

Review Artikel : Karakteristik Ekstrak Pektin Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*)

Panji Nurhadiansyah

Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Bandung, Indonesia

email: panjinurhadiansyah3@gmail.com

ABSTRACT: Red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) is often processed into jams, syrups, ice cream and other food products, resulting in fruit peel waste as much as 30-35% of the weight of whole the fruit. In the peel of dragon fruit there are as much as 20-26% pectin. In this review the article compares pectin extracts from the peel of red dragon fruit with a variety of extraction methods as well as reviewing the extract characteristics of pectin from various extractions and reviewing the use of pectin based on its characteristics. There are several methods of extracting pectin on the skin of red dragon fruit that is using conventional methods with various materials such as ammonium oxalate, citric acid, hydrochloric acid and using only hot water also uses Microwave Assisted Extraction. The extraction yield was compared to the yield of pectin and methoxyl pectin type. The review of the article shows that the best pectin extraction is Extraction using 1% hydrochloric acid, pH 2.03, temperature 73oC for 70 minutes and stirring 500 rpm on a hot plate using dry skin powder to get 33% pectin yield with 52% esterification which is a high methoxyl pectin. The pectin produced has the potential to be a stabylyzer or gelling agent.

Keywords: Red dragon peel, Pectin, Extraction.

ABSTRAK: Buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) sering di olah menjadi selai, sirup, eskrim dan produk pangan lainnya, sehingga menghasilkan limbah kulit buah sebanyak 30 – 35% dari berat buahnya. Di dalam kulit buah naga terdapat pektin sebanyak 20-26%. Pada review artikel ini membandingkan ekstrak pektin dari kulit buah naga merah dengan berbagai macam metode ekstraksi serta meninjau karakteristik ekstrik pektin hasil dari berbagai macam ekstraksi serta meninjau pemanfaatan pektin berdasarkan karakteristiknya. Terdapat beberapa metode ekstraksi pektin pada kulit buah naga merah yaitu menggunakan metode konvensional dengan berbagai macam bahan seperti ammonium oksalat, asam sitrat, asam klorida dan hanya menggunakan air panas juga menggunakan *Microwave Assisted Extraction* . Hasil ekstraksi dibandingkan terhadap rendemen pektin dan tipe metoksil pektin. Pada review artikel menunjukkan bahwa ekstraksi pektin terbaik yaitu Ekstraksi menggunakan asam klorida 1%, pH 2.03, suhu 73°C selama 70 menit dan pengadukan 500 rpm pada hot plate dengan menggunakan serbuk kulit kering mendapatkan rendemen pektin 33% dengan derajat esterifikasi 52% yang merupakan pektin metoksil tinggi. Pektin yang dihasilkan berpotensi sebagai *stabylyzer* atau gelling agent.

Kata Kunci: Kulit buah naga merah, Pektin, Ekstraksi.

1 PENDAHULUAN

Buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) mempunyai ciri- ciri kulit buah yang berwarna kemerahan dengan daging buah berwarna merah. Dengan berkembangnya produk olahan dari buah naga seperti selai, sirup, eskrim dan produk pangan lainnya, sehingga menghasilkan limbah kulit buah sebanyak 30 – 35% dari berat buahnya. Sementara itu kulit buah naga terdapat banyak kandungan yang bermanfaat seperti antosianin,

betalain, vitamin C yang merupakan antioksidan, juga mengandung serat pangan yang salah satunya adalah pektin. Pektin pada bagian kulit buah naga yang mengandung pektin cukup tinggi yaitu 20,1 % (Nazzarudin et al., 2011).

Pektin merupakan segolongan polimer heterosakarida yang diperoleh dari dinding sel tumbuhan darat. Pektin diekstraksi secara komersial dari kulit buah jeruk dan apel dalam kondisi asam. Penggunaan pektin umumnya

adalah sebagai bahan perekat/pengental (gelling agent) pada selai dan jelly.

Terdapat banyak jurnal yang membahas tentang ekstraksi dan karakterisasi pektin pada kulit buah naga merah, masing-masing jenis ekstraksi pektin yang dilakukan menghasilkan karakteristik pektin yang berbeda, ditinjau dari rendemen pektin, penentuan kadar abu, kelembaban, berat ekivalen, analisis kandungan metoksil, analisis AUA (anhydrouronic acid), derajat esterifikasi, dan analisis struktural. Hasil ekstrak pektin dari beberapa metode ekstraksi ditinjau pemanfaatannya berdasarkan karakteristiknya.

Berdasarkan paparan diatas, dapat diidentifikasi masalah yaitu “apakah limbah kulit buah naga merah dapat menjadi sumber pektin alternatif, bagaimana karakteristik ekstrak pektin dari berbagai metode ekstraksi serta meninjau potensi pemanfaatannya berdasarkan karakteristiknya”.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai dasar informasi untuk pemanfaatan limbah kulit buah naga merah menjadi sumber alternatif pektin, membandingkan ekstrak pektin dari kulit buah naga merah dengan berbagai macam metode ekstraksi serta meninjau karakteristik ekstrik pektin hasil dari berbagai macam ekstraksi dan meninjau pemanfaatan pektin berdasarkan karakteristiknya.

Manfaat Penelitian ini adalah Mengetahui dasar informasi pemanfaatan limbah kulit buah naga merah menjadi sumber alternatif pektin, mengetahui metode ekstraksi pektin dari buah naga merah yang terbaik berdasarkan karakteristik yang diinginkan, dan mengetahui prospek pektin dari kulit buah naga merah berdasarkan karakteristiknya.

2 LANDASAN TEORI

Menurut Nazzarudin et al (2011) Pektin pada bagian kulit buah naga yang mengandung pektin cukup tinggi yaitu 20,1 %. Senyawa pektin merupakan polimer dari asam galakturonat, turunan galaktosa yang dihubungkan dengan ikatan α -1,4-glukosida. Pektin dapat ditemukan dalam buah dan sayur baik dari daging buah ataupun dari kulit buah. Buah-buahan yang digunakan sebagai sumber pektin antara lain:: jeruk, apel, pisang dan wortel. Umumnya pektin tidak memiliki struktur yang tepat. Pektin

merupakan koloid yang reversible, yaitu dapat dilarutkan dalam air, diendapkan, dikeringkan, dan dapat dilarutkan kembali tanpa merubah sifat fisiknya. Bila ditambahkan air pada awalnya akan terbentuk gumpalan seperti pasta dan kemudian akan larut. Di dalam air, pektin membentuk larutan kental pada kondisi tertentu (Perina dkk, 2007).

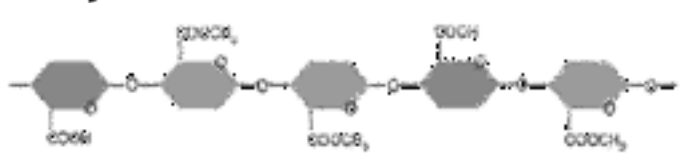

Pektin tersusun atas protopektin, asam pektinat dan asam pektat. Protopektin adalah senyawa pektin pada tanaman yang masih muda atau pada buah-buahan yang belum matang. Protopektin tidak larut dalam air. Namun apabila dipanaskan dalam air yang terdapat asam, maka protopektin dapat diubah menjadi pektin dan terdispersi dalam air. Protopektin akan menjadi pektin yang larut karena adanya hidrolisis asam, secara enzimatis dan secara fisis oleh pemanasan. Hasil dari hidrolisis adalah asam pektinat.

Asam pektinat adalah asam poligalakturonat yang mengandung gugus metil ester. Pektinat yang mengandung metil ester yang cukup yaitu lebih dari 50% dari seluruh karboksil disebut pektin. Pektin ini terdispersi dalam air dan dapat membentuk garam yang disebut garam pektinat. Dalam bentuk garam ini, pektin berfungsi dalam pembuatan jelly dengan keberadaan gula dan asam. Asam pektat adalah senyawa pektin dengan gugus karboksil yang tidak teresterifikasi pada asam galakturonat. Asam pektat bersifat tidak larut dalam air dan tidak membentuk gel. Namun, jika membentuk garam, asam pektat disebut pektat dan dapat larut dalam air (Perina dkk, 2007).

Sifat paling penting dari pektin yaitu membentuk jelly apabila dicampur dengan air dan gula dan dipanaskan dalam keadaan asam. viskositas pektin tergantung pada berat molekul pektin, pH, derajat esterifikasi yang normalnya sekitar 70%. Penambahan gula juga akan mempengaruhi kesetimbangan pektin dan air serta kestabilan molekul-molekul pektin sehingga pektin akan menggumpal dan membentuk serabut-serabut halus. Serabut-serabut halus tersebut yang selanjutnya dapat menahan cairan. Karakteristik kandungan metoksil dalam pektin disajikan pada Tabell Besarnya kadar pektin menentukan kepadatan struktur tersebut. Semakin tinggi kadar pektin maka semakin padat struktur tersebut. Kepadatan dari serabut-serabut dalam struktur jelly dikontrol oleh keasaman. Kondisi sangat asam akan menghasilkan struktur jelly yang padat

atau bahkan merusak struktur karena adanya hidrolisis pektin. Kualitas pektin dikatakan tinggi jika mampu membentuk gel yang kuat, yang Tabel 1 . Karakteristik Kandungan Metoksil

didapat dengan semakin tinggi kadar metoksil dan semakin panjangnya rantai galakturonat (Perina dkk, 2007).

Kandungan metoksil	Karakteristik
Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> - Derajat esterifikasi > 50% - Kadar metoksil > 7% - Dapat membentuk gel pada rentang pH=1 hingga 3,5 dan konsentrasi gula 53-63% - Suhu pembentukan gel sekitar 50°C - Struktur: 
Rendah	<ul style="list-style-type: none"> - Derajat esterifikasi < 50% - Kadar metoksil < 7% - Dapat membentuk gel pada pH=1 hingga 7 atau lebih, terdapat ion - Suhu pembentukan gel sekitar 50°C - Struktur: 

(Sumber :Perina dkk, 2007)

Berdasarkan kandungan metoksilnya, pektin dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu pektin berkadar metoksil tinggi (HMP), dan pektin berkadar metoksil rendah (LMP). Pektin bermetoksil tinggi mempunyai kandungan metoksil minimal 7%, sedangkan pektin bermetoksil rendah mempunyai kandungan pektin maksimal 7% (Guichard et al, 1991).

Kadar metoksil didefinisikan sebagai gugus metil teresterifikasi, Semakin tinggi kadar metoksil dalam molekulnya, maka makin cepat pektin menjadi gel (Hariyanti, 2006). Sedangkan Darajat esterifikasi merupakan persentase gugus

karboksil yang teresterifikasi. Pektin berderajat esterifikasi > 50% tergolong bermetoksil tinggi, sedangkan < 50% bermetoksil rendah (Siamornsak, 2003).

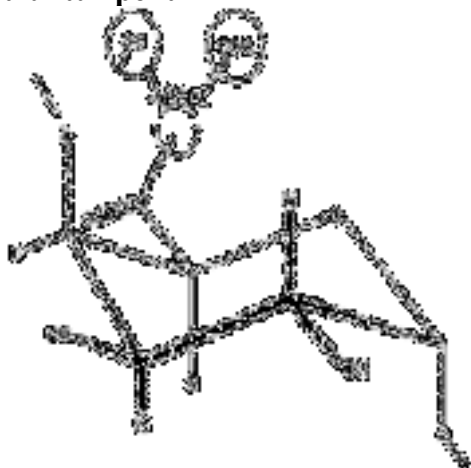
Kualitas pektin komersial dapat ditentukan oleh sifat-sifat fisik pektin. Sifat fisik tersebut diantaranya warna dan cita rasa yang cocok, kelarutan (untuk pektin padat), derajat gel, kecepatan membeku, serta tidak mengandung bahan atau zat berbahaya bagi kesehatan. Sifat fisik tersebut dipengaruhi oleh sifat kimia pektin (Hariyati, 2006). Dan Standar mutu pektin berdasarkan standar mutu Internasional Pectin Producers Association terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Standar mutu pektin berdasarkan standar mutu Internasional Pectin Producers Association

Karakteristik	Nilai
Kekuatan gel, grade min	150
Kandungan metoksil:	
- Pektin metoksil tinggi(%)	>7,12
- Pektin metoksil rendah(%)	2,5-7,2
Kadar asam galakturonat(%) min	35
Kadar air(%)maks	12
Kadar abu(%) maks	10
Derajat esterifikasi untuk :	
- Pektin ester tinggi(%) min	50
- Pektin ester rendah(%) maks	50
Bilangan asetil (%)	0,15-0,45
Berat ekivalen	600-800

(Sumber: Tarigan, M. dkk, 2012)

Struktur pektin

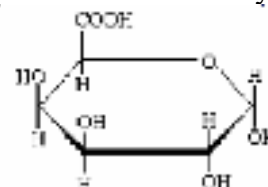


Gambar 1. Struktur Pektin

Pektin tersusun atas molekul asam galakturonat yang berikatan dengan ikatan α - (1-4)-glikosida sehingga membentuk asam poligalakturonat. Gugus karboksil sebagian teresterifikasi dengan methanol dan sebagian gugus alkohol sekunder terasetilasi Pektin terdiri dari monomer asam galakturonat yang berbentuk suatu rantai molekul panjang. Rantai utama ini diselingi oleh kelompok rhamnosa dengan rantai cabang menyusun gula netral (arabinosa, galaktosa).

Kelompok karboksil (kelompok asam) dari asam galakturonat dapat diesterifikasi atau diamidasi. Selain asam D-galakturonat sebagai komponen utama, pektin juga memiliki D-galaktosa, L-arabinosa, dan L-rhamnosa dalam jumlah yang bervariasi. Komposisi kimia pektin sangat bervariasi tergantung pada sumber dan

kondisi yang dipakai dalam isolasinya.



Gambar 2. Struktur Kimia Asam α -Galakturonat

Pektin merupakan asam poligalakturonat yang mengandung metil ester. Pektin diekstraksi secara komersial dari kulit buah jeruk dan apel dalam kondisi asam. Masing-masing cincin merupakan suatu molekul dari asam poligalakturonat, dan ada 300 – 1000 cincin seperti itu dalam suatu tipikal molekul pektin, yang dihubungkan dengan suatu rantai linier (Hariyati, 2006).



Gambar 3. Struktur Kimia Asam Poligalakturonat

Ekstraksi Pektin

Ekstraksi adalah proses perpindahan suatu zat atau solut dari larutan asal atau padatan ke dalam pelarut tertentu. Ekstraksi merupakan proses pemisahan berdasarkan perbedaan kemampuan melarutnya komponen-komponen yang ada dalam campuran (Perina dkk, 2007). Ekstraksi pektin dipengaruhi beberapa faktor yang mempengaruhi ekstraksi. Faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut:

a. Ukuran partikel

Semakin kecil ukuran partikel berarti semakin besar luas permukaan kontak antara padatan dengan pelarut dan semakin pendek jarak difusi

solut sehingga kecepatan ekstraksi akan lebih besar. Pengecilan ukuran partikel bahan-bahan yang akan diekstraksi membantu pengontakan antara padatan dengan pelarut karena pecahnya sel-sel yang mengandung solut tersebut.

b. Pelarut

Pelarut yang digunakan dalam ekstraksi sebaiknya memiliki sifat-sifat mampu memberikan kemurnian solut yang tinggi, stabil tetapi inert, dapat didaur ulang, mempunyai viskositas, tekanan uap, dan titik beku yang rendah untuk memudahkan operasi dan keamanan penyimpanan, tidak beracun dan tidak mudah terbakar dan murah tetapi tetap memberikan hasil yang cukup baik.

Larutan pengeksrak yang dapat digunakan dalam proses ekstraksi pektin adalah air, alkohol, larutan asam, dan polifosfat. Alkohol yang biasa digunakan adalah etanol 96%, sedangkan larutan asam yang umum digunakan adalah CH_3COOH , H_2SO_4 , dan HCl . Larutan asam lain yang dapat digunakan adalah asam sitrat, asam tartrat, dan asam laktat. Selain itu, dapat juga digunakan gliserol dan larutan sukrosa, tetapi penggunaan larutan tersebut sangat jarang dan tidak digunakan dalam pembuatan pektin secara komersial.

Penggunaan pelarut air pada ekstraksi pektin merupakan metode yang paling sederhana. Penggunaan pelarut air memiliki beberapa kerugian, terutama pada kaitannya dengan aktivitas ion hidrogen. Hal ini dapat terjadi karena air melarutkan komponen-komponen lain dari jaringan tumbuhan yang kemungkinan bersifat asam. Dengan adanya komponen-komponen ini, menjadi sulit dalam pengontrolan pH selama proses ekstraksi. Kesulitan ini dapat diatasi dengan preliminary treatment menggunakan etanol. Selain itu, penggunaan pelarut air tidak efisien karena ekstraksi yang terjadi membutuhkan waktu lama.

Pelarut air pada suhu ruang biasa digunakan pada ekstraksi awal sebelum ekstraksi dengan pelarut lain. Tujuan dari tahap ini adalah untuk melarutkan senyawa pektin yang tidak larut menjadi senyawa pektin yang terlarut (asam pektinat). Tetapi bila ekstraksi dilakukan menggunakan pelarut asam, tahap ekstraksi dengan air ini tidak perlu dilakukan karena pelarut asam dapat sekaligus mengubah senyawa pektin yang tidak larut dalam bahan menjadi senyawa yang larut dan mengekstraksinya.

c. pH

Pengontrolan pH dalam ekstraksi pektin merupakan hal yang penting karena dapat mempengaruhi rendemen pektin. Rentang pH untuk ekstraksi pektin bervariasi tergantung kepada bahan yang akan diekstraksi. Misalnya, ekstraksi pektin dari ampas apel berkisar antara 1,2 – 3,0 dan ekstraksi pektin dari kulit lemon dilakukan pada pH 1,5–3,0. Dari kondisi tersebut dapat dilihat bahwa ekstraksi pektin umumnya dilakukan pada pH=1 sampai 3.

d. Suhu

Kenaikan suhu akan meningkatkan kelarutan untuk menghasilkan laju ekstraksi yang tinggi. Koefisien difusi juga akan bertambah tinggi seiring dengan kenaikan suhu sehingga meningkatkan laju ekstraksi. Batas suhu ditentukan untuk mencegah kerusakan pada bahan. Umumnya suhu ekstraksi untuk pektin adalah 60–90°C. Penggunaan suhu yang terlalu tinggi juga dapat mengakibatkan degradasi pektin.

e. Pengaruh pengadukan

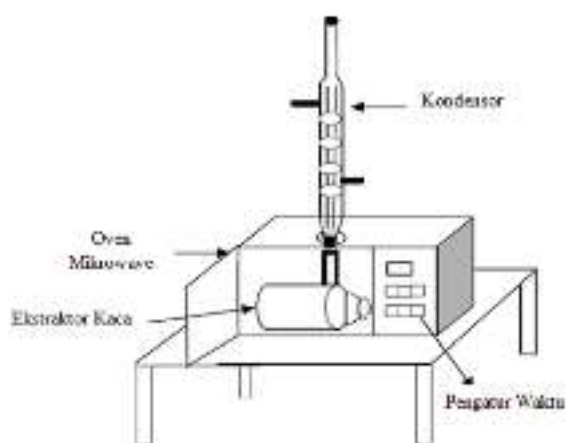
Pengadukan pada ekstraksi penting karena meningkatkan perpindahan solut dari permukaan partikel (padatan) ke cairan pelarut. Mekanisme yang terjadi pada proses leaching adalah solven berdifusi ke dalam padatan sehingga solut akan larut ke dalam solven. Kemudian solut yang terlarut dalam solven tersebut akan berdifusi ke luar menuju ke permukaan partikel, akhirnya solut akan berpindah ke larutan. Selain itu, pengadukan suspensi partikel halus akan mencegah pengendapan padatan dan membuat luas kontakannya semakin besar.

f. Waktu ekstraksi

Semakin lama waktu ekstraksi dalam pelarut, rendemen yang diperoleh semakin tinggi. Penambahan waktu ekstraksi tidak sebanding dengan rendemen yang diperoleh, karena ekstraksi dilakukan pada waktu optimum. Ekstraksi dilakukan selama pelarut yang digunakan belum jenuh. Pelarut yang telah jenuh tidak dapat mengekstraksi karena gaya pendorong (driving force) semakin lama semakin kecil. Akibatnya waktu ekstraksi semakin lama dan rendemen yang dihasilkan tidak bertambah lagi secara signifikan (Perina dkk, 2007).

Pada proses ekstraksi pektin juga bisa menggunakan metode Microwave Assisted Extraction (MAE). MAE merupakan teknik untuk mengekstraksi bahan terlarut di dalam bahan

tanaman dengan bantuan energi gelombang mikro. Teknologi tersebut cocok bagi pengambilan senyawa yang bersifat termolabil karena memiliki kendali terhadap temperatur yang lebih baik dibandingkan proses pemanasan konvensional. Selain kendali suhu yang lebih baik, MAE juga memiliki beberapa kelebihan lain, diantaranya adalah waktu ekstraksi yang lebih singkat, konsumsi energi dan pelarut yang lebih sedikit, akurasi dan presisi yang lebih tinggi, dan setting peralatan yang menggabungkan fitur soxhlet dan kelebihan dari microwave (Kurniasari dkk, 2008). Serangkaian alat yang digunakan dalam ekstraksi menggunakan metode Microwave Assisted Extraction (MAE) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian alat ekstraksi dengan metode Microwave Assisted Extraction (MAE)

Aplikasi Pektin

Pektin yang sudah dimurnikan berbentuk serbuk berwarna terang dan larut dalam air. Sifat fisika yang terpenting dari pektin adalah kemampuannya membentuk gel dengan keberadaan asam dan gula. Sifat inilah yang banyak digunakan dalam industri secara komersial.

Pektin merupakan suatu zat yang banyak digunakan dalam berbagai industri, baik makanan, minuman, farmasi dan industri lain:

a. Industri Makanan dan Minuman Pada industri makanan dan minuman, pektin sering digunakan sebagai:

- 1) Bahan pemberi tekstur yang baik pada roti dan keju;
- 2) Bahan pengental dan stabilizer pada minuman sari buah, serta
- 3) Bahan pokok pembuatan jelly, jam dan marmalade.

b. Industri Farmasi Pada industri farmasi, pektin sering digunakan sebagai:

1. Emulsifier bagi preparat cair dan sirup;
2. Obat diare (mencret) pada bayi dan anak-anak seperti maltose, kaopec, nipectin, intestisan;
3. Obat penawar racun logam; - Bahan penurun daya racun dan penambah daya larut obat-obatan sulfa;
4. Bahan penyusut kecepatan penyerapan bermacam-macam obat;
5. Bahan kombinasi untuk memperpanjang kerja hormon dan antibiotik;
6. Bahan pelapis perban (pembalut luka) untuk menyerap kotoran dan jaringan yang rusak atau hancur sehingga luka tetap bersih dan cepat sembuh, serta
7. Bahan hemostatik, oral, atau injeksi untuk mencegah pendarahan.

c. Industri Lain Selain untuk makanan, minuman, dan farmasi, pektin sering juga digunakan pada berbagai industri seperti industri kosmetik (pasta gigi, sabun, lotion dan krim), baja dan perunggu (quenching), karet (creaming and thickening agent), plastik, tekstil, bahan sintesis serta film nitropektin.

Dalam pemanfaatannya pektin digolongkan sebagai food additive dan ditemukan secara alami pada tanaman maka Food and Drug Administration (FDA) menerimanya sebagai bahan tambahan makanan yang aman. Adapun pektin sendiri, memiliki manfaat yang lebih banyak dalam industri pengolahan bahan pangan misalnya dalam pembuatan jelly, jam dan juga dalam industri permen (Perina dkk, 2007).

3 METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi Penelitian melakukan review artikel dari naskah-naskah yang telah dipublikasikan baik nasional maupun internasional. Review artikel ini melihat berbagai artikel tentang beberapa ekstraksi dan karakterisasi pektin kulit buah naga dengan meninjau aspek dari persentase pektin yang didapatkan, analisis kandungan metoksil, derajat esterifikas dan analisis struktural untuk melihat tipe metoksil pektin. Serta meninjau pemanfaatannya dari masing-masing karakteristik pektin dari beberapa ekstraksi.

4 PEMBAHASAN

Pektin pada kulit buah naga yang mengandung pektin cukup tinggi yaitu 20,1 % (Nazzarudin et al., 2011). Kulit buah naga merah yang memiliki

berat 30-35% dari berat buahnya. Kulit buah naga merah hanya dibuang sebagai limbah sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan. Oleh sebab itu kulit buah naga lebih baik dimanfaatkan sebagai sumber pektin alami alternatif.

Berdasarkan review jurnal yang dikemukakan oleh Srivastava, (2011) metode ekstraksi pektin yang paling umum digunakan untuk ekstraksi pektin adalah metode konvensional dan microwave heating. Pada review jurnal ini penulis akan membahas tentang metode ekstraksi pektin dari beberapa jurnal, dengan berbagai macam metode ekstraksi seperti: ekstraksi konvensional dan Microwave-assisted extraction (MAE) dengan berbagai macam kondisi dan perlakuan sehingga mendapatkan karakteristik yang berbeda pada hasil ekstraknya. Untuk mengkarakterisasi masing-masing hasil ekstraksi ditinjau dari beberapa aspek, yaitu persentase pektin yang dihasilkan, derajat esterifikasi yang menunjukkan tipe metoksil pektin (rendah atau tinggi metoksil).

Metode konvensional

Pada metode ekstraksi pektin konvensional pada beberapa jurnal dengan berbagai perlakuan ekstraksi seperti penelusuran berbagai macam asam/garam organik untuk pengasaman dengan konsentrasi yang berbeda, pH berbeda, suhu berbeda dan waktu yang berbeda. Seperti penggunaan Ammonium oksalat yang dibandingkan pada variasi konsentrasi yang berbeda, penggunaan asam sitrat, atau penggunaan ekstraksi

Ekstraksi menggunakan Ammonium Oksalat

Ammonium oksalat bekerja sebagai pengikat kalsium yang dapat membantu pektin keluar dari dinding sel (Yeoh et al., 2008). Artikel yang ditulis oleh Nozeralina yang diterbitkan pada tahun 2012 meneliti ekstraksi pektin dari kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) dilakukan tiga bahan asam/garam organik yang berbeda pada ekstraksi. Dalam penelitian ini, residu tidak larut alkohol disiapkan dengan mengolah sebungkus kulit kering sebanyak empat kali dengan isopropanol (85 vol.%) pada 70°C selama 20 menit. residu yang tidak larut dalam alkohol kering dari kulit buah naga diperlakukan dengan diaduk dengan 1 L 0,25% amonium oksalat/asam oksalat pada pH 4,6 pada 85°C; 0,03 M HCl pada pH 1,5 pada 85°C; dan air terdeionisasi pada suhu 75°C. Dan hasil yang didapatkan pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan beberapa bahan terhadap rendemen pektin (%), kelembaban (%) dan kadar abu (%) dari kulit buah naga

Bahan	Rendemen (%)	Kelembaban (%)	Kadar abu (%)
Ammonium oksalat/Asam oksalat 0,25 %	20.14 ± 0.43a	11.19 ± 0.25a	6.88 ± 0.42b
HCL 0.03 M	14.96 ± 0.36b	11.13 ± 0.7a	11.95 ± 1.55a
Air Deionisasi	15.37 ± 0.44b	11.33 ± 0.69a	11.55 ± 0.13a

Keterangan : a-b Nilai rata-rata dari pengukuran rangkap tiga ± standar deviasi. Nilai dengan superskrip berbeda di baris yang sama secara signifikan berbeda ($p < 0,05$).

Pada tabel di atas diketahui bahwa ammonium oksalat/asam oksalat 0,25% mendapatkan kandungan pektin yang tertinggi yaitu 20.14 %, kelembaban 11.19 % dan kadar abu 6.88%. Pektin yang diekstraksi dengan ammonium oksalat/asam oksalat 0,25% memberikan hasil pektin tertinggi, dengan kemurnian tinggi dan kadar abu rendah. Berdasarkan nilai kandungan metoksil dan tingkat esterifikasi, pektin buah naga dapat dikategorikan sebagai pektin rendah metoksil.

Lalu pada tahun 2018 Pada Artikel yang ditulis oleh Alia Z. Hashim, membahas tentang ekstraksi pektin menggunakan amonium oksalat dengan konsentrasi yang berbeda. Dan hasil ekstraksi pektin dari kulit buah naga menggunakan konsentrasi 0,5% amonium oksalat menunjukkan hasil yang tinggi dibanding dengan konsentrasi lainnya dengan mendapatkan hasil pektin sebesar 26.64%, dilihat pada tabel 4:

Tabel 4. Perbandingan Konsentrasi Ammonium Oksalat

Persentase Ammonium Oksalat	Rendemen (%)
0.5	26.64
1	23.75
2	15.88

Lalu dilakukan karakterisasi pada pektin dari hasil ekstraksi yang menggunakan amonium oksalat 0.5 %. Derajat esterifikasi pektin kulit buah naga sebesar 44,82%. Hal ini dapat diklasifikasikan sebagai pektin metoksil rendah karena memiliki D.E. % yang lebih rendah dari 50% dan kandungan metoksil 2,5%. Lalu diuji menggunakan metode Fourier Transform Infrared (FTIR) untuk menunjukkan kelompok fungsional

Gambar 5. Spektrum FT-IR DF-WPD, DF-WPF, DF-IPD, DF-IPF dan citrus pectins

Keterangan : DF=Buah Naga ;WPD=Kulit utuh kering;WPF=Kulit utuh segar;IPD=Kulit dalam kering;IPF=Kulit dalam segar.

Ekstraksi Menggunakan Asam Klorida

Artikel yang ditulis oleh Nurrulhidayah Ahmad Fadzillah Penelitian ini bertujuan untuk mengekstrak pektin dari kulit buah naga dengan menggunakan ekstraksi asam panas. Ekstraksi dilakukan menggunakan serbuk kering yang direhidrasi dengan air suling dengan pH disesuaikan dari rentang 5.6, 5.0, 3.5, 2.0 dan akhirnya 1,4 menggunakan asam klorida 1 M. Ekstraksi dilakukan pada rentang waktu 11, 30, 75, 120 dan 139 menit dan dipanaskan pada 70°C, suhu optimal untuk ekstraksi menggunakan pengadukan hot plate (500 rpm). Kondisi optimum untuk ekstraksi ditemukan pada waktu 75 menit dan pH 3,5 berdasarkan persentase tertinggi hasil pektin 33%. Yang ditunjukkan pada gambar tabel 6 :

Tabel 6. Persentase rendemen pektin dalam perbedaan pH dan waktu

Sampel	Parameter		hasil rata-rata(%)
	pH	waktu(menit)	
A	1.4	75	25
B	2	30	19
C	2	120	13
D	3.5	11	30
E	3.5	75	33
F	3.5	139	19
G	5	30	22
H	5	120	17

Hasil Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) pada gambar 6 untuk mengukur derajat esterifikasi (DE). Pektin kulit buah naga juga memiliki pola absorbansi yang sama dengan standar, dan dengan demikian juga termasuk dalam kelompok pektin metoksil tinggi. Estimasi DE dari kulit buah naga pektin adalah 52%, yang membuktikan bahwa itu adalah pektin metoksil tinggi karena DE lebih dari 50%. Lalu Pektin hasil ekstraksi dikarakterisasi dalam hal kelembaban didapatkan 14,03 % ± 1,925 dan kadar abu didapatkan 8,73 % ± 1,218. Kulit buah juga menunjukkan aktivitas antioksidan DPPH yang tinggi (57,94%) dengan ekstrak metanol (2mg / ml).

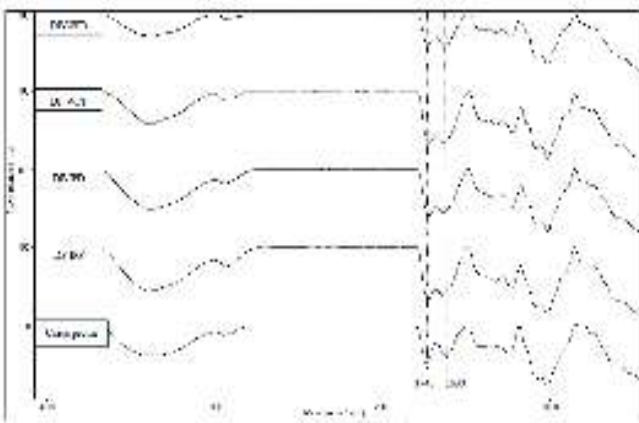
utama kulit buah naga pektin dan apel komersial pektin. Struktur pektin kulit buah naga mirip dengan struktur pektin sampel apel pektin komersial. **Ekstraksi Menggunakan Asam Sitrat**

Artikel ini ditulis oleh Kharidah Muhammad,dkk tahun 2013, membahas tentang ekstraksi pektin dari kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) menggunakan asam sitrat 1% yang dilakukan pada suhu:73oC, waktu: 67 menit, pH: 2,03. Dengan mininjau berbagai fraksi yaitu: kulit utuh (kering); kulit utuh (segar);lapisan dalam kulit (kering) dan lapisan dalam kulit (segar). Dan didapatkan hasil pada tabel 5:

Tabel 5. Perbandingan fraksi kulit buah naga terhadap Kelembaban(%), Rendemen Pektin(%) dan Derajat Esterifikasi(%)

Bahan	Kelembaban (%)	Rendemen pektin(%)	Derajat esterifikasi(%)
Kulit utuh kering	15b ± 0.07	15.00b ± 0.48	53,74%
Kulit utuh segar	89.94c ± 0.12	14.41b ± 0.79	51,71%
Kulit dalam kering	7.58d ± 0.08	7.99c ± 0.92	62,88%
Kulit dalam segar	91.68e ± 0.07	26.38d ± 0.47	63,74%

Hasil pektin tertinggi yang didapatkan pada fraksi kulit dalam segar 26,38% berdasarkan berat kering. Perbandingan sampel dengan asam sitrat 1:4 (b/ v). Lalu menggunakan FTIR untuk dilakukan pengujian derajat esterifikasi. pada hasil esktraksi pektin masing-masing fraksi menunjukkan derjaat esterifikasi yang tertinggi adalah 63,74% ,yaitu pada kulit dalam segar. Derajat esterifikasi yang didapatkan pada semua fraksi >50 % bahwa pektin yang diekstraksi termasuk pada derajat esterifikasi tinggi dan tergolong pektin metoksil tinggi.



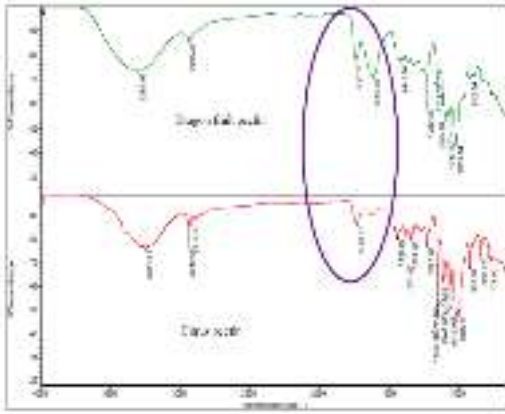
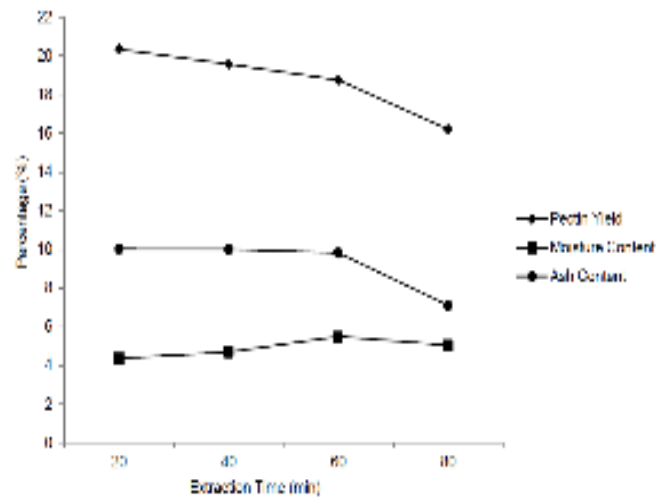


Figure 6. The FTIR spectra of pectin extracted from dragon fruit skin (DE 52%) and commercial citrus pectin (DE 63%).

Gambar 6. Spektrum komparasi sampel pektin kulit buah naga (DE 52%) dengan citrus pectin komersial (DE 63%)

Ekstraksi Menggunakan Air Panas

Artikel yang ditulis oleh Dayang Norulfairuz Abang Zaidel tahun 2017, Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki ekstraksi pektin dari kulit buah naga kering dengan waktu ekstraksi yang bervariasi menggunakan metode ekstraksi air panas. Kulit buah naga diekstraksi menggunakan air suling pada suhu 80°C dengan ekstraksi berbeda waktu 20, 40, 60 dan 80 menit. Pektin yang diekstraksi ditinjau dengan pektin yang dihasilkan, kadar air dan kadar abu, tingkat esterifikasi dan aktivitas antioksidan. Penentuan kadar air dan kadar abu dilakukan menggunakan metode standar AOAC. Penentuan tingkat esterifikasi pektin dilakukan dengan menggunakan Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). Uji DPPH digunakan untuk menentukan aktivitas antioksidan dari ekstrak pektin. Berikut hasil dari penelitian pada gambar 7:



Gambar 7. Grafik rendemen pektin(rendemen pektin)(%),kadar kelembaban(%) dan kadar abu(%) terhadap ekstraksi pektindengan waktu ekstraksi berbeda

Berdasarkan penelitian ini hasil pektin menurun seiring dengan meningkatnya waktu ekstraksi. Hasil terendah, yaitu 16,20%, diperoleh dari sampel yang diekstraksi selama 80 menit. Hasil tertinggi 20,34% diperoleh saat dipanaskan selama 20 menit. Secara umum, durasi ekstraksi air panas mempengaruhi hasil pektin. Semakin lama waktu ekstraksi, semakin rendah pektin yang diperoleh. Dalam penelitian ini, tidak ada penambahan asam encer selama ekstraksi, sehingga hasil yang diperoleh rendah. Ini karena penambahan asam selama ekstraksi membantu melindungi pektin karena kehilangan sebagian cabang dan panjang rantai. Sedangkan Kelembaban pektin didapatkan tidak melebihi 6%. Dengan meningkatnya waktu ekstraksi, maka kadar abu pektin berkurang abu yang diperoleh berada di kisaran 10%.

Dari analisis FTIR pada gambar 8, menunjukkan bahwa semua pektin yang diekstraksi dengan waktu ekstraksi yang berbeda adalah pektin metoksil rendah, karena DE yang didapatkan <26% ketika dibandingkan dengan pektin jeruk komersial. Sehingga diindikasikan sebagai pektin metoksil rendah karena derajat esterifikasi <50%. Aktivitas antioksidan tertinggi ditunjukkan oleh 40 µg / mL konsentrasi pektin diekstraksi selama 60 menit. Kondisi ekstraksi memberikan dampak pada hasil ekstraksi dan karakteristiknya. Investigasi lebih lanjut perlu diarahkan untuk mengetahui kondisi terbaik untuk proses ekstraksi.

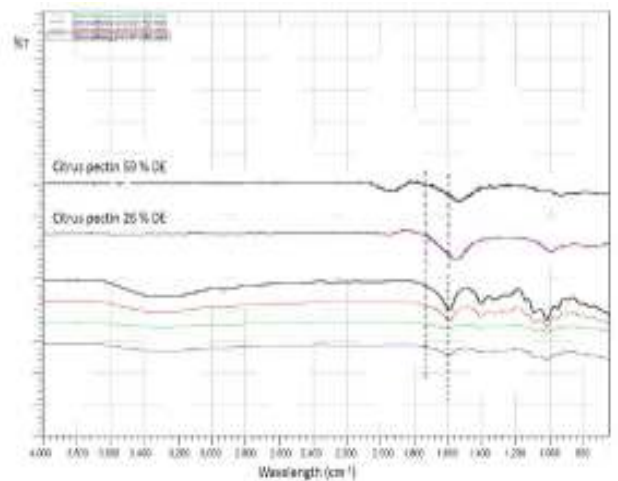


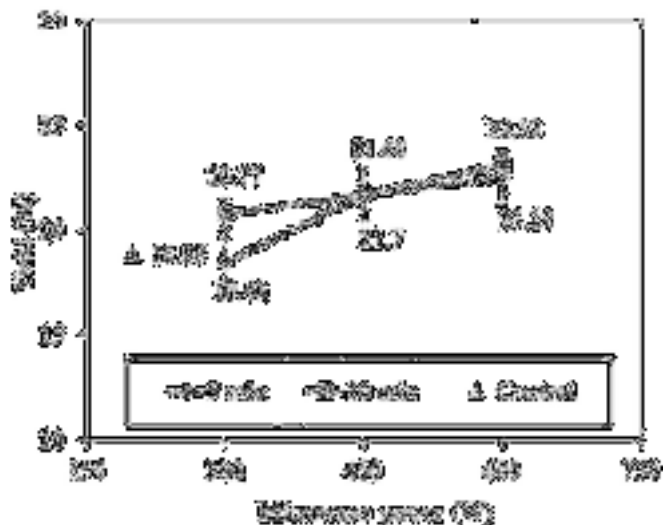
Figure 8. FTIR spectra of pectin extracted at 20, 40, 60, 80 min extraction time, commercial citrus pectin 26% and 50% DE.

Gambar 8. Spektrum dari pektin pada 20, 40, 60, 80 menit waktu ekstraksi, citrus pectin komersial 26 % dan 59 % DE

Microwave Assisted Extraction

Microwave Assisted Extraction (MAE) merupakan teknik untuk mengekstraksi bahan-bahan terlarut di dalam bahan tanaman dengan bantuan energi gelombang mikro. Teknologi tersebut cocok bagi pengambilan senyawa yang bersifat termolabil karena memiliki kontrol terhadap temperatur yang lebih baik dibandingkan proses pemanasan konvensional. Selain kontrol suhu yang lebih baik, MAE juga memiliki beberapa kelebihan lain, diantaranya adalah waktu ekstraksi yang lebih singkat, konsumsi energi dan solven yang lebih sedikit, yield yang lebih tinggi, akurasi dan presisi yang lebih tinggi (Purwanto, 2010)

Artikel yang ditulis oleh Tongkham, Nudthapong, pada tahun 2017. Kulit buah naga digunakan sebagai bahan untuk ekstraksi pektin dengan metode Microwave Assisted Extraction (MAE) dengan cara Bubuk kulit buah naga bubuk sebanyak 2,5 g ditambahkan ke 100 mL air suling dan 100 mL 0,05 M asam nitrat. Setelah itu, diatur menjadi pH 2,0 menggunakan 0,05 M asam nitrat. Lalu dipanaskan dalam oven microwave pada frekuensi kerja 2450 MHz menggunakan kekuatan 300, 450 atau 600 Watt waktu pemanasan 5 atau 10 menit dan dibandingkan dengan metode konvensional pada suhu 85°C selama 1 jam Dengan hasil pada gambar 9. Perbandingan Kekuatan Microwave(W) dengan Rendemen pektin(%)



Gambar 9. Efek dari microwave power dan waktu ekstraksi dalam rendemen pektin(%)

Metode MAE menghasilkan hasil pektin yang lebih tinggi, dengan hasil pektin tertinggi 23,12% diperoleh dengan menggunakan daya Microwave 600 W dan waktu pemanasan 10 menit. dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Kandungan asam anhidrouronic(%) dan derajat esterifikasi(%) dari pektin yang didapatkan diberbagai macam kondisi dan dikomparasi dengan pektin komersial.

Kondisi	AUA(% <i>ns</i>)	DE(% <i>ns</i>)
Kontrol(85°C, 1jam)	71.63±6.97	59.16±2.91
300 W, 5 Menit	71.90±0.97	60.14±1.99
300 W, 10 Menit	60.28±12.29	59.97±1.82
450 W, 5 Menit	66.16±2.03	57.50±1.33
450 W, 10 Menit	69.61±4.47	59.56±2.54
600 W, 5 Menit	66.05±1.02	59.30±0.90
600 W, 10 Menit	63.67±0.16	58.72±0.00
Pektin Komersial	62.00±1.88	73.60±1.04

Kandungan asam anhidrouronic, derajat esterifikasi dari pengujian FTIR pada metode MAE pektin tidak berbeda dari pektin konvensional dan oleh karena itu ekstrak pektin dapat dikategorikan sebagai pektin metoksil tinggi karena DE dari pektin yang diperoleh berada dalam kisaran 57-60% yang tergolong metoksil pektin tinggi dan kandungan asam anhidrouronic berada di kisaran 60-72%

Perbandingan Hasil ekstraksi dari metode konvensional dengan metode Microwave-assisted Extraction dari beberapa jurnal.

Pada metode konvensional didapatkan beberapa tipe ekstraksi menggunakan asam/basa organik untuk zat pengasam dan ditinjau perbedaan konsentrasinya, perbedaan pH, suhu dan waktu ekstraksi. Pada ekstraksi pektin konvensional pada kulit buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) yaitu menggunakan ammonium oksalat, asam sitrat, asam hidroklorida dan air destilasi, pada rentang suhu 73-90°C. Pada tabel akan menjelaskan metode ekstraksi pektin dengan masing masing karakteristiknya meninjau rendemen pektin dan tipe metoksil pektin, Dimana rendemen pektin menunjukkan jumlah pektin dan terekstraksi dan tipe metoksil pektin ditinjau dari DE dan kadar metoksil pada masing-masing metode ekstraksi. Perbandingan antara beberapa metode ekstraksi pektin beserta hasilnya terdapat pada tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan karakteristik pektin pada beberapa metode ekstraksi ditinjau dari rendemen pektin(%) dan tipe metoksil pektin.

Jenis ekstraksi	Rendemen pektin(%)	Tipe metoksil	Keterangan
Metode konvensional :			
Ammonium oksalat 0.5%, pH 4, suhu 90°C selama 90 menit. Menggunakan serbuk kulit kering	26,64%	pektin metoksil rendah	derajat esterifikasi 44,82% dan kandungan metoksil 2,5%.
Asam sitrat 1%, pH 2.03, suhu 73°C selama 67 menit. Menggunakan kulit buah dalam segar	26,38%	pektin metoksil tinggi	derajat esterifikasi h 63,74%
Asam klorida 1 M, pH 3.5, suhu 75°C, selama 70 menit dan pengadukan 500 rpm. Menggunakan serbuk kulit kering	33%	pektin metoksil tinggi	derajat esterifikasi 52%
Air destilasi suhu 80°C selama 20 menit. Menggunakan serbuk kulit kering	20,34%	pektin metoksil rendah	derajat esterifikasi <26%
Microwave Assisted Extraction : Asam nitrat 0,05 M, pH 2.0, frekuensi 2450 MHz, dengan daya 600 Watt selama 10 menit. Menggunakan bubuk kulit kering	23,12%	pektin metoksil tinggi	derajat esterifikasi 57-60%

Pada hasil review dari seluruh metode ekstraksi, Ekstraksi menggunakan asam klorida 1%, pH 2.03, suhu 73oC selama 70 menit dan pengadukan 500 rpm pada hot plate dengan menggunakan serbuk kulit kering mendapatkan rendemen pektin 33% dengan derajat esterifikasi 52% yang merupakan pektin metoksil tinggi. Hal ini dapat terjadi karena ekstraksi menggunakan Asam klorida menghasilkan pektin yang lebih tinggi dikarenakan asam klorida merupakan asam mineral. Asam mineral menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan asam organik seperti pada metode yang menggunakan asam sitrat. Juga Asam mineral pada pH rendah lebih baik dari pada pH tinggi untuk menghasilkan pektin. Pada suhu 75oC dan selama menghasilkan pektin yang lebih tinggi tetapi tidak samapi berakibat terhidrolisisnya pektin menjadi asam galakturonat. Dan kemungkinan pengadukan bisa menjadi salah satu faktor metode ini lebih baik dari metode lainnya.

Prospek hasil ekstraksi pektin

Setelah dibuktikan dari berbagai jurnal diatas bahwa kulit buah naga merah memiliki kandungan pektin yang cukup tinggi, sehingga mampu menjadi alternatif sumber pektin. Pada beberapa metode ekstraksi terbukti menghasilkan pektin yang bermetoksil rendah yang bisa dimanfaatkan pada produk pangan seperti stablyzer pada produk minuman dan produk pangan seperti jelly, selai dan lain-lain. Sementara metoksil yang tinggi yang berpotensi sebagai

gelling agent yang baik. Dan pada ekstraksi pektin juga terbukti pektin kulit buah naga merah memiliki aktifitas antioksidan.

5 KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kulit buah naga terbukti kaya akan kandungan pektin, sehingga berpotensi menjadi sumber pektin alternatif. Metode ekstraksi pektin pada kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) yang dilakukan dibeberapa jurnal baik itu secara konvensional ataupun menggunakan Microwave assted extraction (MAE) terdapat kelebihan dan kekurangan diantaranya, metode konvensional pengerjaannya memerlukan waktu lama dan menghasilkan lebih banyak limbah pelarut, serta metode MAE menghasilkan kualitas pektin tinggi yang lebih sedikit karena pengaruh degradasi. Ekstraksi terbaik yaitu menggunakan asam klorida 1%, pH 2.03, suhu 73oC selama 70 menit dan pengadukan 500 rpm pada hot plate dengan menggunakan serbuk kulit kering mendapatkan rendemen pektin 33% dengan derajat esterifikasi 52% yang menghasilkan pektin metoksil tinggi. Berdasarkan tipe metoksil pektinya yang bertipe metoksil tinggi maka hal ini dapat berpotensi digunakan sebagai gelling agent.

SARAN

Pada penelitian selanjutnya, metode ekstraksi pektin pada buah naga bisa terus dikembangkan

untuk mendapatkan pektin yang lebih banyak lagi dengan kualitas tinggi dengan mengoptimasi pada masing-masing metode pada variable yang berhubungan. Prospek pektin dari kulit buah naga merah yang dihasilkan dari berbagai macam ekstraksi juga memiliki prospek yang cemerlang yang bisa dikembangkan lebih lanjut lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmalludin A. K. 2011. Pembuatan Pektin Dari Kulit Coklat Dengan Cara Ekstraksi. Skripsi. Semarang: Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro Tembalang.
- Alia Z. Hashim. 2018. Extraction and Characterization of Pectin from Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Peel Using Different Concentration of Ammonium Oxalate. Department of Food Science, College of Agriculture, University of Basrah: Iraq Basrah. *J. Agric. Sci.*, 31(1): 12-19
- Artari, Margareta Fedora Prima. 2018. Edible Coating Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Dan Tapioka Dengan Tambahan Perasan Jeruk Nipis Sebagai Antibakteri Bakso Sapi. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya.
- Bellec FL, Vaillant F, Imbert E. 2006. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. *J Fruits*. 61(4):237-250.
- Choo WS, Young WK. 2011. Antioxidant properties of two species of *Hylocereus* fruits. *Adv Appl Sci Res*. 2(3):418-425
- Cronquist, A., 1981, *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*, New York, Columbia University Press. 257-261
- Dayang Norulfairuz Abang Zaidel, a, Jamaeyah Md Rashida, Nurul Hazirah Hamidona, Liza Md. Salleha, Angzzas Sari Mohd Kassimb 2017. Extraction and Characterisation of Pectin from Dragon Fruit (*Hylocereus Polyrrhizus*) Peels. *Chemical Engineering Transactions* Vol. 56. doi: 10.3303/CET1756135
- Emil, S. 2011. Untung Berlipat dari Bisnis Buah Naga Unggul. Yogyakarta : Lili Publisher.
- Guichard, E. S., A, Issanchou., Descovieres dan P. Etievant. 1991. Pectin Concentration, Molekular Weight and Degree of Esterification. Influence on Volatile Composition and Sensory Characteristic of Strawberry Jam. *J. Food Science*, 56:1621
- Gunasena, H.P.M, Pushpakumara, D.K.N.G, Kariyawasam, M. 2007. Dragon fruit *Hylocereus undatus* Haw. Britton and Rose. In: Pushpakumara, D.K.N.G., Gunasena, H.P.M. and Singh, V.P. *Underutilized fruit trees in Sri Lanka*. New Delhi: World Agroforestry Centre, South Asia Office. p. 110-142.
- Hariyati, Mauliyah Nur. 2006. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* var *microcarpa*). Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Jaafar, Ali, R., dkk. (2009). Proximate Analysis of Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) .*American Journal of Applied Sciences*. 6:1341-1346
- K.K. Woo. Y.Y. Chong, S.K. Li Hiong and P.Y.Tang. 2010. Pectin Extraction and Characterization from Red Dragon Fruit (*Hylocereus Polyrrhizus*): A Preliminary Study. *Journal of Biological Sciences* 10 (7): 631-636
- Kurniasari, L., Hartati, I., Ratnani, R. D., Sumantri, I., 2008. Kajian Ekstraksi Minyak Jahe Menggunakan Microwave Assisted Extraction (MAE). *Momentum*, Vol. 4, No. 2, Oktober 2008 : 47 – 52.
- M. I. Noor, E. Yufita, dan Zulfalina. 2016 Identifikasi Kandungan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah Menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR) dan Fitokimia. Aceh: *Journal of Aceh Physics Society*.
- Megawati. 2015. Ekstraksi Pektin Kulit Buah Naga (Dragon Fruit) dan Aplikasinya Sebagai Edible Film. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Muhammad, K., Izalin Mohd. Zahari, N., Gannasin, S.P., Adzahan, N.M., Bakar, J. 2014. High methoxyl pectin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel. *Food Hydrocolloids* doi: 10.1016/j.foodhyd.2014.03.021
- Nazaruddin, R., S.M.I. Norazelina, M.H. Norziah dan M. Zainudin. 2011. Pectins From Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Peel. Faculty of Science and Technology, Universiti Kebangsaan Malaysia. Malaysia

- Norazelina Sah Mohd. Ismail, Nazaruddin Ramli, Norziah Mohd. Hani & Zainudin Meon. 2012. Extraction and Characterization of Pectin from Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) using Various Extraction Conditions. *Sains Malaysiana* 41(1): 41–45
- Nudthapong Tongkham, Boonyawee Juntasalay, Patareeya Lasunon, Nipaporn Sengkhampan. 2017. Dragon fruit peel pectin: Microwave-assisted extraction and fuzzy assessment. *Agriculture and Natural Resources* 51 (2017) 262-267
- Nurrulhidayah Ahmad Fadzillah, Rashidi Othman,, Norazian Mohd. Hassan, Nurul Widad Fitri Muhammad, Ainaa Eliah Abu Bakar, Nur Hidayah Noh and Noraini Mahmad. 2019. Hot Acid Extraction, Characterisation and Scavenging Activity of Pectin from *Hylocereus polyrhizus* *Journal of Pharmacy and Nutrition Sciences*, 9.
- Perina, Irene ., Satiruiani., Soetaredjo, Felycia Edi., Hindarso, Herman. 2007, Ekstraksi Pektin dari Berbagai Macam Kulit Jeruk .Widya Teknik :Universitas Katolik Widya Mandala.
- Rais, Taufiq. 2013. Effect Of Microwave Heating Power On Pectin Extraction Of Sugar Palm Seed (*Arenga westerhoutii* Griff.). Manuscript Faculty Of Agricultural Technology Bogor Agricultural University.
- Srisvasta, Pranati. 2011. Sources of pectin, extraction and its applications in pharmaceutical industry – An overview. *Indian Journal of Natural Products and Resources* Vol. 2(1), March 2011, pp. 10-18.
- Syukur., & Muda, W. 2015. Mengenal Buah Naga. Jambi: Balai Pelatihan Pertanian Jambi.
- Tarigan, M ., Kaban, I. M. Danhanum, Farida.2012. Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, Article in press. Universitas Sumatra Utara: Medan.
- Thirugnanasambandham, K., Sivakumar, V., and Maran,J.P. 2014. Process Optimazitation And Analysis Of Microwave Assisted Ectraction Of Pectin From Dragon Fruit Peel. *Carbohydrate Polymers*:2004
- Willats, WGT.,J. Paul Knox dan Jorn D.M, 2006. Pectin : New Insights Into An Old Polymer Are Starting To Gel. *Trends in Food Science & Technology*. 17: 97-104.
- Wu LC, Hsu HW, Chen YC, Chiu CC, Lin YI, Ho JA. 2006. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chem.* 95:319-327
- Yati, Kori. 2017. Isolasi Pektin Dari Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) Dan Pemanfaatannya Sebagai Pengikat Pada Sediaan Pasta Gigi. Jakarta Selatan:Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.