

Pengaruh jenis pelarut, temperatur dan waktu terhadap karakterisasi pektin hasil ekstraksi dari kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*)

Tamzil Aziz*, M. Egan Giovanni Johan, Dewi Sri

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jln. Raya Inderalaya–Prabumulih KM.32 Inderalaya 30662
*e-mail: tamzil54@gmail.com

Abstrak

Banyak industri di Indonesia yang menggunakan pektin, mulai dari industri makanan dan minuman hingga industri tekstil. Indonesia merupakan negara pengimpor dan pemakai pektin yang cukup besar. Alternatif dari permasalahan ini adalah pemanfaatan limbah kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*). Untuk produksi pektin, umumnya menggunakan pelarut asam seperti HCl dan H₂SO₄, karena sifatnya yang toksik maka pada penelitian ini digunakan pelarut asam asetat dan etanol 96%. Dengan menggunakan variabel temperatur dan waktu ekstraksi diketahui pengaruhnya terhadap karakterisasi pektin yang dihasilkan. Karakterisasi pektin antara lain yield, kadar abu, kadar air, berat ekivalen, kadar metoksil, kadar asam galakturonat dan derajat esterifikasi. Hasil penelitian didapatkan bahwa *yield* pektin pelarut asam asetat tertinggi pada temperatur 70°C selama 60 menit sebesar 13,51% dan terendah pada temperatur 50°C selama 30 menit sebesar 1,74%. Namun hasil dari pelarut etanol 96% merupakan massa campuran karena etanol melarutkan zat warna, pektin dan sukrosa. Massa campuran tertinggi pada pada temperatur 70°C selama 180 menit sebesar 0,076% dan terendah pada temperatur 50°C selama 30 menit sebesar 0,029%. Pektin yang dihasilkan merupakan pektin dengan bobot molekul tinggi dan bermetoksil tinggi. Mutu pektin yang dihasilkan tinggi karena kadar asam galakturonat semakin tinggi dan derajat esterifikasi yang berbanding terbalik.

Kata kunci: Pektin, kulit buah naga, asamasetat, etanol, karakterisasi pektin

Abstract

Many industries in Indonesia use pectin, from the food and beverage industry to the textile industry. Indonesia import and uses a large amount of pectin. Alternatively by utilizing dragon fruit peel waste (Hylocereus polyrhizus). To produce pectin, commonly used acid solvents such as HCl and H₂SO₄, due to its toxic nature, in this study uses acetic acid and ethanol 96% solvent. With variable temperature and extraction time, it is known that its effect on the characterization of pectin produced. Characterization of pectin is yield, ash content, moisture content, equivalent weight, methoxyl content, galactic acid level and esterification grade. The results showed that the highest yield of acetate acid solvent at 70°C for 60 minutes was 13.51% and the lowest at 50°C for 30 minutes was 1.74%. However, the yield of a ethanol 96% solvent is a mixed mass because ethanol dissolves dye, pectin and sucrose. The highest mixed mass at 70°C for 180 minutes was 0.076% and the lowest at 50°C for 30 minutes was 0.029%. The resulting is pectin with high molecular weight and high methoxy. The quality of pectin produced is high because the higher levels of galactic acid acid and the degree of esterification are inversely proportional.

Keyword: Pectin, dragon fruit peel, acetic acid, ethanol, pectin characterization

1. PENDAHULUAN

Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) merupakan buah yang berbentuk lonjong seperti nanas yang memiliki sirip warna kulitnya merah jambu dihiasi sisik seperti naga. Seperti dalam Panjuantiningrum (2009) buah ini termasuk

dalam keluarga kaktus, yang batangnya berbentuk segitiga dan tumbuh memanjang. Buah naga berduri pendek dan tidak tajam, bunganya seperti terompet putih dan ada benang sari berwarna kuning. Buah naga memiliki beberapa spesies. Ada empat jenis buah naga yaitu

Hylocereus undatus atau *white pitaya*, *Hylocereus polyrhizus* (berkulit merah, daging merah keunguan), *Hylocereus costaricensis* (daging buah lebih merah), dan *Selenicereus megalanthus*, (kulit buahnya kuning tanpa sisik).

Tabel 1. Kandungan Nutrisi pada Daging dan Kulit Buah Naga

Komponen	Kadar
Nutrisi Daging Buah	
Karbohidrat	11,5 g
Serat	0,71 g
Kalsium	8,6 mg
Fosfor	9,4 mg
Magnesium	60,4 mg
Betakaroten	0,005 mg
Vitamin B1	0,28 mg
Vitamin B2	0,043 mg
Vitamin C	9,4 mg
Niasin	1,297 - 1,300
Fenol	561,76 mg/100 g
Nutrisi Kulit Buah	
Fenol	1.049,18 mg/100 g
Flavonoid	1.310,10 mg/100 g
Antosianin	186,90 mg/100g

(Sumber: *Taiwan Food Industry Develop & Research Authorities, 2005*)

Nama asam asetat berasal dari kata Latin *asetum, vinegar*. Asam asetat, asam *etanoat* atau asam cuka adalah senyawa kimia asam organik yang merupakan asam karboksilat yang paling penting di perdagangan, industri, dan laboratorium dan dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan. Asam cuka memiliki rumus kimia CH_3COOH .

Sifat-sifat fisis asam asetat yaitukadar 99,5%, bentuknya cairan tidak bewarna, berat molekul60 kg/kmol, titik didih 117,87°C, titik lebur 16,6°C,dandensitas (25°C) 1,049 kg/l(Perry and Green, 1997).

Sifat-sifat kimia asam asetat yaituAsam asetat cair adalah pelarut protik hidrofilik (polar), memiliki konstanta dielektrik yang sedang yaitu 6,2, sehingga dapat melarutkan senyawa polar seperti garam anorganik dan gula maupun senyawa non-polar seperti minyak dan unsur-unsur seperti sulfur dan iodin.Asam asetat bercampur dengan mudah dengan pelarut polar atau nonpolar lainnya seperti air, kloroform dan heksana. Asam asetat korosif terhadap banyak logam seperti Fe, Mg dan Zn yang akanmembentuk gas hydrogen dan garam asetat (Hart et al. 2003).

Etanol adalah suatu cairan transparan,udah terbakar, tidak berwarna, mudah menguap, dengan rumus kimia C_2H_5OH , dapat bercampur

dengan air, eter, dan kloroform, diperoleh melalui fermentasi karbohidrat dari ragi yang disebut juga dengan etil alkohol (Bender., dan Dickie, 1982). Etanol (C_2H_5OH) termasuk kelompok hidroksilyang memberikan polaritas pada molekul dan mengakibatkan meningkatnya ikatan hidrogen intermolekuler. Etanol digunakan pada berbagai produk meliputi campuran bahan bakar, produk minuman, penambah rasa, industri farmasi, dan bahan-bahan kimia.

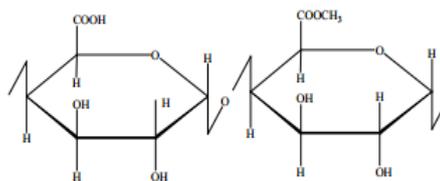
Sifat-sifat fisis etanol yaitu rumus molekul C_2H_5OH , berat molekul 46,07 gram/mol, titik didih pada 1 atm 78,4°C, titik beku -112°C, berbentukcairan tidak berwarnasertaspesifik gravity0,786 pada 20°C (Perryand Green,1997).

Sifat-sifat kimia etanolbersifat hidrofob, rantai karbon cukup panjang,untuk minuman diperoleh dari peragian karbohidrat. (Vogel, 1985).

Pektin merupakan salah satu polisakarida yang diperoleh dari buah-buahan dan biasa digunakan dalam pembuatan jeli dan sebagai bahan tambahan untuk pengental dalam makanan. Berbentuk serbuk kasar atau halus, berwarna putih kekuningan, hampir tidak berbau dan memiliki rasa seperti musilago.

Pektin adalah polimer linier dari asam D-galakturonat yang berikatan dengan ikatan 1,4- α -glikosidik. Asam D-galakturonat memiliki sturktur yang sama seperti struktur D-galaktosa, perbedaannya terletak pada gugus alkohol primer C6 yang memiliki gugus karboksilat (Hart et al. 2003).

Pektin memiliki struktur molekul sebagai berikut:



Gambar 1. Rumus Bangun Pektin (Sumber: *Ditjen POM, 1995*).

Pada buah muda, perekat sel disebut dengan protopektin atau bakal pektin. Sementara pada buah matang, protopektin tersebut berubah menjadi pektin. Pektin ini berupa protopektin yang memecah karena pengaruh hormon kematangan buah (Muhidin, 2001).

Senyawa kimia pektin ditemukan pertama kali oleh Vaugeulin pada tahun 1970. Bracconot pertama kali memberikan istilah pektin untuk substansi pektin yang diperoleh dari buah – buahan dan ekstraknya. Substansi pektin ditemukan sebelum perkembangan organik

modern dan kimia makromolekul, maka nama struktural yang dipakai ialah pektin polisakarida. Pektin berasal dari bahasa Yunani yang berarti mengental atau menjadi padat (Hui, 1992).

Menurut KarjonodanSuwardi (1991) pektin adalah senyawa polimer yang dapat mengikat air, membentuk gel atau mengentalkan cairan. Sifat – sifat tersebut dimanfaatkan selain untuk *jelly*, pektin juga dipakai dalam industri daging dan produk pangan lainnya yang membutuhkan pengikat air. Monomer penyusun pektin merupakan asam galakturonat dan metil- α -galakturonat.

Tabel 2. Standar Mutu Pektin Berdasarkan Standar Mutu *International Pectin Producers Association*

Faktor Mutu	Kandungan
Kekuatan gel	Min 150 grade
Kandungan metoksil:	
Pektin metoksil tinggi	> 7,12%
Pektin bermetoksil rendah	2,5 - 7,12%
Kadar asam galakturonat	Min 35%
Susut pengeringan (kadar air)	Maks 12%
Kadar abu	Maks 10%
Kadar air	Maks 12%
Derajat esterifikasi untuk :	
• Pektin ester tinggi	Min 50%
• Pektin ester rendah	Maks 50%
Bilangan Asetil	0,15 – 0,45%
Berat Ekuivalen	600 – 800 mg

(Sumber: *International Pectin Producers Association, 2003*)

Sifat Pektin

Ditinjau dari sifat fisika pektin dapat bersifat koloid reversibel, yaitu dapat dilarutkan dalam air, diendapkan, dikeringkan dan dilarutkan kembali tanpa perubahan sifat fisiknya. Larutan pektin yang berupa larutan koloid bereaksi asam terhadap lakmus, tidak larut dalam alkohol dan dalam pelarut organik lainnya seperti metanol, aseton, atau propanol. Kelarutan pektin akan meningkat seiring dengan meningkatnya derajat esterifikasi dan turunnya berat molekul. Semakin mudah pektin larut dalam air maka akan semakin mudah untuk mengendapkannya dengan suatu elektrolit. Larutan dari pektin bersifat asam karena adanya gugus karboksilat.

Pemanasan dengan asam akan menyebabkan hidrolisis gugus ester metil, seperti halnya hidrolisa ikatan glikosida yang akhirnya menjadi asam galakturonat (Cruess, 1958). Berat molekul rata-rata preparat pektin sangat bervariasi, berkisar antara 30.000 hingga 300.000, tergantung pada sumber, metode pembuatan dan metode pengukuran. Sedangkan viskositas larutan pektin bergantung pada berat molekul,

derajat esterifikasi, pH, temperatur dan konsentrasi elektrolit.

Penggunaan Pektin

Pektin digunakan dalam bidang industri makanan dan dalam bidang farmasi. Dalam industri makanan, pektin sering digunakan sebagai (Muhidin, 2003):

- 1) Bahan pemberi tekstur yang baik pada roti dan keju.
- 2) Bahan pengental dan stabilizer pada minuman sari buah.
- 3) Bahan pokok pembuatan gel, selai dan marmalade.
- 4) Bahan pengawet pada produk susu yang akan menstabilkan keasaman susu.
- 5) Mengontrol pembentukan kristal es pada pembuatan es krim dan dapat mempertahankan warna dan aroma es krim tersebut.

Dalam industri farmasi, pektin sering digunakan sebagai (Sulihonodkk., 2012):

- 1) Pengemulsi bagi preparat cair dan sirup.
- 2) Obat diare pada bayi dan anak – anak seperti *dextrimaltose*, *kapoec*, nipektin dan intestisan.
- 3) Obat penawar racun logam.
- 4) Bahan penurun daya racun dan menaikkan daya larut obat – obatan..
- 5) Bahan kombinasi untuk memperpanjang kerja hormon dan antibiotika.
- 6) Bahan pelapis perban untuk menyerap kotoran dan jaringan yang rusak atau hancur sehingga luka tetap bersih dan cepat sembuh.
- 7) Bahan hemostatik, oral atau injeksi untuk mencegah pendarahan.

Ekstraksi

Menurut Suyitno (1989), ekstraksi merupakan salah satu cara pemisahan satu atau lebih komponen dari suatu bahan yang merupakan sumber komponen tersebut. Ekstraksi yang akan dilakukan merupakan ekstraksi padat-cair. Pada ekstraksi padat cair menggunakan pelarut berdasarkan sifat kelarutan dari komponen di dalam pelarut yang digunakan, komponen yang dipisahkan berasal dari benda padat. Komponen yang diekstraksi dapat berupa protein, vitamin, minyak atsiri, zat warna, dan sebagainya yang berasal dari bahan (Suyitno, 1989).

Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Pektin

Isolasi pektin didasarkan pada sifat pektin yang dapat larut dalam air, sedangkan sebagian besar polisakarida lain seperti selulosa dan

hemiselulosa yang bersama-sama dengan pektin menyusun dinding sel tanaman, bersifat tidak larut dalam air. Faktor-faktor yang berpengaruh dalam ekstraksi pektin yaitu:

- 1) Derajat keasaman larutan ekstraksi (pH). Kandungan ion hidrogen berpengaruh karena dapat mensubstitusi kalsium dan magnesium dari molekul protopektin sehingga menyebabkan protopektin terhidrolisis menghasilkan pektin yang larut dalam air.
- 2) Lama ekstraksi berpengaruh terhadap banyaknya ion hidrogen yang berhasil mensubstitusi kalsium dan magnesium dari protopektin sehingga akan menentukan jumlah pektin yang dapat terlarut dalam air.
- 3) Ukuran partikel akan berpengaruh terhadap luas permukaan sentuhan antara pelarut dan *solute* sehingga akan mempengaruhi jumlah pektin yang terlarut dalam air.
- 4) Temperatur pelarutan akan mempengaruhi ikatan antar molekul protopektin.
- 5) Rasio pelarut dan bahan ekstraksi berpengaruh terhadap jumlah pektin karena umumnya pelarut memiliki keterbatasan untuk mengikat molekul-molekul pektin.
- 6) Jenis pelarut. Kriteria pemilihan pelarut antara lain selektivitas, kelarutan, kekampungan tidak saling bercampur, reaktivitas, titik didih dan kriteria-kriteria pendukung lainnya seperti murah, tersedia dalam jumlah besar, tidak beracun, tidak dapat terbakar, tidak eksplosif bila bercampur dengan udara, tidak korosif, memiliki viskositas yang rendah, serta stabil secara kimia dan termis.
- 7) Jenis bahan yang diekstraksi memiliki struktur yang lunak maka ekstraksi dapat berlangsung lebih cepat dan banyak molekul yang akan terlarut. Jika bahan yang diekstraksi memiliki struktur yang keras maka diperluka perlakuan khusus agar bahan tersebut mudah diekstraksi (Prasetyowati dkk., 2009).

Tahapan Ekstraksi Pektin

Pada proses ekstraksi pektin terdapat tahapan-tahapan seperti berikut *mixing*, *settling*, dan isolasi.

- 1) *Mixing* yaitu pencampuran bahan baku dengan air sebagai pelarut dan membiarkannya saling berkontak sehingga terjadi perpindahan massa dengan cara difusi pada bidang antar permukaan bahan yang diekstrak dan pelarutnya.
- 2) *Settling* (pemisahan) larutan ekstrak dari rafinat, kebanyakan dengan cara

pengendapan dan filtrasi. Pada tahap ini dilakukan penambahan alkohol sampai dengan 80%. Alkohol larutan pektin akan bersifat sebagai pendehidroksi sehingga keseimbangan antara pektin dengan air akan terganggu dan pektin akan mengendap karena alkohol berbobot molekul rendah sehingga akan bercampur sempurna dengan air melalui ikatan hidrogen sehingga mengurangi jumlah ion atau molekul air disekeliling pektin sehingga pektin akan mengendap.

- 3) Isolasi yaitu proses pemisahan ekstrak dari larutan ekstrak dan mendapatkan kembali pelarut. Isolasi dilakukan dengan menguapkan pelarut. Dalam hal-hal tertentu, larutan ekstrak dapat langsung diolah lebih lanjut atau diolah setelah dipekatkan (Prasetyowati dkk., 2009).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian dengan metode eksperimen yang data-datanya diperoleh dari pengamatan hasil eksperimen.

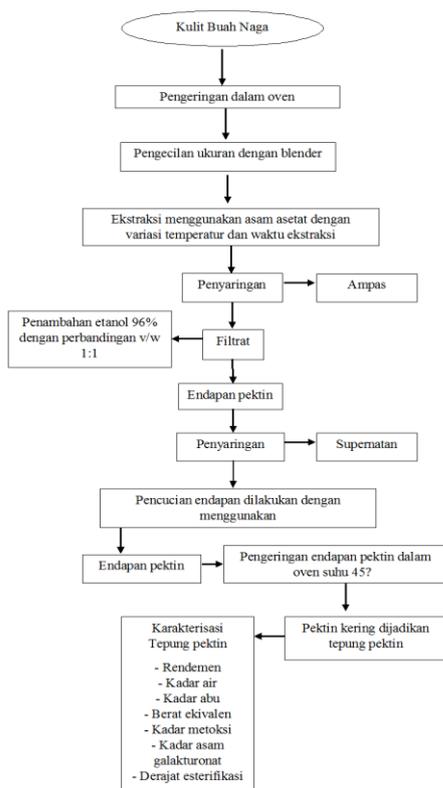
Prosedur penelitian untuk pelarut asam asetat:

- 1) Penyediaan Sampel
Kulit buah naga dicuci lalu dipotong kecil-kecil kemudian dikeringkandalam oven suhu 50°C. Kulit buah naga dihaluskan dengan cara diblender dan diayak dengan ayakan mesh 100 sehingga didapatkan serbuk kulit buah naga yang kemudian diukur kadar airnya, menurut Tarigan (2012) kadar air seharusnya tidak lebih dari 10%.
- 2) Ekstraksi Sampel
Sebanyak 50 gram sampel yang sudah ditambah air 500 ml lalu ditambahkan pelarut asam asetat 1 N. Sampel dipanaskan pada temperatur dengan variasi 50°C, 60°C dan 70°C selama waktu yang divariasikan 30 menit, 60 menit dan 90 menit. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakan corong *Buchner* dan kain blacu lalu filtrat diambil. Filtrat ini disebut filtrat pektin.
- 3) Pengendapan Pektin
Filtrat hasil penyaringan dituang kedalam gelas beker. Filtrat didinginkan lalu ditambahkan alkohol 96% dengan perbandingan volume 1:1 dan diendapkan selama 24 jam. Endapan dipisahkan dari larutan dengan penyaringan dengan menggunakan kertas saring dan dicuci lagi dengan etanol 96% untuk menghilangkan sisa asam. Menurut Akhmalludin dan

Kurniawan (2009), pektin yang sudah tidak lagi meninggalkan residu asam adalah pektin yang tidak berwarna merah bila ditambahkan dengan indikator *phenolphthalein* (PP).

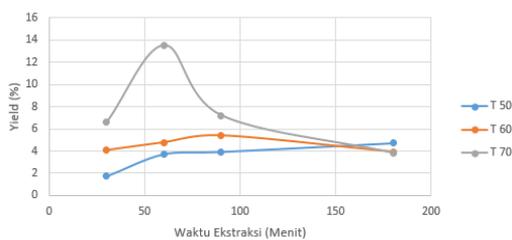
4) Pengeringan Pektin

Gel pektin yang terbentuk dikeringkan dalam oven pada pada temperatur 45°C selama 24 jam. Gel pektin yang telah kering kemudian ditimbang dan dicatat beratnya lalu dianalisa karakterisasi pektin. Diulang prosedur untuk pelarut etanol 96% tanpapengendapan pektin.



Gambar2. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN
Pengaruh Temperatur dan Waktu Ekstraksi Terhadap Yield Pektin Pelarut Asam Asetat



Gambar 2. Pengaruh Temperatur dan Waktu Ekstraksi Terhadap Yield Pektin Pelarut Asam Asetat

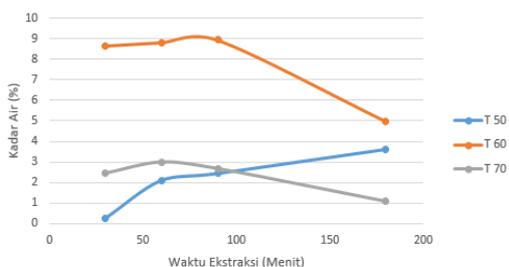
Pektin didapatkan dari jaringan tanaman dengan proses ekstraksi menggunakan pelarut asam asetat variasi temperatur dan waktu ekstraksi. Jumlah pektin yang didapatkan tergantung pada jenis dan bagian tanaman yang diekstrak. Yield pektin yang dihasilkan dari kulit buah naga berkisar antara 1,74% - 13,51%. Yield tertinggi didapat pada ekstraksi dengan temperatur 70°C selama 60 menit sebesar 6,75 gram pektin dari 50 gram serbuk kulit buah naga. Yield terendah didapatkan pada ekstraksi dengan temperatur 50°C selama 30 menit sebesar 1,74 gram pektin. Gambar 4.1 menunjukkan semakin tinggi temperatur ekstraksi, yield pektin yang dihasilkan semakin tinggi. Suhu ekstraksi yang tinggi menyebabkan peningkatan energi kinetik larutan sehingga difusi pelarut ke dalam sel jaringan semakin meningkat. Berdasarkan Perina, (2007) kenaikan suhu akan meningkatkan kelarutan sehingga menghasilkan laju ekstraksi yang tinggi, secara umum suhu ekstraksi untuk ekstraksi pektin adalah antara 60°C-90°C. sesuai dengan Pardede (2013), suhu yang semakin tinggi menyebabkan ion hidrogen yang dihasilkan akan mensubstitusi kalsium dan magnesium dari protopektin semakin banyak, sehingga protopektin yang terhidrolis menghasilkan pektin juga semakin banyak. Dengan suhu ekstraksi yang tinggi, Yield pektin akan terus meningkat sampai dicapai keadaan maksimum dimana protopektin telah habis terhidrolis (Fitria, 2013).

Pada temperatur 60°C dan 70°C dengan waktu yang semakin lama terjadi penurunan yield pektin yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh pektin telah mengalami kejenuhan, sehingga pektin yang dihasilkan semakin lama semakin menurun. Menurut Ranganna (1977) Yield pektin yang didapat akan mencapai maksimum pada temperatur tertentu dan mengalami kejenuhan atau Yield pektin yang didapat akan tetap. Namun untuk temperatur 50°C, Yield yang didapatkan semakin tinggi seiring lamanya waktu ekstraksi. Hal ini disebabkan karena temperature yang digunakan belum optimal untuk terhidrolisisnya protopektin menjadi pektin sehingga proses hidrolisis terus terjadi.

Pengaruh Temperatur dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kadar Air Pektin Pelarut Asam Asetat

Kadar air bahan akan berpengaruh terhadap masa simpan bahan. produk dengan kadar air rendah relatif lebih stabil dalam penyimpanan jangka panjang daripada produk yang berkadar air tinggi (Pardede, 2013). Pengeringan pektin dilakukan dalam oven pengering suhu 50°C selama 8 jam. Pengeringan

pada suhu rendah ini bertujuan untuk meminimalkan terjadinya degradasi pektin. Molekul air tunggal atau kelompok air dapat terikat pada permukaan pektin melalui ikatan hidrogen atau gugus -OH molekul pektin dengan atom H dari molekul air, oleh karena itu penyerapan air oleh pektin selama proses ekstraksi adalah proses penghilangan air atau pengeringan.



Gambar 3. Pengaruh Temperatur dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kadar Air Pektin Pelarut Asam Asetat

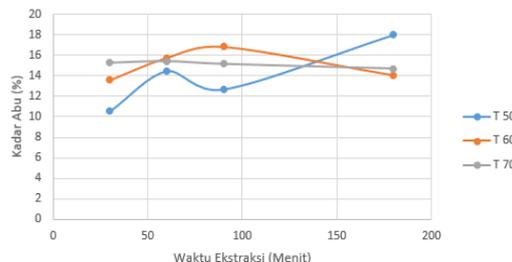
Kadar air yang dihasilkan dari penelitian ini berkisar antara 0,23-8,95%. Batas maksimum kadar air yang diperbolehkan yaitu 12% berdasarkan IPPA (2003), dimana kadar air dari pektin yang dihasilkan tidak melebihi standar. Tingginya kadar air pada pektin yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh pengeringan yang tidak maksimal dan juga kondisi penyimpanan pektin sebelum dilakukan uji kadar air. Penyimpanan pada tempat yang lembab dan wadah yang tidak kedap udara akan menyebabkan kerentanan pektin terpapar oleh udara luar, sehingga pektin menjadi lembab kembali.

Pada Gambar 3, terlihat bahwa kadar air tertinggi yang dihasilkan adalah pada temperatur 60°C dan waktu ekstraksi 90 menit yaitu 8,95% sedangkan kadar air terendah adalah temperatur 50°C dan waktu ekstraksi 30 menit yaitu 0,23%. Air yang masih terdapat pada pektin merupakan air yang berada diantara permukaan pektin dan sulit untuk dihilangkan. Semakin kecil kadar air maka kualitas pektin semakin baik. Kadar air pektin yang dihasilkan semakin rendah dengan meningkatnya suhu dan semakin lamanya waktu ekstraksi seperti pada temperatur 60°C dan 70°C.

Seperti yang disampaikan Siregar (2014), Semakin lama waktu ekstraksi yang digunakan maka kadar air yang diperoleh dari ekstraksi pektin kulit semakin menurun. Tingginya temperatur dan lamanya waktu ekstraksi mampu menghidrolisis polimer pektin sehingga rantai molekulnya menjadi lebih pendek. Semakin pendek rantai polimer pektin akan semakin memudahkan pengeringan karena kandungan air yang terperangkap di dalamnya semakin sedikit.

Namun pada temperatur 50°C terjadi kenaikan kadar air, hal ini dapat disebabkan kadar air yang tinggi saat pengeringan bahan baku awal yang kurang optimal.

Pengaruh Temperatur dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kadar Abu Pektin Pelarut Asam Asetat



Gambar 4. Pengaruh Temperatur dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kadar Abu Pektin Pelarut Asam Asetat

Abu merupakan residu atau sisa pembakaran bahan organik yang berupa bahan anorganik. Kandungan mineral suatu bahan dapat diketahui dari kadar abu IPPA (2003) adalah tidak lebih dari 10%. Kadar abu pektin tertinggi dihasilkan pada temperatur 50°C dengan waktu ekstraksi 180 menit yaitu 18,02% sedangkan kadar abu pektin terendah pada temperatur 50°C dengan waktu ekstraksi 30 menit yaitu 10,55%.

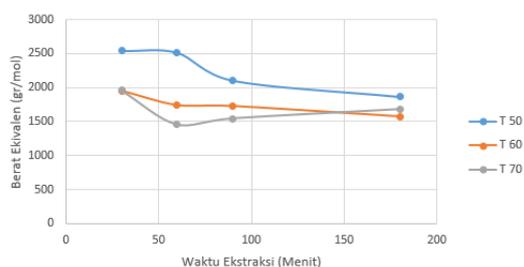
Pada dasarnya semakin tinggi temperatur dan lamanya waktu ekstraksi maka kecepatan hidrolisis protopektin semakin meningkat sehingga kadar abu juga akan semakin tinggi. Namun pada temperatur 60°C dan 70°C kadar abu terjadi penurunan. Perlakuan dengan asam mengakibatkan terhidrolisisnya pektin dari ikatan kalsium dan magnesiumnya. Peningkatan reaksi hidrolisis protopektin akan mengakibatkan bertambahnya komponen Ca dan Mg dalam larutan ekstrak. Dengan demikian, semakin banyaknya mineral berupa kalsium dan magnesium akan semakin banyak kadar abu pektin tersebut (Hanum, 2012). Hal ini terjadi karena pengaruh dari *yield* pektin yang menurun.

Kadar abu adalah salah satu parameter mutu pektin yang dihasilkan. Semakin rendah kadar abu, maka mutu pektin semakin meningkat. Pada penelitian ini, untuk kadar abu yang dihasilkan belum mencapai standar pektin yang diijinkan untuk dikonsumsi. Kadar abu pektin dipengaruhi oleh residu bahan anorganik yang terdapat pada bahan baku, metode ekstraksi dan isolasi pektin (Fitria, 2013). Hal ini disebabkan juga oleh kemampuan asam untuk melarutkan mineral alami dari bahan yang diekstrak yang semakin meningkat dengan meningkatnya konsentrasi asam, suhu, dan waktu reaksi.

Mineral yang terlarut akan ikut mengendap bercampur dengan pektin pada saat pengendapan dengan alkohol (Fitria, 2013).

Pada gambar 4 terlihat pektin yang dihasilkan pada temperatur 50°C masih sedikit karena kadar air dari bahan baku yang masih tinggi begitupun pada temperatur 60°C. Kenaikan *yield* yang signifikan terjadi pada temperatur 70°C berbanding lurus dengan kadar air yang semakin menurun. Pada dasarnya semakin tinggi temperatur dan lamanya waktu ekstraksi maka kecepatan hidrolisis protopektin semakin meningkat sehingga kadar abu juga akan semakin tinggi. Namun pada temperatur 60°C dan 70°C kadar abu terjadi penurunan. Perlakuan dengan asam mengakibatkan terhidrolisisnya pektin dari ikatan kalsium dan magnesiumnya. Dengan demikian, semakin banyaknya mineral berupa kalsium dan magnesium akan semakin banyak kadar abu pektin tersebut (Hanum, 2012). Hal ini terjadi karena pengaruh dari *yield* pektin yang menurun.

Pengaruh Temperatur dan Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Ekuivalen Pektin Pelarut Asam Asetat



Gambar 5. Pengaruh Temperatur dan Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Ekuivalen Pektin Pelarut Asam Asetat

Berat ekuivalen merupakan ukuran terhadap kandungan gugus asam galakturonat bebas (tidak teresterifikasi) dalam rantai molekul pektin. Asam pektat murni merupakan zat pektat yang seluruhnya tersusun atas asam poligalakturonat yang bebas dari gugus metil ester atau tidak mengalami esterifikasi. Asam pektat murni memiliki berat ekuivalen 176. Tingginya derajat esterifikasi antara asam galakturonat dengan metanol mengakibatkan semakin rendahnya jumlah asam galakturonat bebas yang berarti semakin tingginya berat ekuivalen (Fitria, 2013).

Berat ekuivalen yang dihasilkan berkisar antara 1452,86-2543 mg. Berat ekuivalen pektin berdasarkan standar IPPA (2003) yakni berkisar antara 600-800 mg. Pektin hasil ekstraksi dari kulit buah naga ini memiliki berat ekuivalen yang tidak memenuhi standar karena lebih tinggi. Berat ekuivalen pektin yang dihasilkan cenderung

menurun seiring meningkatnya temperatur dan lamanya waktu ekstraksi. Berat ekuivalen tertinggi dihasilkan pada temperatur 50°C dengan waktu ekstraksi 30 menit yaitu 2543 mg sedangkan berat ekuivalen terendah pada temperatur 70°C dengan waktu ekstraksi 60 menit yaitu 1452,86 mg. Harga berat ekuivalen ditentukan berdasarkan reaksi penyabunan gugus karboksil oleh NaOH. Banyaknya volume NaOH yang digunakan untuk bereaksi dengan gugus karboksil berbanding terbalik dengan nilai berat ekuivalen. Semakin besar volume NaOH maka akan semakin kecil nilai berat ekuivalen. Semakin kecil berat ekuivalen artinya kandungan metoksil pektin semakin tinggi.

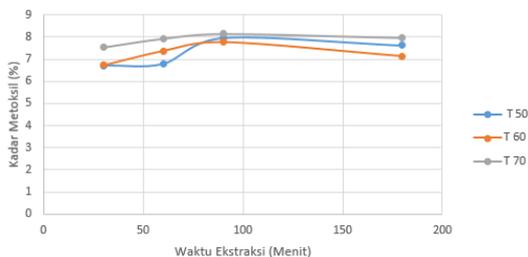
Menurut Siregar (2014), semakin rendah suhu yang digunakan akan memperkecil terjadinya depolimerisasi dan demetilasi. Ranganna (1977) menjelaskannya karakteristik gel dan bobot molekul akan menurun dengan meningkatnya suhu ekstraksi. Semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu ekstraksi akan memperbesar kemungkinan terjadinya depolimerisasi pektin sehingga memiliki nilai berat ekuivalen yang semakin rendah. Pada umumnya, pektin berbobot molekul tinggi lebih disukai untuk pembentukan gel. Pektin yang terbaik adalah pektin yang memiliki nilai bobot ekuivalen yang tinggi. Semakin tinggi suhu dan lama ekstraksi, mutu pektin akan semakin rendah jika dilihat dari nilai bobot ekuivalennya. Hal ini menunjukkan semakin lama waktu ekstraksi maka gugus karboksil bebas yang tidak teresterkan semakin kecil yang menunjukkan berat ekuivalen akan semakin menurun (Hanum, 2012).

Pada gambar 5, terlihat pada temperatur 50°C kadar berat ekuivalen semua sampel tiap waktu masih tinggi hal ini karena komposisi senyawa yang terkandung didalamnya belum menguap. seiring dengan meningkatnya temperatur dan lamanya waktu ekstraksi, kadar berat ekuivalen semakin menurun karena banyak senyawa yang telah teresterifikasikan. Sesuai dengan Hanum (2012), semakin lama waktu ekstraksi maka gugus karboksil bebas yang tidak teresterkan semakin kecil yang menunjukkan berat ekuivalen akan semakin menurun.

Pengaruh Temperatur dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kadar Metoksil Pektin Pelarut Asam Asetat

Kadar metoksil didefinisikan sebagai jumlah alkohol yang terdapat di dalam pektin. Kadar metoksil pektin dapat menentukan sifat fungsional larutan pektin dan dapat mempengaruhi struktur dan tekstur dari gel pektin yang terbentuk. Pektin dapat disebut

bermetoksi tinggi bila memiliki nilai kadar metoksil sama dengan atau lebih dari 7%. Kurang dari 7% disebut pektin bermetoksil rendah. Tingginya kadar metoksil menunjukkan gugus metoksil yang teresterkan semakin meningkat. Kadar metoksil yang dihasilkan berkisar antara 6,7%-8,14%.



Gambar 6. Pengaruh Temperatur dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kadar Metoksil Pektin Pelarut Asam Asetat

Kadar metoksil tertinggi didapatkan pada kondisi temperatur 70°C dengan waktu ekstraksi 90 menit yaitu 8,14% sedangkan kadar metoksil terendah didapatkan pada kondisi temperatur 50°C dengan waktu ekstraksi 30 menit yaitu 6,7%. Pektin yang dihasilkan merupakan pektin yang cenderung bermetoksil tinggi karena kadarnya cenderung meningkat.

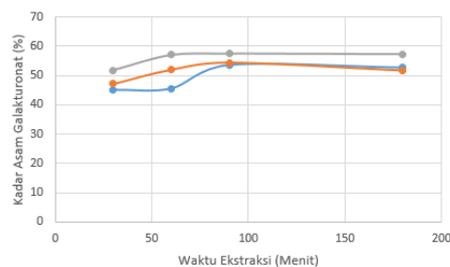
Menurut Constenla dan Lozano (2003), kadar metoksil pektin akan meningkat seiring meningkatnya suhu ekstraksi. Hasil penelitian yang dilakukan Hanum, (2012) yang menunjukkan bahwa kadar metoksil meningkat seiring kenaikan suhu dan waktu ekstraksi, hal ini disebabkan oleh gugus karboksil bebas yang teresterifikasi semakin meningkat. Kandungan metoksil pektin merupakan faktor penting dalam penggunaan pektin terutama dalam bidang industri pangan. Pektin yang dihasilkan merupakan pektin bermetoksil tinggi sehingga untuk tujuan konsumsi harus di proses lebih lanjut yaitu dimetilasi agar menjadi pektin bermetoksil rendah. Kandungan metoksil berpengaruh pada *setting time* pektin yaitu waktu yang diperlukan untuk terbentuknya gel sejak ditambahkan bahan-bahan pembentuk gel.

Menurut Hariyati (2006) pektin bermetoksil tinggi membentuk gel dengan adanya gula dan asam. Kondisi yang diperlukan untuk pembentukan gel adalah kadar gula 58-75% dengan pH 2,8-3,5. Pektin yang dihasilkan pabrik biasanya merupakan pektin bermetoksil tinggi karena bahan baku yang digunakan lebih banyak menghasilkan pektin metoksil tinggi. Ekstraksi pektin bermetoksil tinggi lebih mudah dilakukan dengan biaya yang lebih murah. Pektin bermetoksil tinggi lebih dianggap dapat

memenuhi kebutuhan pasar. Jika pasar menginginkan pektin bermetoksil rendah, maka dengan mudah pektin bermetoksil tinggi ini dapat dirubah menjadi pektin bermetoksil rendah.

Pada gambar 6 terlihat kadar metoksil dari pektin kulit buah naga stabil dengan metoksil mengarah ke kadar metoksil tinggi. Tingginya suhu dan lamanya waktu ekstraksi dapat menyebabkan degradasi gugus metil ester pada pektin menjadi asam karboksilat oleh adanya asam. Ikatan gugus metil ester dari pektin cenderung terhidrolisis menghasilkan asam galakturonat. Apabila ekstraksi dilakukan terlalu lama maka pektin akan berubah menjadi asam pektat yang asam galakturonatnya bebas dari gugus metil ester. Jumlah metil ester menunjukkan jumlah karboksil yang tidak teresterifikasi sehingga kualitas pektin yang dihasilkan akan tinggi.

Pengaruh Temperatur dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kadar Asam Galakturonat Pektin Pelarut Asam Asetat



Gambar 7. Pengaruh Temperatur dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kadar Asam Galakturonat Pektin Pelarut Asam Asetat

Kadar asam galakturonat serta muatan molekul pektin berperan penting dalam penentuan sifat fungsional larutan pektin. Kadar galakturonat dapat mempengaruhi struktur dan tekstur dari gel pektin yang terbentuk (Constenla dan Lozano, 2006). Semakin tinggi nilai kadar galakturonat maka mutu pektin juga semakin tinggi.

Kadar galakturonat pektin hasil ekstraksi yang didapatkan berkisar antara 44,99%-57,57%. Kadar asam galakturonat tertinggi didapatkan pada temperatur 70°C dengan waktu ekstraksi 90 menit yaitu 57,57% sedangkan kadar asam galakturonat terendah didapatkan pada pada temperatur 50°C dengan waktu ekstraksi 30 menit yaitu 44,99%. Kadar asam galakturonat meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur dan waktu ekstraksi. Hal ini disebabkan semakin lamanya reaksi hidrolisis protopektin sehingga kadar galakturonat yang

dihasilkan juga semakin meningkat. Kadar galakturonat yang ditetapkan oleh IPPA (2003) yaitu minimal 35% dan ketetapan USP 28 yaitu < 74%. Pektin yang dihasilkan sesuai standar karena semua pektin memiliki kadar asam galakturonat lebih dari 35%.

Menurut Hanum, (2012) kecenderungan kadar galakturonat pektin semakin meningkat seiring meningkatnya suhu dan semakin lamanya waktu ekstraksi karena reaksi hidrolisis protopektin menjadi pektin yang komponen dasarnya asam D-galakturonat. Ikatan glikosidik gugus metil ester dari pektin cenderung akan terhidrolisis yang menghasilkan asam galakturonat. Hal ini yang menyebabkan kadar galakturonat akan semakin meningkat.

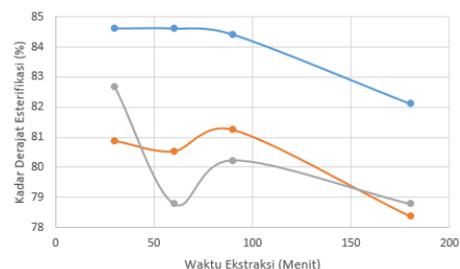
Menurut Hariyati (2006), selain asam galakturonat, pektin juga mengandung senyawa-senyawa lain yaitu gula netral seperti D-galaktosa, L-arabinosa dan L-ramnosa. Senyawa-senyawa non uronat tersebut dapat terbawa pada waktu proses penggumpalan pektin. Senyawa-senyawa inilah yang mempengaruhi komposisi senyawa pektin. Perbedaan komposisi senyawa pektin mempengaruhi juga terhadap kadar galakturonat dipengaruhi oleh metode ekstraksi yang digunakan. Beberapa senyawa non uronat mungkin dapat dihilangkan melalui pelarutan kembali pektin dalam air dan penggumpalan, tetapi tidak mungkin menghilangkan semua senyawa non uronat (Fitria, 2013).

Pengaruh Temperatur dan Waktu Ekstraksi Terhadap Derajat Esterifikasi Pektin Pelarut Asam Asetat

Derajat esterifikasi menunjukkan persentase jumlah residu asam D-galakturonat yang gugus karboksilnya teresterifikasi dengan etanol (Fitria, 2013). Nilai derajat esterifikasi pektin didapatkan dari nilai kadar metoksil dan kadar asam galakturonat. Menurut IPPA (2003), nilai derajat esterifikasi untuk pektin tinggi metoksil memiliki rentang nilai derajat esterifikasi sebesar 60-70% dan untuk pektin rendah metoksil memiliki rentang 20-40%. Derajat esterifikasi tertinggi didapatkan pada temperatur 50°C dengan waktu ekstraksi 30 menit yaitu 84,62% sedangkan derajat esterifikasi terendah didapatkan pada temperatur 60°C dengan waktu ekstraksi 180 menit yaitu 78,38%. Derajat esterifikasi yang dihasilkan menunjukkan semakin meningkatnya temperatur dan lamanya waktu ekstraksi maka semakin menurunnya derajat esterifikasi.

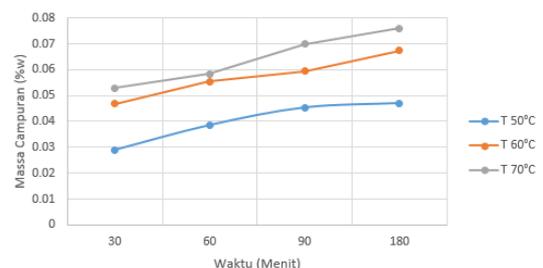
Tingginya suhu dan lamanya waktu ekstraksi dapat menyebabkan degradasi gugus metil ester pada pektin menjadi asam karboksilat oleh adanya asam. Menurut Fitria (2013), asam

dalam ekstraksi pektin akan menghidrolisis ikatan hidrogen. Ikatan gugus metil ester dari pektin cenderung terhidrolisis menghasilkan asam galakturonat. Apabila ekstraksi dilakukan terlalu lama maka pektin akan berubah menjadi asam pektat yang asam galakturonatnya bebas dari gugus metil ester. Jumlah gugus metil ester menunjukkan jumlah gugus karboksil yang tidak teresterifikasi atau derajat esterifikasi.



Gambar 8. Pengaruh Temperatur dan Waktu Ekstraksi Terhadap Derajat Esterifikasi Pektin Pelarut Asam Asetat

Pengaruh Temperatur dan Waktu Ekstraksi Terhadap Massa Campuran Pektin Pelarut Etanol



Gambar 9. Pengaruh Temperatur dan Waktu Ekstraksi Terhadap Massa Campuran Pektin Pelarut Etanol

Pektin umumnya didapatkan dari hasil ekstraksi dengan pelarut asam. Belum ada penelitian mengenai ekstraksi pektin menggunakan pelarut etanol. Etanol umumnya dalam proses sintesa pektin sebagai larutan penggumpal dan pencuci agar dapat dipisahkan antara pektin dan pelarutnya serta larutan tambahan untuk menaikkan pH dari pektin yang asam karena pelarutnya. Pada penelitian ini, pelarut yang digunakan merupakan etanol 96% yang memiliki pH 6 dengan variabel temperature 50°C, 60°C dan 70°C dengan waktu ekstraksi 30, 60, 90 dan 180 menit. Pada prosesnya setelah sintesa tidak dilakukan penggumpalan dan pencucian karena pelarut yang digunakan merupakan larutan penggumpal dan pencuci.

Hasil yang didapatkan dari sintesa pektin ini merupakan massa campuran, dimana sebelum dilakukan pengeringan, komposisi pektin campuran terdiri dari etanol, pektin, zat warna

dan sukrosa. Setelah dilakukan pengeringan dimana pelarut etanol teruapkan pada suhu ruangan maka komposisi massa campuran adalah pektin, zat warna dan sukrosa. Hasil massa campuran berkisar pada 0,029-0,076%. Massa campuran tertinggi dihasilkan pada temperatur 70°C selama 180 menit sebesar 0,076% sedangkan kadar massa campuran terendah dihasilkan pada temperatur 50°C selama 30 menit sebesar 0,029%.

Pektin dapat dipisah dari campuran dengan memisahkan pewarna dari larutan ketika zat pewarna mulai terbentuk pada temperatur 40°C. Rata-rata suhu akhir pada proses pemanasan selama 2, 4 dan 6 menit berturut-turut yaitu $\pm 370C$, $\pm 430C$ dan $\pm 620C$. Seiring meningkatnya suhu akan mengakibatkan terjadinya penguapan (Ingrath, 2015).

Pemisahan gula dari larutan dengan mengarahkan pengkristalan gula agar tidak bergabung dengan pektin yaitu dengan menggunakan ion aktif baik Ca^+ atau arang aktif sebagai bibit kristal pada media yang terpisah dengan tempat pengendapan pektin. Contohnya seperti menggantung tali atau batang yang terendam ke larutan. Setelah itu baru dapat menguapkan etanol agar pektin dapat mengendap.

Komposisi campuran dapat berubah jumlahnya tergantung dengan temperatur ekstraksi. Semakin tinggi temperatur maka zat terlarut juga semakin banyak. Namun zat yang terlarut juga akan berubah dengan naiknya temperatur. Pada temperatur tinggi juga akan terjadi penguraian pektin menjadi sukrosa. Sehingga perlu dilakukan studi lebih lanjut antara temperatur dan waktu yang tepat untuk mendapatkan ekstraksi khusus untuk pektin. Pada studi ini didapatkan temperaturnya antara 50°C-60°C dan waktu ekstraksi kurang lebih satu jam.

Apabila temperatur ekstraksi yang digunakan melebihi temperatur yang dianjurkan, maka akan banyak terlarut zat pewarna dari bahan baku. Karena antosianin lebih mudah terlarut dari pektin pada suhu tinggi. Apabila ingin melarutkan pewarna terlebih dahulu lalu mengambil pektinnya maka perlu menggunakan katalis untuk membantu pelarutan pewarna karena sebagian pektin akan terlarut dan terurai menjadi gula bila menggunakan temperatur yang tinggi. Sedangkan sisa bahan baku walaupun lebih banyak pektinnya akan lebih sulit diekstraksi karena pektin yang tersisa lebih sulit untuk dilarutkan dan didalam larutan sebelumnya pektin sudah terurai. Selain itu, untuk melarutkan pektin diperlukan waktu yang cukup lama.

Pada studi ini jumlah pektin yang didapatkan terlalu kecil untuk dipisahkan dengan

metode umum. Hasil yang didapatkan dari sintesa pektin dengan pelarut etanol merupakan massa campuran karena belum ada studi perlakuan lebih lanjut terhadap pektin dengan massa campuran. Sehingga tidak dilakukan pemisahan lanjutan. Selain itu, gula yang terbentuk juga membuat pektin dan media pengeringnya menempel dan sulit dipisahkan.

4. KESIMPULAN

- 1) Semakin asam jenis pelarut yang digunakan maka persen *yield* dan karakterisasi yang dihasilkan semakin tinggi
- 2) Semakin tinggi temperatur maka persen *yield* dan karakterisasi yang dihasilkan semakin tinggi
- 3) Semakin lama waktu ekstraksi maka persen *yield* dan karakterisasi yang dihasilkan semakin tinggi

DAFTAR PUSTAKA

- Bender, A., dan Dickie, N. 1982. Breakfast And Performance In School Children. *British Journal Of Nutrition*, 48, Hal. 483-496
- Constenla, D dan Lozano, J. E. 2003. Kinetic Model of Pectin Demethylation. *Latin American Applied Research*. Vol. 33, Hal. 91-96
- Cruess, W. 1958. *Commercial Fruit and Vegetable Products*. USA: McGraw Hill Book Company, Inc.
- Ditjen POM. 1995. *Farmakope Indonesia Edisi keempat*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Fitria, V. 2013. *Karakterisasi Pektin Hasil Ekstraksi Dari Limbah Kulit Pisang Kepok (Musa Balbisiana Abb)*. Skripsi. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah
- Hanum, F., Tarigan M. A., dan Kaban I. M. D. 2012. Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Pisang Kepok (Musa paradisiaca). *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 1(2), 49-53.
- Hariyati, M. N. 2006. *Ekstraksi Dan Karakterisasi Pektin Dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Pontianak (Citrus Nobilis Var Microcarpa)*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Hart, H., Craine L. E dan Hart D. J. 2003. *Kimia Organik (terjemahan Achmadi S)*, Edisi 11. Jakarta: Erlangga.
- Hui, F H. 1992. *Encyclopedia of Food Science and Technology*. USA: John Willy and Sons, Inc.
- Hui, Y.H. 2004. *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology*. USA: Marcel Dekker, Inc

- Ingrath, W., Wahyunanto A. N., Rini Y. 2015. Ekstraksi Pigmen Antosianin Dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Costaricensis*) Sebagai Pewarna Alami Makanan Dengan Menggunakan Microwave (Kajian Waktu Pemanasan dengan Microwave dan Penambahan Rasio Pelarut Aquades dan Asam Sitrat). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. Vol. 3 93), Hal. 1-8
- International Pectin Producers Association, 2003. Pectin Commercial Production. (Online). http://www.ippa.info/commercial_production_of_pectin.htm (Diakses pada tanggal 21 Mei 2017)
- Karjono dan Suwardi. 1991. Zeophonik, Hydrophonik dengan Zeolit. Jakarta: *Trubus* 22 (264), Hal, 34-35
- Muhidin, D. 2001. *Papain Dan Pektin*. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Muhidin, D. 2003. *Agroindustri Papain Dan Pektin*. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Norazelina S. M., Ismail. Ramli, N., Hani N. M. dan Meon Z. 2012. Extraction and Characterization of Pectin from Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) using Various Extraction Conditions. *Sains Malaysiana*. Vol. 41 (1), Hal. 41-45
- Panjuantiningrum, F. 2009. Pengaruh Pemberian Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*) Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Putih Yang Diinduksi Aloksan. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Pardede, Antoni., Ratnawati, Devi., HP, Martono A. 2013. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit Kemiri (*Alleurites mollucana Willd*). *Media Sains*. Vol. 5 (1), Hal. 2085-3548.
- Perina, I., Satiruinani., Felycia Adi Soetaredjo dan Herman Hindarso. 2007. Ekstraksi Pektin dari Berbagai Macam Kulit Jeruk. *Widya Teknik*. Vol. 6 (1), Hal 1-10
- Perry, R.H., dan Green, D.W. 1997. *Perry's Chemical Engineers Handbook*, 7th Ed. New York: Mc. Graw-Hill Book Company
- Pigman, W. W. 1946. *Advance In Carbohydrat Chemistry*, Vol. 2. London Academic Press.
- Prasetyowati, P., Sari K. P. dan Pesantri H. 2009. Ekstraksi Pektin Dari Kulit Mangga. *Jurnal Teknik Kimia*. 16 (4), Hal. 42-49
- Ranganna, S. 2000. *Hanbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing
- Siregar, Syofian. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: Kencana.
- Sulihono, A., Tarihoran B. dan Agustina T. E. 2012. Pengaruh Waktu, Temperatur, dan Jenis Pelarut Terhadap Ekstraksi Pektin Dari Kulit Jeruk Bali (*Citrus Maxima*). *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 18 (4), Hal. 1-8.
- Suyitno. 1989. *Rekayasa Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. Yogyakarta: UGM Press.
- Taiwan Food Industry Develop & Research Authoritis. (2005) dalam Patwary, M., dkk. (2013) *Study On The Growth And Development Of Two Dragon Fruit (Hylocereus Undatus) Genotypes*. *The Agriculturists* 11(2): 52-57
- Tang, P. Y., Wong C. J. dan Woo K. K.. 2011. Optimization of Pectin Extraction from Peel of Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *Asian Journal of Biological Sciences*. Vol. 4 (2), Hal. 189-195
- Triandini, M., Aslamiah dan Doni Rahmat Wicakso. 2014. Pengambilan Pektin Dari Albedo Semangka Dengan Proses Ekstraksi Asam. *Konversi*. Volume 3 (1)
- Vogel. 1985. *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Jakarta: PT. Kalman Media Pusaka
- Winarno, 1983. *Enzim Pangan*. Jakarta: Gramedia.
- Zaid, R. M., Zularisam W. dan Sakinah A. M. M. 2016. Effect Of Process Parameters On Pectin Extraction From Dragon Fruit (*Hylocereus Polyrhizus*) Peels Via Chemical And Physical Treatment. *Australian Journal Of Basic And Applied Sciences*. Vol. 10(17), Hal. 69-74