

## Pengaruh Suhu Dan Ph Ekstraksi Pektin Dari Limbah Kulit Buah

Prabandhani Pamikatsih\*, Gerald Dewa Agcaya, Akida Mulyaningtyas

Universitas Muhammadiyah Surakarta,

Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Sukoharjo, 57162

E-mail korespondensi: d500160138@student.ums.ac.id

Paper submit: 6 Juni 2020, Paper publish: September 2021

**Abstrak** – Pektin banyak dimanfaatkan pada berbagai industri, hampir 100% kebutuhan pektin di Indonesia dipenuhi secara impor karena belum ada produsen pektin dalam negeri. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau kondisi optimum (suhu dan pH) pada proses isolasi pektin dari campuran limbah kulit buah. Beberapa kulit buah dengan jumlah yang cukup melimpah yang berpotensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan pektin di antaranya adalah kulit buah naga daging merah (*Hylocereus polyrhizus*), pepaya (*Carica papaya*), melon (*Cucumis melo*), nanas (*Ananas comosus*), serta jeruk (*Citrus sinensis*). Dalam penelitian ini isolasi pektin dilakukan dengan cara ekstraksi menggunakan pelarut asam oksalat 1 N pada pH 1, 2, 3, 4 serta 5. Proses ekstraksi dijalankan pada suhu 70°C, selama 90 menit, dengan kecepatan pengadukan 500 rpm. Selain itu, proses ekstraksi juga dilakukan pada variasi suhu 60 °C, 70 °C, 75 °C, 80 °C dan 90 °C untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap karakteristik pektin yang dihasilkan. Karakterisasi pektin dilakukan dengan uji berat setara, kadar metoksil serta kadar abu. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kondisi operasi yang terbaik untuk ekstraksi pektin dari campuran limbah kulit buah adalah pH 2 dan suhu 70 °C, di mana pada kondisi tersebut diperoleh yield pektin sebesar 9,58-10,37 %, kadar metoksil 4,03-10,54 %, berat setara 608,33-702,54 mg, serta kadar abu 6,13-6,38 %.

**Kata kunci:** Ekstraksi, Kulit Buah, Pektin, Ph Ekstraksi, Suhu Ekstraksi

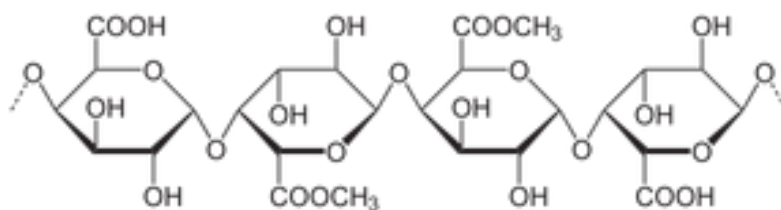
**Abstract** – There are many usages of pectin in many industries. Almost 100% of pectin needs are imported because there are no pectin producer in Indonesia. The aim of this research is to determine the optimum condition (temperature and pH) in the process of isolating pectin from fruit peels. There are red dragonfruit peel (*Hylocereus polyrhizus*), papaya peel (*Carica papaya*), melon peel (*Cucumis melo*), pineapple peel (*Ananas comosus*) and orange peel (*Citrus sinensis*). The method of pectin isolation process in this research is extraction with oxalic acid 1N in pH 1,2,3,4 and 5 in 70 °C for 90 minutes with a stirring speed of 500rpm. Beside that, extraction is also run in 60 °C, 70 °C, 75 °C, 80 and 90 °C to know the temperature effect in pectin characteristics. Pectin characterization were carried out by testing the equivalent weight, methoxyl content and ash content. According to the research, the optimum condition for pectin extraction is pH 2 in 70°C. In this condition obtained a pectin yield 9,58-10,37 %, methoxyl content 4,03-10,54%, equivalent weight 608,33-702,54mg and ash content 6,13-6,38 %.

**Keywords:** Extraction. Extraction Ph. Extraction Temperature. Pectin. Peels.

### PENDAHULUAN

Pektin merupakan polimer yang tersusun oleh monomer asam D-galakturonat dengan ikatan 1,4- $\alpha$ -glikosidik. Pektin juga tergolong ke dalam polisakarida yang larut dalam air (Aziz *et al*, 2018). Kegunaan utama pektin adalah sebagai *gelling agent* pada makanan dan minuman. Selain itu juga dapat

digunakan dalam industri farmasi sebagai bahan tambahan produk kesehatan (Zaidel *et al*, 2017). Contoh penggunaan pektin dalam bidang kesehatan adalah sebagai obat penurun kolesterol dan obat diare (Dewayani, 2017). Struktur molekul pektin ditunjukkan dalam gambar berikut.



Gambar 1. Struktur molekul pektin

Pektin dengan kualitas baik adalah pektin yang memiliki karakteristik berdasarkan standar yang ditetapkan oleh

*International Pectin Producer Association* (IPPA) 2003 sebagai berikut:

Tabel 1. Standar mutu pektin IPPA 2003

No.	Karakteristik pektin	Nilai
1	Kadar metoksil	7% ( <i>low methoxyl content</i> ) 7% ( <i>high methoxyl content</i> )
2	Berat setara	600-800 mg
3	Kadar abu	≤ 10%

Kebutuhan pektin semakin meningkat seiring dengan luasnya penggunaan pektin di berbagai sektor industri. Saat ini, hampir semua kebutuhan pektin di Indonesia dipenuhi secara impor, karena belum terdapat produsen pektin yang mampu mencukupi banyaknya kebutuhan pektin di Indonesia (Injilauddin *et al*, 2015). Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik, jumlah impor pektin di Indonesia dari tahun 2008 hingga 2012 berturut-turut yaitu 147,6 ton; 147,3 ton; 291,9 ton; dan 240,8 ton. Jumlah impor terbesar pada tahun 2011 sebesar 291,9 ton (291.870kg) senilai USD2.977.479 (Kementrian Pertanian, 2014).

Menurut (Sulihono *et al*, 2012), di dalam kulit buah terdapat senyawa pektin yang dapat diambil dengan cara ekstraksi menggunakan pelarut asam. Beberapa kulit buah yang diketahui memiliki kandungan pektin cukup tinggi di antaranya kulit buah naga daging merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebesar 20,34% (Zaidel *et al*, 2017), kulit buah pepaya (*Carica papaya*) sebesar 9,2% (Widodo *et al*, 2011), kulit buah melon (*Cucumis melo*) sebesar 29,48% (Raji *et al*,

2017), kulit buah nanas (*Ananas comosus*) sebesar 5,6% (Antika *et al*, 2017), serta kulit buah jeruk (*Citrus sinensis*) sebesar 20% (Perina *et al*, 2007).

Tingkat konsumsi buah di Indonesia cukup tinggi, yaitu sebesar 73,59% dari jumlah total penduduk (Badan Pusat Statistik, 2017). Selain dapat dikonsumsi, buah juga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pektin. Bagian buah yang berpotensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan pektin adalah kulit buah yang merupakan limbah dari buah dengan jumlah yang relatif banyak. Pelarut yang biasa digunakan dalam proses ekstraksi pektin adalah pelarut yang bersifat asam, seperti HCl, HNO<sub>3</sub>, dan ammonium oksalat (Puspitasari, 2017). Pelarut dengan pH yang lebih rendah cenderung menghasilkan *yield* pektin yang lebih tinggi.

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti ingin mengkaji proses ekstraksi pektin dengan bahan baku campuran limbah kulit buah naga merah, kulit buah nanas, kulit buah melon, kulit buah pepaya serta kulit buah jeruk dengan perbandingan berat yang sama dan menggunakan pelarut asam oksalat.

Peneliti berharap untuk bisa menemukan alternatif baru dalam pemenuhan kebutuhan pektin di Indonesia, sehingga dapat menekan tingginya angka impor pektin. selain itu juga diharapkan penelitian ini mampu meningkatkan nilai guna limbah kulit buah.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 24 Juli-4 Oktober 2019 di Laboratorium Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kulit buah naga merah, kulit buah nanas, kulit buah melon, kulit buah pepaya, kulit buah jeruk, asam oksalat, aquades, serta bahan penunjang lainnya. Alat yang digunakan meliputi serangkaian alat ekstraksi, *furnace*, *oven*, *blender*, buret serta alat penunjang lainnya.

Prosedur penelitian yang dilakukan meliputi:

### 1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku berupa limbah kulit buah tersebut di atas dikumpulkan dari pedagang rujak buah dan jus yang berada di sekitar kampus II Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pisahkan kulit buah dari pengotor, cuci lalu keringkan di bawah sinar matahari langsung selama 2 hari. Kemudian dihaluskan menggunakan *blender* hingga lolos ayakan 40 *mesh*.

### 2. Ekstraksi Pektin

Timbang bahan baku dengan perbandingan kulit buah melon, kulit buah nanas, kulit buah pepaya, kulit buah jeruk manis dan kulit buah naga daging merah berturut-turut 1:1:1:1:1 dengan berat total 20 gram. Dalam labu leher 3 tambahkan 240 mL larutan asam oksalat 1N (pH 1). Lakukan proses ekstraksi pada suhu 70°C selama 90 menit dengan kecepatan pengadukan 500 rpm. Ulangi prosedur tersebut

untuk pH ekstraksi 2, 3, 4 dan 5. Lakukan prosedur yang sama untuk variabel bebas berupa suhu (60°C, 70°C, 75°C, 80°C dan 90°C) pada pH 2 dengan variabel kontrol lain sama.

### 3. Pengendapan Pektin

Hasil ekstraksi disaring, dipisahkan antara filtrat dan residu. Filtrat ditambah etanol 96% dengan perbandingan volume 1:1, aduk hingga homogen dan diamkan selama 18 jam. Pisahkan kembali filtrat dan endapan yang terbentuk. Endapan dicuci dengan etanol 96% dan disaring. Pencucian diulangi sebanyak 5 kali.

### 4. Pengeringan Pektin

Endapan pektin yang telah bebas dari residu asam dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 4 jam. Pektin yang dihasilkan dari proses ekstraksi, dilakukan pengujian meliputi:

#### a. Analisa Rendemen/*Yield* Pektin

Pektin kering yang dihasilkan ditimbang, kemudian rendemen pektin dihitung dengan rumus :

$$yield = \frac{\text{berat pektin kering}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

#### b. Penentuan Berat Setara

Sampel pektin kering ditimbang 0,1 gram, dimasukkan ke erlenmeyer kemudian ditambah 1 mL etanol 96%, 0,2 gram NaCl dan 20 mL aquades. Aduk hingga homogen kemudian tambahkan 3 tetes indikator PP dan dititrasi dengan NaOH 0,1 N hingga berubah warna menjadi ungu. Berat setara dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{berat setara} = \frac{m \text{ sampel}}{v \text{ titrasi} \times N \text{ NaOH}} \times 100\%$$

## c. Penentuan Kadar Metoksil

Sampel pektin kering ditimbang 0,1 gram, dimasukkan ke erlenmeyer kemudian ditambah 1 mL etanol 96%, 0,2 gram NaCl, 5 mL NaOH 0,25 N, 5 mL HCl 0,25 N dan 20 mL aquades. Aduk hingga homogen kemudian tambahkan 3 tetes indikator PP dan dititrasi dengan NaOH 0,1 N. Kadar metoksil dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{metoksil} = \frac{v \text{ titrasi} \times N \text{ NaOH} \times 31}{m \text{ sampel}} \times 100\%$$

## d. Penentuan Kadar Abu

Keringkan cawan porselin dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam, kemudian dinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Sampel pektin ditimbang sebanyak 0,8 gram, masukkan ke *furnace* pada suhu 500°C selama 3 jam, kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan

ditimbang. Kadar abu dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{kadar abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel yang digunakan dalam ekstraksi pektin merupakan campuran kulit buah melon, kulit buah nanas, kulit buah pepaya, kulit buah jeruk manis dan kulit buah naga daging merah yang telah dikeringkan dan dihaluskan hingga lolos ayakan 40 *mesh* dengan total berat 20 gram, dengan pelarut Asam Oksalat 1 N dan diekstraksi dengan variasi suhu (60-90°C) dan variasi pH (pH 1-5). Beberapa parameter yang diuji untuk menentukan karakteristik pektin yang dihasilkan dari proses ekstraksi campuran limbah kulit buah di antaranya analisis *yield* pektin, analisis kadar metoksil, analisis berat setara serta analisis kadar abu. Hasil yang diperoleh dari proses ekstraksi dan analisis pektin dituliskan dalam tabel 2 dan 3 berikut.

Tabel 2. Hasil ekstraksi pektin pada suhu 60-90°C

Suhu (°C)	Yield pektin (%)	Berat setara (%)	Kadar metoksil (%)	Kadar abu (%)
60	9,69	31,75	4,34	6,75
70	10,37	33,89	4,03	6,38
75	12,27	22,47	7,91	5,38
80	11,81	18,86	11,94	6,63
90	7,38	24,69	18,75	7,50

Tabel 3. Hasil ekstraksi pektin pada pH 1-5

pH	Yield pektin (%)	Berat setara (%)	Kadar metoksil (%)	Kadar abu (%)
1	7,15	27,78	8,99	7,38
2	9,58	31,75	10,54	6,13
3	12,70	20,62	13,02	17,25
4	17,66	16,67	18,45	31,75
5	42,09	60,61	12,09	68,75

Pektin merupakan senyawa pengikat air yang banyak digunakan dalam industri

makanan dan minuman. Selain itu juga banyak dipakai untuk bahan tambahan pada

industri farmasi. Pektin banyak terdapat dalam tanaman yang disimpan dalam bentuk protopektin (Sulihono *et al.*, 2012). Isolasi pektin dari kulit buah dapat dilakukan dengan cara ekstraksi menggunakan pelarut asam seperti HCl, asam sulfat, asam asetat, asam sitrat, asam laktat serta asam tartrat. Selain pelarut asam dapat menggunakan air dan etanol 96% (Perina *et al.*, 2007). Proses ekstraksi pektin dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu pH, waktu

ekstraksi, ukuran partikel, suhu ekstraksi, rasio solut dan solven, jenis pelarut, serta jenis bahan (Aziz *et al.*, 2018).

Penelitian ini menunjukkan pengaruh suhu dan pH terhadap *yield* pektin, berat setara pektin, kadar metoksil serta kadar abu dalam pektin. Selain itu, suhu dan pH ekstraksi juga mempengaruhi wujud fisik pektin yang dihasilkan seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2. Pektin hasil ekstraksi pada suhu 60-90 °C



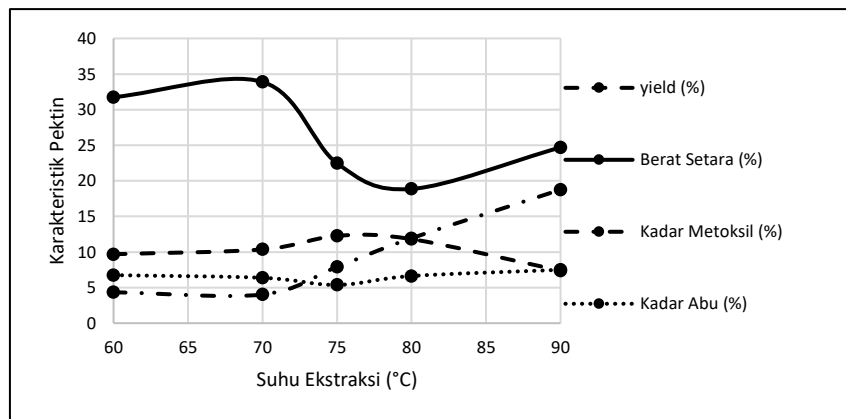
Gambar 3. Pektin hasil ekstraksi pada pH 1-5

Gambar tersebut menunjukkan perbedaan warna pektin yang dihasilkan dari berbagai variasi pH (pH 1-5) dan suhu (60-90°C). Semakin tinggi pH (semakin rendah derajat keasaman), akan menghasilkan pektin dengan warna yang lebih terang. Pektin dengan warna paling gelap adalah pektin hasil ekstraksi pada pH 1 dan pektin yang memiliki warna paling terang adalah pektin hasil ekstraksi pada pH 5. Hal ini disebabkan

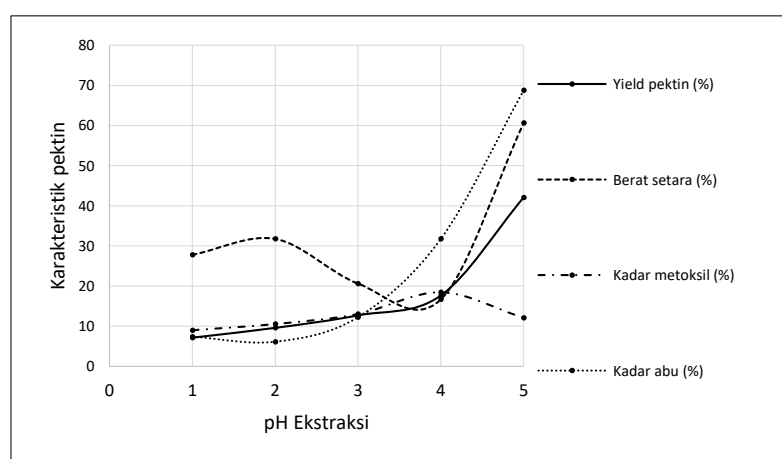
karena terjadi reaksi *Browning*, yaitu reaksi pembentukan warna coklat karena terdapat senyawa melanoidin yang timbul karena adanya kontak dengan oksigen. Selain itu perbedaan warna yang terjadi juga disebabkan karena proses ekstraksi dengan tingkat keasaman yang tinggi (pada pH ekstraksi yang lebih rendah) akan meningkatkan hidrolisis protopektin dari jaringan kulit meningkat, sehingga sel akan

pecah dan polifenol akan bereaksi dengan enzim yang berada dalam sitoplasma dan menyebabkan pektin yang dihasilkan memiliki warna gelap (Ardiyansyah *et al*, 2014). Pektin yang dihasilkan dari proses ekstraksi pada pH 3 hingga 5 cenderung memiliki warna yang lebih terang karena pengaruh penambahan NaOH untuk mencapai pH tersebut. NaOH diketahui dapat melarutkan senyawa lignin, di mana lignin adalah zat perekat dalam kulit buah yang dapat menghasilkan warna coklat jika

tidak dihilangkan terlebih dahulu. Dalam penelitian ini, tidak ada perlakuan awal terhadap limbah kulit buah sebelum diekstraksi, sehingga warna pektin yang diperoleh cenderung gelap, kecuali pektin pada pH 3 hingga 5 yang memiliki warna lebih terang karena lignin yang terdapat pada bahan baku dapat terlarut karena pengaruh penambahan NaOH. Sedangkan suhu, tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap warna pektin yang dihasilkan. Hubungan suhu dan pH terhadap karakteristik pektin, ditunjukkan dalam grafik berikut.



**Gambar 4.** Grafik hubungan suhu ekstraksi dengan karakteristik pektin



**Gambar 5.** Grafik hubungan pH ekstraksi dengan karakteristik pektin

### 1. Pengaruh suhu dan pH terhadap *yield* pektin

Gambar 4 menunjukkan *yield* pektin akan mengalami kenaikan hingga

suhu 75°C sedangkan setelah suhu tersebut *yield* pektin yang dihasilkan mengalami penurunan, pektin

terbanyak diperoleh pada suhu 75°C yaitu sebesar 12,27% (2,454 gram) dari berat total sampel 20 gram. Suhu ekstraksi yang digunakan tinggi menyebabkan peningkatan difusi pelarut ke dalam sel jaringan semakin meningkat, sehingga pektin yang dihasilkan semakin banyak. Namun, suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan degradasi pektin menjadi asam pektat. Hal tersebut mengakibatkan *yield* pektin menurun di atas suhu 75°C.

Gambar 5 menunjukkan *yield* pektin akan meningkat pada pH yang lebih tinggi, pektin terbanyak diperoleh pada pH 5 sebesar 42,09% (8,418 gram) dari berat total sampel 20 gram. Pada penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, rata-rata dari kelima bahan baku yang digunakan menghasilkan *yield* pektin yang cukup tinggi pada rentang pH 1-3 dan hasil terbaik diperoleh pada pH 2. Namun, pada penelitian ini, *yield* pektin tertinggi diperoleh pada pH 5. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya sifat bahan baku, pelarut yang digunakan serta perlakuan selama proses isolasi pektin.

## 2. Pengaruh suhu dan pH terhadap kadar metoksil pektin

Kadar metoksil dalam pektin menunjukkan kekuatan pektin saat membentuk gel. Makin tinggi kadar metoksil dalam pektin, maka akan semakin baik kualitas pektin tersebut. Dari gambar 4 dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu ekstraksi yang digunakan maka kadar metoksil yang dihasilkan juga semakin tinggi. Pektin yang memiliki kadar metoksil paling tinggi dari hasil penelitian ini adalah pektin yang diperoleh dari proses ekstraksi dengan suhu operasi 90°C (18,75%). Berdasarkan penelitian yang

dilakukan oleh (Constenla *et al*, 2003) bahwa kadar metoksil pektin akan semakin meningkat dengan naiknya suhu ekstraksi yang digunakan. Hal tersebut dapat terjadi karena gugus karboksil bebas yang teresterifikasi semakin meningkat. Grafik pada gambar 5 menunjukkan pektin yang memiliki kadar metoksil paling tinggi dari hasil penelitian ini adalah pektin yang diperoleh dari proses ekstraksi dengan pH 4 (18,45%), dan yang paling rendah adalah pektin hasil ekstraksi pH 1 (8,99%). Pektin digolongkan dalam *high methoxyl content pectin* jika memiliki kadar metoksil di atas 7% dan digolongkan dalam *low methoxyl content pectin* jika memiliki kadar metoksil di bawah 7%.

## 3. Pengaruh suhu dan pH terhadap berat setara pektin

Berat setara atau berat ekuivalen pektin menunjukkan jumlah asam galakturonat bebas dalam pektin. makin tinggi berat ekuivalen, maka kadar asam galakturonat bebas dalam pektin makin rendah. Berdasarkan spesifikasi pektin menurut IPPA 2003, berat setara pektin yang baik sekitar 600-800 mg.

Gambar 4 menunjukkan berat setara paling tinggi diperoleh saat suhu operasi 70°C yaitu sebesar 33,89% (702,54 mg) dan paling rendah pada suhu 80°C yaitu sebesar 18,86% (445,28 mg). Sedangkan gambar 5 menunjukkan berat setara paling rendah sebesar 16,67% (588,6 mg) diperoleh saat pH ekstraksi 4, dan berat setara paling tinggi sebesar 60,61% (5.102,15 mg) diperoleh saat pH ekstraksi 5. Sehingga, dapat disimpulkan pektin yang dihasilkan pada pH 5 dan pada suhu 80°C memiliki kualitas yang kurang baik. Besarnya berat setara berbanding terbalik dengan kadar metoksil. Pektin dengan berat

setara yang tinggi memiliki kadar metoksil yang rendah, namun pektin dengan berat setara yang terlalu kecil (kurang dari 600mg) juga memiliki kualitas kurang baik saat membentuk gel.

#### 4. Pengaruh suhu dan pH terhadap kadar abu pektin

Kadar abu dalam pektin menunjukkan banyaknya mineral pengotor yang masih tertinggal dalam pektin. Berdasarkan IPPA 2003, pektin yang baik adalah pektin yang memiliki kadar abu maksimal 10%. Gambar 4 menunjukkan kadar abu paling rendah diperoleh saat suhu ekstraksi 75°C (5,38%) dan kadar abu tertinggi diperoleh saat suhu ekstraksi 90°C (7,5%). Sedangkan gambar 5 menunjukkan Kadar abu paling rendah diperoleh saat pH ekstraksi 2 (6,13%), dan kadar abu tertinggi diperoleh saat pH ekstraksi 5 (68,75%). Hal tersebut menunjukkan bahwa pH ekstraksi yang lebih tinggi cenderung kurang selektif dalam proses isolasi pektin, akibatnya bukan hanya pektin yang terlarut tapi

juga zat lain dalam bahan baku yang tidak diinginkan.

#### SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan:

1. Proses ekstraksi serta karakteristik pektin dipengaruhi oleh suhu dan pH
2. Suhu dan pH optimum dalam proses ekstraksi pektin berturut-turut adalah 70°C dan pH 2
3. Pektin yang dihasilkan pada kondisi tersebut memiliki *yield* sebesar 9,58-10,37%, kadar metoksil 4,03-10,54%, berat setara 608,33-702,54 mg, serta kadar abu 6,13-6,38%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan pada semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian hingga penulisan artikel publikasi, di antaranya dosen pembimbing Ibu Dra. Akida Mulyaningtyas, S.T.,M.Sc., laboran laboratorium Teknik Kimia UMS, pedagang rujak serta jus buah yang menyediakan bahan baku dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Antika, S.R., & Kurniawati, P. 2017. Isolasi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit Nanas. Prosiding Seminar Nasional Kimia FMIPA UNESA. Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, 7 Oktober 2017.
- Ardiyansyah, G., Hamzah, F., & Efendi, R. 2014. Variasi Tingkat Keasaman Dalam Ekstraksi Pektin Kulit Buah Durian. *Jom Faperta*, 1(2):1-7.
- Aziz, T., Johan, M.E.G., & Sri, D. 2018. Pengaruh Jenis Pelarut, Temperatur dan Waktu Terhadap Karakterisasi Pektin Hasil Ekstraksi dari Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Teknik Kimia*, 24(1), 17-27.
- Badan Pusat Statistik, H. 2017. Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia. Badan Pusat Statistik.
- Constenla, D., & Lozano, J.E. 2003. *Kinetic model of pectin demethylation*. *Latin American Applied Research*, 33(2), 91-95.
- Dewayani, R.A. 2017. Pemanfaatan Komposit dari Kitosan dan Pektin dalam Kulit Jeruk sebagai Adsorben Zat Warna. [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.



- Injilauddin, A.S., Lutfi, M., & Nugroho, A. 2015. Pengaruh Suhu dan Waktu pada Proses Ekstraksi Pektin Dari Kulit Buah Nangka (*Artocarpus heterophyllus*). JKPTB. 3(3):280-286.
- Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Hortikultura. 2014. Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2014. Direktorat Jenderal Hortikultura.
- Perina I, Satiruihani, Felycia, ES, dan H. H. 2007. Ekstraksi pektin dari berbagai macam kulit jeruk. Jurnal Ilmiah Widya Teknik, 6(1): 1–10.
- Puspitasari, D.A. 2017. Pemanfaatan Pektin Dari Kulit Jeruk Sebagai Bahan Baku Pembuatan Komposit Dengan Penambahan Kitosan Laktat. [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Raji, Z., Khodaiyan, F., Rezaei, K., Kiani, H., & Hosseini, S.S. 2017. *Extraction optimization and physicochemical properties of pectin from melon peel. International Journal of Biological Macromolecules*. 98: 709–716.
- Sulihono, A., Tarihoran, B., & Agustina, T.E. 2012. Jenis Pelarut Terhadap Ekstraksi Pektin Dari Kulit Jeruk Bali (*Citrus maxima*). Jurnal Teknik Kimia. 18(4):1–8.
- Widodo, L.U., Karaman, N., & Candra, Y. 2011. Pektin Dari Kulit Buah Pepaya. J P Kimia. 6(1):783-786.
- Zaidel, D.N.A., Rashid, J.M., Hamidon, N.H., Salleh, L.M., & Kassim, A.S. M. 2017. *Extraction and characterisation of pectin from dragon fruit (Hylocereus polyrhizus) peels. Chemical Engineering Transactions*. 56: 805–810.