author: cindiamborowati@gmail.com

Diterima: 05 November 2024, Direvisi: 18 November 2024, Diterbitkan: 09 Desember 2024

ABSTRACT

Sweet orange peel waste contains various useful chemical compounds, one of which is pectin. Pectin is a thickening agent commonly used in the food industry. Pectin is obtained by extracting it using acidic solvents. This study aims to determine the effect of HCl solvent volume on the pectin produced. Sweet orange peel was extracted as much as 10 g using 0.5 HCl solvent with solvent volume 300, 400, 500, 600, 700 mL at 90 °C for 2 hours. The resulting pectin characteristic testing is compared with IPPA (International Pectin Producers Association) pectin quality standards. The highest yield was obtained at a solvent volume of 400 mL of 11.11%. The water content does not meet the standard because the magnitude is above 12. The characterization of methoxyl levels is classified as high methoxyl because it has a methoxyl value of >7.12 and an esterification degree of >50. Galacturonate levels are high at 54.46% and equivalent weight is low at 388.85 mg. Certain wavenumber results in the FTIR test indicate conformity with the pectin structure.

Keywords: *Extraction, FTIR characteristics, Pectin quality, Sweet orange peel.*

ABSTRAK

Limbah kulit jeruk manis mengandung berbagai kandungan senyawa kimia yang bermanfaat, salah satunya adalah pektin. Pektin adalah bahan pengental yang biasanya digunakan pada industri makanan. Pektin diperoleh dengan cara diekstrak menggunakan pelarut asam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh volume pelarut HCl terhadap pektin yang dihasilkan. Kulit jeruk manis diekstraksi sebanyak 10 g menggunakan pelarut HCl 0,5% dengan volume pelarut 300, 400, 500, 600, 700 mL pada suhu 90°C selama 2 jam. Pengujian karakteristik pektin yang dihasilkan dibandingkan dengan standar mutu pektin IPPA (*International Pectin Producers Association*). Rendemen paling tinggi diperoleh pada volume pelarut 400 mL sebesar 11,11%. Untuk kadar air tidak memenuhi standar karena besarnya diatas 12%. Karakterisasi kadar metoksil tergolong metoksil tinggi karena memiliki nilai metoksil >7,12% dan Derajat esterifikasi >50%. Kadar Galakturonat tergolong tinggi yaitu 54,46% dan Berat ekivalen tergolong rendah yaitu 388,85 mg. Hasil bilangan gelombang tertentu pada uji FTIR menunjukkan kesesuaian dengan struktur pektin.

Kata kunci: *Ekstraksi, kulit jeruk manis, kualitas pektin, karakteristik, FTIR*

PENDAHULUAN

Pektin merupakan produk karbohidrat yang dimurnikan dari ekstraksi asam pada kulit buah. Umumnya pektin terdapat dalam dinding sel primer, khususnya di sela-sela selulosa dan hemiselulosa (Fitria, 2013). Pada tanaman, pektin berperan sebagai bahan perekat antara dinding sel serta menjaga stabilitas jaringan dan sel. Pektin banyak digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan selai, jelly, kembang gula, obat-obatan dan juga kosmetik. Untuk mencukupi kebutuhan pektin, Indonesia masih mengimpor pektin. Pada tahun 2021, sejumlah 455,035 ton pektin diimpor ke Indonesia dengan biaya sebesar 6.635.609 US\$ (BPS, 2022). Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa jumlah pektin yang diimpor sangat banyak hingga mencapai ratusan ton dan biaya yang digunakan untuk mengimpor pektin tinggi. Oleh karena itu produksi pektin di Indonesia perlu ditingkatkan agar kebutuhan pektin dapat terpenuhi tanpa harus melakukan impor. Pektin dapat ditemukan pada berbagai tanaman, salah satunya kulit jeruk. Di Kalimantan Timur produksi buah jeruk sangat besar. Berdasarkan data BPS Kalimantan Timur (2022) produksi buah jeruk manis mencapai 7.755 ton / tahun. Menurut Nur Aini (2021) persentase kulit pada satu buah

jeruk sebesar 30-35%. Dari data tersebut dapat diketahui apabila produksi jeruk manis sebesar 7.755 ton/tahun maka terdapat limbah kulit jeruk sebesar 2.326-2.714 ton/tahun.

Pada umumnya daging jeruk dikonsumsi dalam bentuk buah segar atau dijadikan bahan olahan makanan. Sedangkan kulit jeruk hanya menjadi limbah yang belum dimanfaatkan. Pada kulit jeruk yang baru dipanen mengandung sekitar 70% air, 6-8% gula, dan asam organik dengan jumlah kecil. Kulit jeruk manis juga memiliki kandungan pektin sekitar 25-30% basis kering (Kute dkk, 2009). Banyaknya kandungan yang terdapat pada kulit jeruk manis dapat meningkatkan nilai ekonomis kulit jeruk bila dimanfaatkan dengan baik. Salah satunya dengan memanfaatkan pektin yang ada pada kulit jeruk manis tersebut. Proses pengambilan pektin pada jaringan tanaman dapat dilakukan dengan cara ekstraksi menggunakan asam klorida (Muhidin, 2001).

Penelitian tentang pembuatan pektin dari kulit jeruk manis pernah dilakukan oleh Latupeirissa (2019) dengan judul Ekstraksi dan karakterisasi pektin kulit jeruk manis kasar. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan kadar pektin yang diperoleh dari kulit jeruk manis

kisar adalah 82,82% dan identifikasi gugus fungsi dari pektin menggunakan spektrofotometer FTIR. Karakterisasi pektin dari kulit jeruk manis kisar berupa berat ekuivalen (BE) adalah 2011,6 mg, kadar metoksil 1,17%, kadar asam galakturonat 41,64%, kadar air 28,46%, kadar abu 11,92%, dan derajat esterifikasi 15,95%.

Pada saat proses pembuatan pektin ada beberapa faktor yang mempengaruhinya, salah satunya adalah volume pelarut pada saat ekstraksi. Semakin banyak volume asam yang ditambahkan, maka semakin banyak rendemen pektin yang dihasilkan. Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian ini dilakukan variasi volume pelarut asam klorida pada saat ekstraksi pektin. Produk pektin yang dihasilkan kemudian diuji menggunakan FTIR dan sifat kimia pektin berdasarkan standar IPPA (*International Pectin Procedures Association*).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat

Alat yang digunakan adalah pisau, tray, gelas kimia, oven, blender, spatula, kertas saring. Pipet ukur, termometer, hotplate, neraca digital, indikator pH, erlenmeyer, corong, satu set alat titrasi.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit jeruk manis, HCl 0,5%, etanol 96%, akuadest, NaCl, Indikator Phenolphthalein, NaOH 0,1 N dan 0,25N

Prosedur Penelitian

Kulit jeruk manis dicuci hingga bersih dan dipotong kecil. Kemudian dikeringkan dengan oven bersuhu 70 °C hingga masa konstan dan dihaluskan dengan blender. Lalu kulit jeruk di ayak dengan ukuran 60 mesh.

Serbuk kulit jeruk sebanyak 10 gram diekstraksi dengan pelarut HCl 0,5% dengan variasi rasio bahan dan volume pelarut (1:30, 1:40, 1:50, 1:60, dan 1:70) dengan kondisi pH 1 pada labu leher tiga yang disambungkan dengan kondensor. Kemudian dipanaskan dengan hotplate dengan bantuan magnetic stirrer selama 2 jam pada suhu 90 °C. Lalu didinginkan dan disaring menggunakan kertas saring. Filtrat yang diperoleh ditambahkan etanol 96% dengan perbandingan 1:1. Kemudian diendapkan selama 17 jam lalu menyaring endapan yang terbentuk. Kemudian endapan tersebut dicuci dengan etanol dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 40 °C selama 14 jam.

Pektin yang diperoleh dinalisa kualitatif, rendemen, berat ekuivalen, kadar metoksil, kadar air, kadar asam galakturonat, dan derajat esterifikasi.

PEMBAHASAN

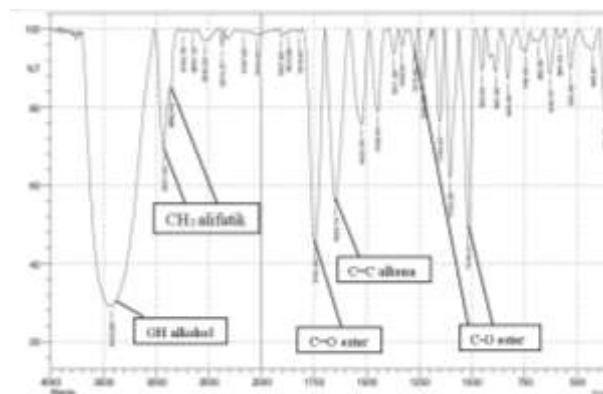
Uji Kualitatif

Farmakope Indonesia V (2014) menyatakan bahwa pektin berbentuk serbuk, berwarna putih kekuningan dan hampir tidak berbau. Sedangkan pektin yang dihasilkan berwarna coklat dan tidak berbau. Warna pada pektin yang dihasilkan melalui proses ekstraksi tergantung dari bahan yang diekstrak. Pektin hasil ekstraksi kemudian uji kualitatif.

Uji yang pertama adalah kelarutan didalam air. Uji kelarutan dalam air dilakukan dengan cara memanaskan campuran pektin dan air dalam tabung reaksi. Hasil pemanasan menunjukkan bahwa hasil ekstraksi yang dihasilkan adalah pektin yang ditandai dengan ekstrak larut dalam air dan membentuk larutan kental seperti koloid. Hal ini sesuai dengan sifat pektin yang larut dalam air dengan adanya pembentukan koloid (Nurhaeni, dkk., 2018).

Pengujian yang kedua adalah uji FTIR Hasil pengukuran spektrum FTIR menunjukkan gugus fungsi dan memberikan informasi struktural pektin hasil ekstraksi dari kulit jeruk manis. Rentang bilangan gelombang pada daerah yang sering dianalisa dengan spektroskopi inframerah adalah pada daerah 4000-400 cm^{-1} . Gugus fungsional utama pada pektin biasanya terletak pada area bilangan

gelombang 1000-2000 cm^{-1} (Ismail dkk, 2012). Hasil dari serapan spektrum IR pektin pada bahan baku kulit jeruk manis dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 1. grafik spektrum FTIR Senyawa Pektin Kulit Jeruk Manis

Berdasarkan hasil spektrum FTIR makadapat diinterpretasikan gugus fungsi yang terdapat pada senyawa pektin kulit jeruk manis pada tabel 1 berikut

Tabel 1. Area bilangan gelombang pada Hasil Uji FTIR

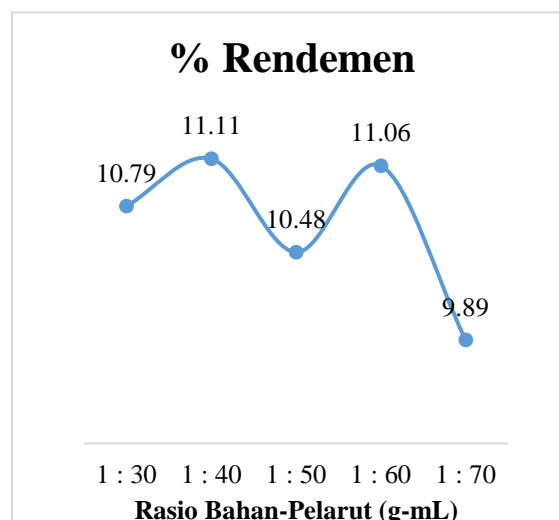
Daerah Frekuensi cm^{-1}	Daerah spektrum	Interpretasi Gugus.
3000-3750	3423,65	OH (Alkohol)
2850-2970	2927,94 - 2860,43	CH ₃ (Alifatik)
1690-1760	1745,58	C=O (Ester)
1610-1680	1649,14	C=C (Alkena)
1050-1300	1018,41 - 1274,95	C-O (Eter)

Berdasarkan spektrum IR pada gambar 1 dapat dilihat adanya puncak serapan pada bilangan gelombang 3423,65

cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus OH-alkohol yang berada pada kisaran spektrum 3000-3750 cm^{-1} . Serapan pada bilangan gelombang 2927,94 - 2860, 43 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus CH_3 -alifatik yang berada pada kisaran spektrum 2850 - 2970 cm^{-1} . puncak serapan pada panjang gelombang 1745,58 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C=O-ester yang berada pada kisaran spektrum 1690 - 1710 cm^{-1} . Pada puncak serapan 1649,14 cm^{-1} menunjukkan serapan gugus C=C-alkena yang berada pada kisaran spektrum 1610 - 1680 cm^{-1} . Puncak serapan pada panjang gelombang 1018,41 - 1274,95 cm^{-1} menunjukkan serapan gugus C-O-ester yang berada pada kisaran spektrum 1050 - 1300 cm^{-1} . Karakter gugus fungsional yang terukur oleh spektrofotometer FTIR dengan masing - masing serapan terdapat vibrasi OH-alkohol, CH_3 -alifatik, C=O-ester, C=C-ester C=C-alkena, dan C-O-ester. Hal ini menunjukkan bahwa gugus sesuai dengan struktur pektin.

Uji Kuantitatif

Uji kuantitatif yang pertama yaitu pengaruh rasio bahan dan pelarut terhadap rendemen. Rendemen adalah perbandingan berat kering ekstrak dengan jumlah bahan baku. Hasil rendemen ekstraksi pektin yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 2.

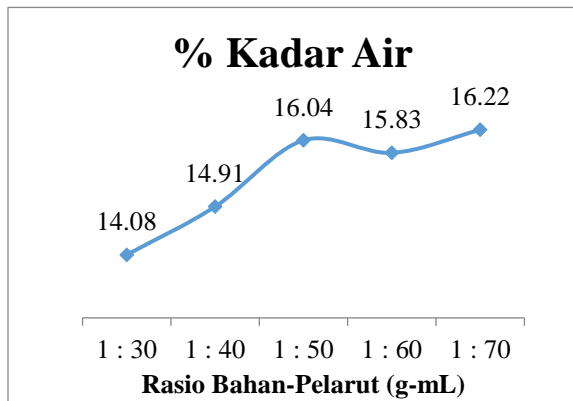


Gambar 2. Grafik pengaruh rasio bahan

dan pelarut terhadap rendemen pektin

Pada gambar 2 menunjukkan pada rasio bahan dan pelarut 1:40 diperoleh rendemen pektin paling tinggi sebesar 11,1062%. Menurut Perina, dkk (2007) semakin banyak pelarut yang digunakan maka pektin yang diekstrak juga akan semakin banyak karena pelarut dapat melarutkan hampir semua pektin yang terkandung dalam kulit jeruk. Tetapi pada rasio 1:50 dan 1:70 mengalami penurunan karena pelarut yang digunakan telah jenuh. Pelarut yang telah jenuh kemampuan mengekstraknya jadi kurang optimal.

Uji yang kedua yaitu pengaruh rasio bahan dan pelarut terhadap kadar air. Kadar air adalah jumlah air yang terdapat pada sampel yang dinyatakan dalam persen. Hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada gambar 3.

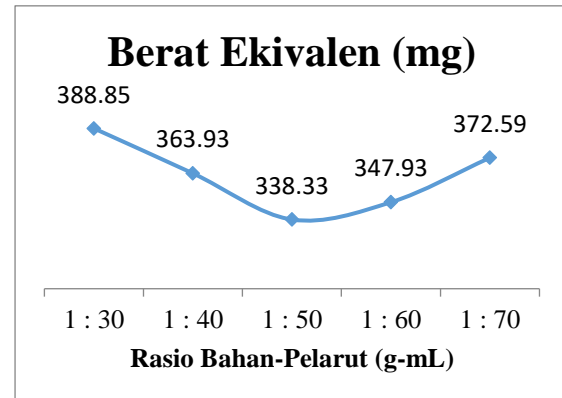


Gambar 3. Grafik pengaruh rasio bahan dan pelarut terhadap kadar air

Dari gambar 3 dapat diketahui bahwa kadar air pada pektin semakin meningkat. Kadar air yang diperoleh pada penelitian ini tidak sesuai dengan standar IPPA dimana standar bakunya maksimum 12%. Kadar air yang tinggi dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan tempat penyimpanan pektin. Tempat penyimpanan yang lembab dan tidak terisolasi menyebabkan kadar air pektin meningkat karena uap air diudara dapat terserap oleh pektin.

Uji yang ketiga yaitu pengaruh rasio bahan dan pelarut terhadap berat ekuivalen. Berat ekuivalen merupakan ukuran terhadap kandungan gugus asam galakturonat bebas (tidak teresterifikasi) dalam rantai molekul pektin. Asam pektat murni merupakan asam pektat yang seluruhnya tersusun dari asam poligalakturonat yang bebas dari gugus metil ester, jadi tidak mengalami esterifikasi. Semakin sedikit gugus asam bebas berarti semakin tinggi berat ekuivalen. Pengaruh volume pelarut terhadap berat

ekivalen yang dihasilkan pada penelitian dapat dilihat pada grafik 4.



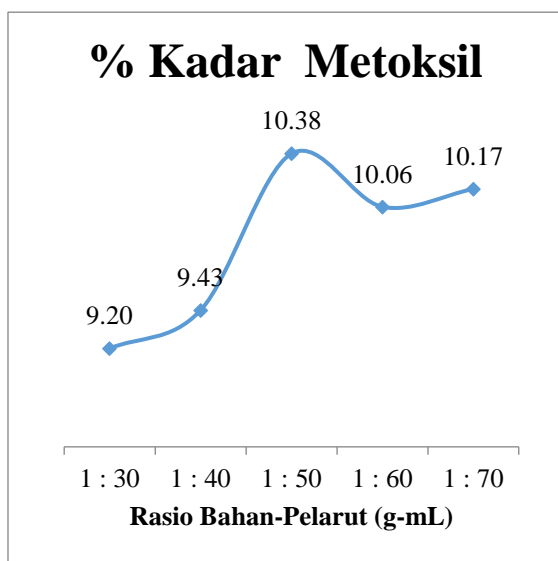
Gambar 4. Grafik pengaruh rasio bahan dan pelarut terhadap berat ekuivalen

Berdasarkan grafik 4 dapat dilihat bahwa berat ekuivalen yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 330 - 380 mg sedangkan standar mutu IPPA berat ekuivalen yaitu 600 - 800 mg sehingga berat ekuivalen pada penelitian ini tidak mencapai standar baku mutu pektin. Pektin hasil ekstraksi berbentuk serbuk yang apabila dikontakkan dengan air akan menggumpal dan terhidrasi sebagian. Oleh karena itu agar pektin dapat larut sempurna maka pada saat penentuan berat ekuivalen, pektin dilembabkan menggunakan etanolterlebih dahulu agar terbasahi seluruhnya hingga inti serbuk (Shasha, dkk., 2013; Seymour dan Knox, 2000). Pelarut yang digunakan pada saat analisis adalah air bebas CO₂ karena adanya gas CO₂ dalam air dapat bereaksi dengan NaOH yang digunakan untuk proses analisis membentuk garam

karbonat sehingga mempengaruhi proses analisis (Oule, dkk., 2013). NaCl ditambah untuk mempertajam titik akhir titrasi (Shasha, dkk., 2013).

Berdasarkan pernyataan Vitria (2013) yang mempengaruhi berat ekuivalen adalah sifat pektin hasil ekstraksi itu sendiri, serta proses titrasi yang dilakukan. Jadi ketepatan pada saat titrasi berpengaruh terhadap nilai berat ekuivalen pada penelitian ini.

Uji yang keempat yaitu pengaruh rasio bahan dan pelarut terhadap kadar metoksil. Kadar metoksil merupakan jumlah metanol yang terdapat didalam pektin. Kadar metoksil pektin memiliki peranan penting dalam menentukan sifat fungsional larutan pektin dan dapat mempengaruhi struktur dan tekstur dari gel pektin. Pengaruh rasio bahan dan pelarut terhadap kadar metoksil dapat dilihat pada gambar 5.

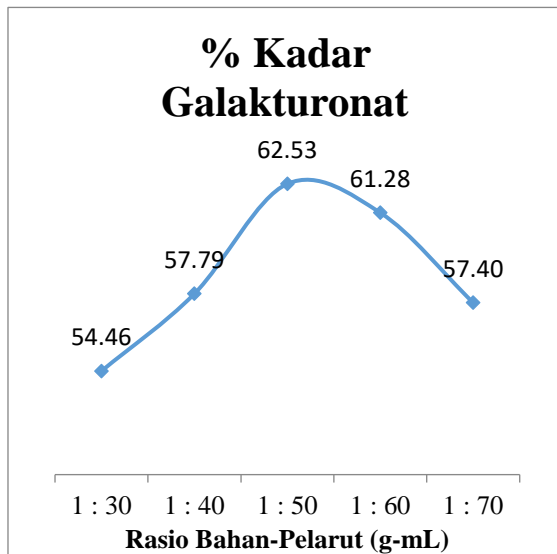


Gambar 5. Grafik pengaruh rasio bahan

dan pelarut terhadap kadar metoksil

Dari gambar 5 menunjukkan kadar metoksil yang diperoleh hasilnya fluktuatif, tetapi perbedaannya tidak terlalu jauh. Faktor kesalahan pada saat titrasi dalam analisa kadar metoksil dapat mempengaruhi hasil yang diperoleh. Kadar metoksil yang diperoleh pada penelitian ini berkisar dari 9-11%. Berdasarkan standar IPPA kadar metoksil dibagi menjadi dua jenis yaitu, pektin dengan metoksi tinggi yaitu lebih dari 7,12% dan pektin dengan metoksil rendah yaitu kurang dari 7%. Pada penelitian ini kadar metoksil yang dihasilkan termasuk kedalam metoksil tinggi. Semakin tinggi kadar metoksil suatu pektin, maka semakin banyak jumlah gugus karboksil maka pektin akan lebih cepat dalam membentuk gel, sehingga kualitas pektin semakin tinggi (Zahrotun, dkk., 2013).

Uji yang kelima yaitu pengaruh rasio bahan dan pelarut terhadap kadar asam galakturonat. Kadar galakturonat serta muatan molekul pektin berperan penting dalam penentuan sifat fungsional larutan pektin. Kadar galakturonat dapat mempengaruhi struktur dan tekstur dari gel yang terbentuk (Aziz, dkk., 2018). Kadar galakturonat yang diperoleh pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 6.

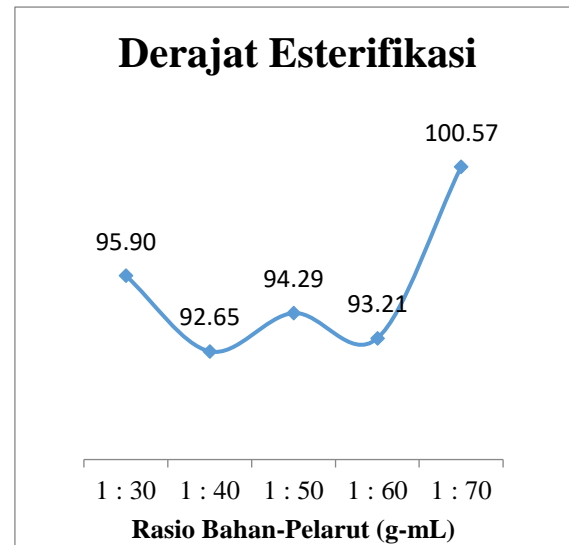


Gambar 6. Grafik pengaruh rasio bahan dan pelarut terhadap kadar asam galakturonat

Berdasarkan gambar 6 dapat dilihat bahwa kadar galakturonat yang dihasilkan dari penelitian ini memenuhi standar IPPA yaitu minimal 35%. Asam galakturonat merupakan komponen dasar asam pektinat dan asam pektat sehingga berat ekuivalen dan kadar metoksil pektin akan saling berkaitan (Prayanasa, dkk. 2022). Semakin tinggi kadar galakturonat maka mutu pektin juga semakin tinggi karena kadar galakturonat menggambarkan kemurnian pektin.

Uji yang keenam yaitu pengaruh rasio bahan dan pelarut terhadap derajat esterifikasi. Derajat esterifikasi merupakan persentase jumlah residu asam D-galakturonat yang gugus karboksilnya teresterifikasi dengan etanol. Derajat esterifikasi diperoleh dari perbandingan antara kadar metoksil dengan kadar

galakturonat. Derajat esterifikasi yang diperoleh pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik pengaruh rasio bahan dan pelarut terhadap derajat esterifikasi

Berdasarkan gambar 7 dapat dilihat derajat esterifikasi paling tinggi diperoleh pada rasio bahan dan pelarut 1:70 yaitu sebesar 100,571%. Berdasarkan IPPA pektin dengan ester rendah memiliki derajat esterifikasi dibawah 50% sedangkan pektin dengan ester tinggi memiliki derajat esterifikasi diatas 50%. Derajat esterifikasi pektin berkaitan dengan kadar metoksil dan kadar asam galakturonat (Prayanasa, dkk., 2022). Jadi derajat esterifikasi yang diperoleh termasuk kedalam ester tinggi karena dipengaruhi oleh nilai kadar metoksil dan nilai kadar galakturonat yang diperoleh pada saat penelitian ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pemuatan pektin dari kulit jeruk manis

dapat disimpulkan bahwa rendemen tertinggi diperoleh pada rasio bahan dan pelarut 1:40 sebesar 11,11%. Karakteristik pektin berupa kadar metoksil dan kadar asam galakturonat terbaik diperoleh pada rasio bahan dan pelarut 1:50 yaitu 62,53%. Kadar air dan berat ekuivalen belum memenuhi standar mutu pektin. Derajat esterifikasi pada pektin yang dihasilkan tergolong kedalam ester tinggi Karakter gugus fungsional yang terukur oleh spektrofotometer FTIR dengan masing - masing serapan terdapat vibrasi OH-alkohol, CH₃-alifatik, C=O-ester, C=C-ester C=C-alkena, dan C-O-ester. Hal ini menunjukkan bahwa gugus sesuai dengan struktur pektin.

DAFTAR PUSTAKA

- 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, 33-34.
- Anam, Choirul. Sirojudin et al. (2007). "Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FT-IR.” *Berkala Fisika*. 10 (1). 79-85.
- Arimpi, A., & Pandia, S., (2019). "Pembuatan Pektin dari Limbah Kulit Jeruk (*Citrus Sinensis*) Dengan Metode Ekstraksi gelombang ultrasonik Menggunakan pelarut Asam Sulfat (H₂SO₄).” Departemen Teknik Kimia, Fakultas teknik, Universitas sumatra Utara, Medan. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 8 N0.1.
- Azad, A.K.M., Ali, M.A., Akter, Mst. Sorifa, Rahman Md. Jiaur, Ahmed M. (2014). Isolation and Characterization of pectin Extracted from Lemon Pomace during Ripening. *Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2(2):30-35.
- Aziz, T. Johan, M.E.G., & Sri, D. (2018). "Pengaruh jenis pelarut, Temperatur dan waktu Terhadap Karakterisasi pektin Hasil Ekstraksi dari Kulit Buah Naga (*Hylocereuspolyrhizus*).” *Jurnal teknik Kimia*. No. 1, Vol. 24.
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri Impor Desember 2021* [online]. Available: <https://www.bps.go.id/publication/2022/03/01/b3a21519f1598b4b439b00c3/buletin-statistik-perdagangan-luarnegeri-impor-desember-2021.html>.
- Budiyanto, Agus. (2008). "Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi Terhadap karakter pektin dari Ampas jeruk Siam (*Citrus nobilis L*)” . Balai Besar penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian : Bogor.
- BPS. (2022). Kaltim Dalam Angka 2022. Kabupaten Paser : BPS Provinsi Kalimantan timur. *Badan Pusat Statistik (bps.go.id)*. diakses pada juni 2023.
- Chusnul. (2011). Spektroskopi IR, *www.Scribd.com*, diakses tanggal 10 juni 2023.
- Constenla, D., & Lozano, Z. E. (2012). *Kinetic Model of Pectin Demethylation*. Latin american Applied Research, 33(2), 77-84.
- Devianti. V. A., Sa'diyah, L., Amalia, A. R (2020). 'Penentuan Mutu Pektin Dari Limbah Kulit Pisang dengan Variasi Volume Pelarut Asam Sitrat.' Program studi DIII Farmasi, Akademi Farmasi surabaya , Surabaya, Jawa Timur, Indonesia. *Jurnal Kima (Journal Of Chemistry)* 14 (2).

- Fauzan, A., Risnandar, T.D., Anisa,V.R., Sihombing, R.P (2022). “Karakteristik Kadar Metoksil Dan Kadar Asam Galakturonat pada Ekstrak Pektin dari Kulit Jeruk Manis Pacitan pada Suhu 90 °C.” *Prociding The 13Th Industrial Research Workshop and national Seminar*. Bandung.
- Fitriani, V., (2003). “Ekstraksi dan karakterisasi Pektin dari Kulit jeruk lemon (*Citrus medica* var Lemon).” Skripsi. FATETA-IPB, Bogor.
- Guichard, E.S.A., Issanchou, Descovieres & P. Etievan. (1991). Pectin Concentration , Moleculer Weight and degre of Esterification . Influence and Volatile Composition and Sensory Characteristic of Strawberry Jam. *Food Science*, 56: 1621.
- Hanum, F., Kaban, I.M.D., & Tarigan, M.A., (2012). “Ekstraksi pektin dari kulit Buah Pisang raja.” *Jurnal teknik Kimia Universitas sumatra utara*, Vol. 1, No.2.
- Hongping, H., Ray, F.L., & Jianxi, Z. (2004). *Infrared Study of HDTMA*. Intercalated Montmorillaonite. Elsevier. Vol. 60 (12), Hal: 2853-2859.
- IPPA (*InternationalPectin Procedures Association*). (2003). What is Pectins. [International Pectin Producers Association \(prezly.com\)](http://InternationalPectinProducersAssociation.com). Diakses pada 10 juni 2023.
- Ismail, N.S.M., Ramli, N., Hani, N.M., & Meon, Z. (2012). Ekstraktion and Characterization of Pectin From Dragon Fruit (*Hylocereus polyhizus*) Using Various Extraction Condition. *Journal Sains Malaysiana*. 41.(1): 41-45.
- Kute, A. -B., Mohapatra, -D, Kotwaliwale, -N., Giri,S.-K., Sawant, B. -P., (2019). Characterization of Pectin Extracted from Orange Peel Powder Using Microwave-Assisted and acid Extraction Methods. *Agricultural Research*. 9,241-248.
- <https://doi.org/10.1007/s40003-019-00419-5>.
- Khopkar, S. M., (2008). *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press, Jakarta.
- Latupeirissa, J., Francina, E.G., Tanasale, M.F., & Batawi, C.Y. (2019). “Ekstraksi dan Karakterisasi pektin Kulit Jeruk manis kisar (*Citrus Sp*).” *J. Chem.Res.* 7(1) 53-60.
- Madjaga, B. H., Nurhaeni, N., & Ruslan, R. (2017). Optimalisasi Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Sukun (*Artocarpus altilis*). *Kovalen*, 3(2), 158.
- Muhidin. (2001). *Papain dan Pektin* , Penerbit: Penebar Swadaya.
- Mauliyah, N.H. (2006). “Ekstraksi dan karakterisasi Pektin dari limbah proses Pengolahan jeruk pontianak (*Citrus nobilis* var *microcarpa*), Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nadir, M., Latifah, F., dan Meylinda, P (2019). “Rendemen dan Karakterisasi Pektin dari Kulit Nenas dan Kulit Buah Naga Dengan *Microwave Assisted Extraction* (MAE).” *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, Samarinda, pp. 124-128.
- Nelson, D.B., C.J.B., Smith & R.L. Wiles. (1977). Comercially inportant pectic substances . *Di dalam* H.D. Graham (eds). *Food Coloids*. AVI. Publ. inc., Wesport, Connecticut.
- Pavia, D., Lampman, G.M., Kriz, G.S., & Vyvyan, J.R. (2009). *Introduction to spectroscopy edition IV*. Washington: Departement of Chemistry. Wastern Wasington University.
- Perina, I., Satiruiani, Soetaredjo, F.E., & Hindarso, H. (2007). Ekstraksi Pektin dari Berbagai Macam Kulit Jeruk. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*, 6(1), 1-10.

- Pereira, P.H.F., Oliveira, T.I.S., Rosa, M.F., Cavalcante, F.L., Moates, G.K., Welner, N., Waldron, K.W., Azeredo, H.M.C., (2016). "Pectin Extraction from Promegante Peels with Citric Acid." *International journal of biological Macromolecules*. 88,373-379. <https://doi.org/10.1016./ijbio-mac.2016.03.074>.
- Prasetyowati, Sari, K.P., & Pesantri, H., (2009). "Ekstraksi pektin dari Kulit Mangga." *Jurnal Teknik kimia*. N0.4, vol. 16.
- Putra, D.R.R, et al. (2013). Evaluasi Ketahanan Jeruk (*Citrus sp*) Hasil Fusi Protoplas Jeruk Satsuma Mandarin (*Citrus nobilis*) Terhadap Infeksi Penyakit Kulit Diplodia (*Botryodiplodia theobromae*). *Journal HPT*. 1(1). Hal. 16-26.
- Putri, W. D. R. (2021). "Optimasi Konsentrasi Pelarut dan Waktu Ekstraksi Pektin kulit Jeruk manis (*Citrus sinensis*) Dengan Metode Maeserasi." *Jurnal Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya*, Vol 22. No.1.
- Rosalinda, Y., Laili, S., Noveriani, B.K., (2017). "Kajian Ekstraksi pektin dari limbah Jeruk rimau gerga Lebong (Jeruk RGL) dan jeruk kalamansi. *Agrointek, Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 11(2), 68-74. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v11i2.3174>.
- Sufy, Q. (2015). Pengaruh Variasi perlakuan Bahan Baku dan Konsentrasi Asam Terhadap ekstraksi dan Karakteristik Pektin dari Limbah Kulit Pisang kepok Kuning (*Musa Balbisiana BBB*). *Skripsi*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- V. Fitria, "Karakterisasi Pektin Hasil Ekstraksi dari Limbah Pisang Kepok (*Musa balbisiana ABB*)," Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta, 2013.
- Winarno, F.G (1997). "Kimia Pangan dan gizi." Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, jakarta.
- Whistler, R.L., & J.R. Daniel., (1985). Carbohydrates. *Di dalam* O.R. Fennema (eds). *Food Chemistry*, 2nd edition. Marcel Dekker, new York.
- Widyaningrum, et al. (2014). Ekstraksi dan Karakterisasi pektin dari Buah Pandan Laut (*Pandanustectorius*). Jurusan Keteknikan Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya, Malang, Vol 2. No. 2.
- Yustinah,. Fanandara, D., (2016). "Ekstraksi Minyak Atsiri dari Kulit Jeruk sebagai Bahan Tambahan pada Pembuatan Sabun." *Teknik Kimia Fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah : Jakarta*.
- Towle. G.A & Christensen.(1973). Pectin. *Di dalam* R.L Whistler (ed.) *Industrial gum*. Academic press. New York.