



**PENGGUNAAN METODE SONIKASI DALAM EKSTRAKSI PEKTIN
KULIT BUAH NAGA (*Hylocereus polyrhizus*) DENGAN KONSENTRASI
PELARUT ASAM ASETAT DAN LAMA WAKTU EKSTRAKSI**

SKRIPSI

Oleh

Sakinah

151710101012

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**PENGGUNAAN METODE SONIKASI DALAM EKSTRAKSI PEKTIN
KULIT BUAH NAGA (*Hylocereus polyrhizus*) DENGAN KONSENTRASI
PELARUT ASAM ASETAT DAN LAMA WAKTU EKSTRAKSI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh:

Sakinah
NIM 151710101012

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua Ali Umar Mudhis dan Hanifah beserta keluarga besar yang selalu memberikan dukungan moril dan non moril selama ini;
2. Guru-guruku tercinta dari sejak sekolah dasar sampai perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTO

“Allah tidak membebani seseorang kecuali sesuai dengan kemampuannya.
Baginya ganjaran untuk apa yang diusahakannya, dan ia akan mendapat siksaan
untuk apa yang diusahakannya”
(terjemahan surat Al-Baqarah ayat 287)**

** Kementerian Agama RI. 2014. *Al-Qur'an dan Terjemahan*. Bandung: CV Mikraj Khazanah Ilmu

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Sakinah

NIM : 151710101012

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Penggunaan Metode Sonikasi Dalam Ekstraksi Pektin Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) Dengan Konsentrasi Pelarut Asam Asetat Dan Lama Waktu Ekstraksi” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 Juli 2019

Yang menyatakan,

Sakinah

NIM 151710101012

SKRIPSI

PENGGUNAAN METODE SONIKASI DALAM EKSTRAKSI PEKTIN KULIT BUAH NAGA (*Hylocereus polyrhizus*) DENGAN KONSENTRASI PELARUT ASAM ASETAT DAN LAMA WAKTU EKSTRAKSI

Oleh:

Sakinah
NIM 151710101012

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Mukhammad Fauzi M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penggunaan Metode Sonikasi Dalam Ekstraksi Pektin Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) Dengan Konsentrasi Pelarut Asam Asetat Dan Lama Waktu Ekstraksi” karya Sakinah NIM 151710101012 telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari/tanggal :

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P
NIP. 196808141998032001

Ir. Mukhammad Fauzi M.Si.
NIP. 196307011989031004

Tim Penguji

Ketua

Anggota

(Dr. Ir. Herlina, M.P.)
NIP. 196605181993022001

(Ahmad Nafi, S.TP., M.P.)
NIP. 197804032003121003

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Jember

(Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP, M.Eng)

NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

“Penggunaan Metode Sonikasi Dalam Ekstraksi Pektin Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) Dengan Konsentrasi Pelarut Asam Asetat Dan Lama Waktu Ekstraksi”; Sakinah; 151710101012; 2019: 32 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Buah naga merupakan buah yang banyak digemari oleh masyarakat karena memiliki khasiat dan manfaat serta nilai gizi yang cukup tinggi. Buah ini biasanya diolah menjadi jus, selai dan lain sebagainya, sedangkan pemanfaatan limbah kulit buah naga masih belum dimanfaatkan secara luas dan optimal. Kulit buah naga hanya terbatas dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan pupuk, pewarna alami dan pakan ternak sehingga perlu pengembangan lebih lanjut dalam memanfaatkan kulit buah naga. Limbah kulit buah naga memiliki potensi besar untuk produksi pektin yang memiliki manfaat sebagai komponen tambahan penting dalam industri pangan. Kandungan pektin pada kulit buah naga sekitar $\pm 10,8$. Pektin diperoleh melalui metode ekstraksi. Ekstraksi pektin biasanya menggunakan metode konvensional, namun terdapat juga metode ekstraksi yang belum banyak dikembangkan seperti metode sonikasi. Metode sonikasi tersebut dapat mempercepat ekstraksi pektin dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Proses ekstraksi dipengaruhi oleh jumlah konsentrasi pelarut dan lama waktu ekstraksi yang sesuai untuk menghasilkan rendemen pektin yang tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik pektin kulit buah naga dengan variasi konsentrasi pelarut asam asetat dan lama waktu ekstraksi terhadap kualitas pektin kulit buah naga yang dihasilkan dari metode sonikasi.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan dengan tahapan pembuatan serbuk pektin kulit buah naga. Rancangan percobaan adalah rancangan dua faktor yaitu konsentrasi pelarut (A) dan lama waktu ekstraksi (B), konsentrasi yang digunakan pada faktor A1=0,1 N dan A2=0,2 N sedangkan faktor B1=30 menit; B2=60 menit; B3=90 menit. Ekstraksi dengan metode konvensional dengan konsentrasi 0,1 N pada suhu ruang selama 24 jam digunakan

sebagai kontrol sesuai dengan penelitian Ramdja *et al.* (2011). Analisis varian rancangan percobaan dilakukan untuk mengetahui perbedaan perlakuan metode sonikasi (ultrasonik) terhadap kontrol (metode konvensional). Kulit buah naga dihancurkan dan diekstraksi sesuai perlakuan, disaring sampai menghasilkan filtrat. Filtrat yang diperoleh diendapkan dan disaring kembali serta dicuci dengan etanol 96% sampai menghasilkan pektin. Pektin yang diperoleh diuji fisik (rendemen, derajat putih, dan viskositas) dan kimia (berat ekuivalen, kadar metoksil, kadar galakturonat, dan derajat esterifikasi). Data hasil penelitian yang diperoleh akan dilakukan analisa secara statistik menggunakan Microsoft Excel. Data tersebut disajikan dalam bentuk gambar atau grafik yang dianalisa secara deskriptif dan dibandingkan dengan jurnal, studi literature dan buku. Hasil penelitian pektin kulit buah naga variasi konsentrasi pelarut asam asetat dan lama waktu ekstraksi metode sonikasi menunjukkan rendemen pektin kulit buah naga berkisar antara 0,90-2,13%, warna berkisar 49,10–57,49, viskositas berkisar 0,139-0,854 g.s/cm, berat ekuivalen berkisar 2441,59-4570,89 mg, kadar metoksil berkisar 4,49-6,06%, kadar galakturonat berkisar 94,10%-207,62% dan derajat esterifikasi pektin berkisar 22,34-27,40%.

SUMMARY

"The Use of Sonication Method in Extracting Dragon Fruit Skin Pectin (*Hylocereus polyrhizus*) with Acetic Acid Solvent Concentration and Length of Extraction Time"; Sakinah; 151710101012; 2019: 32 pages; Department of Agricultural Product Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Dragon fruit is a fruit that is much favored by the community because it has properties and benefits as well as a fairly high nutritional value. This fruit is usually processed into juice, jam and so on, while the utilization of dragon fruit peel waste is still not widely used and optimally. Dragon fruit skin is only limited to being used as a material for making fertilizers, natural dyes and animal feed so it needs further development in utilizing dragon fruit skin. Dragon fruit skin waste has great potential for pectin production which has benefits as an important additional component in the food industry. The pectin content in dragon fruit skin is around ± 10.8 . Pectin is obtained through extraction methods. Pectin extraction usually uses conventional methods, but there are also extraction methods that have not been developed much like the sonication method. The sonication method can accelerate the extraction of pectin by using ultrasonic waves. The extraction process is influenced by the amount of solvent concentration and the appropriate extraction time to produce a high pectin yield. The purpose of this study was to determine the characteristics of dragon fruit skin pectin with variations in the concentration of acetic acid solvents and extraction time on the quality of dragon fruit skin pectin produced from the sonication method.

This research is an experimental study carried out by the stages of making dragon fruit peel pectin powder. The experimental design was the design of two factors namely solvent concentration (A) and extraction time (B), the concentration used in the factor A1 = 0.1 N and A2 = 0.2 N while the factor B1 = 30 minutes; B2 = 60 minutes; B3 = 90 minutes. Extraction using conventional methods with a concentration of 0.1 N at room temperature for 24 hours was used

as a control according to the study of Ramdja et al. (2011). Analysis of the experimental design variants was conducted to determine the difference in sonication method (ultrasonic) treatment to controls (conventional method). Dragon fruit peel is crushed and extracted according to treatment, filtered to produce a filtrate. The filtrate obtained was deposited and filtered again and washed with 96% ethanol to produce pectin. Pectin obtained was tested for physical (yield, white degree, and viscosity) and chemistry (equivalent weight, methoxyl content, galacturonic content, and degree of esterification). Data obtained from research results will be carried out statistical analysis using Microsoft Excel. The data is presented in the form of images or graphs which are analyzed descriptively and compared to journals, literature studies and books. The results of the study of dragon fruit peel pectin variations in the concentration of acetic acid solvents and the length of extraction time of the sonication method showed the yield of dragon fruit peel pectin ranged from 0.90-2.13%, colors ranged from 49.10 to 57.49, viscosity ranged from 0.139 to 0.854 gs / cm, equivalent weight ranged from 2441.59-4570.89 mg, methoxyl content ranged from 4.49 to 6.06%, galacturonic levels ranged from 94.10 to 207.62% and the degree of esterification of pectin ranged from 22.34 to 27, 40%.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penggunaan Metode Sonikasi Dalam Ekstraksi Pektin Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) Dengan Konsentrasi Pelarut Asam Asetat Dan Lama Waktu Ekstraksi”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagi pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember,
2. Dr. Ir. Jayus selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember,
3. Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P., selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu serta pikiran dalam membimbing penyusunan skripsi ini,
4. Ir. Mukhammad Fauzi M. Si., selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan arahan selama penyusunan skripsi ini,
5. Dr. Ir. Herlina, M.P. dan Ahmad Nafi, S.TP., M.P., selaku penguji utama dan anggota yang telah memberikan kritik, saran serta bimbingan dalam perbaikan penyusunan skripsi ini.
6. segenap dosen Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang tulus memberikan ilmu dan pengalaman kepada penulis,
7. segenap teknisi laboratorium di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah membantu dalam menyediakan peralatan selama berjalannya penelitian,
8. kedua orang tua (Abi Ali Umar Rahimahullah dan Umik Hanifah), serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan semangat, motivasi dan nasihat-nasihat yang luar biasa kepada penulis,

9. twins (Sheila dan Jassy) yang selalu memberikan semangat dalam menuntaskan penyusunan skripsi,
10. teman seperjuangan satu dpu Qriyasa E.J yang telah menemani serta berjuang bersama dalam satu tema penelitian yang sama,
11. teman-teman kos yang selalu memberikan dukungan serta semangat sebelum dan sesudah kepada penulis,
12. teman teman THP C 2015 yang selalu menjadi tempat bertukar cerita dan berbagi pengalaman,
13. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan dan membantu selama penyusunan skripsi ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan. Kritik dan saran sangat penulis harapkan dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi pembaca.

Jember, 30 Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Buah Naga	4
2.2 Pektin	5
2.2.1 Sumber dan Struktur Pektin.....	5
2.2.2 Sifat Pektin	7
2.3 Ekstraksi	8
2.3.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ekstraksi.....	9
2.3.2 Proses Ekstraksi Pektin	11
2.4 Asam Asetat	11
2.5 Metode Sonikasi	12
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.2.1 Alat	14
3.2.2 Bahan	14
3.3 Metodologi Penelitian	14
3.3.1 Rancangan Penelitian	14
3.3.2 Tahapan Penelitian	15
3.4 Parameter Pengamatan	17
3.4.1 Pengujian Sifat Fisik Ekstrak Pektin Kulit Buah Naga	17
3.4.2 Pengujian Sifat Kimia Ekstrak Pektin Kulit Buah Naga	17
3.5 Prosedur Penelitian	17

3.5.1 Rendemen	17
3.5.2 Derajat Putih (<i>Whiteness</i>)	17
3.5.3 Viskositas	18
3.5.4 Berat Ekuivalen	18
3.5.5 Kandungan Metoksil	19
3.5.6 Kadar Galakturonat	19
3.5.7 Derajat Esterifikasi	20
3.6 Analisa Data	20
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Karakteristik Sifat Fisik Ekstrak Pektin Kulit Buah Naga	21
4.1.1 Rendemen	21
4.1.2 Derajat Putih (<i>Whiteness</i>)	23
4.1.3 Viskositas	24
4.2 Karakteristik Sifat Kimia Ekstrak Pektin Kulit Buah Naga	25
4.2.1 Berat Ekuivalen	25
4.2.2 Kadar Metoksil	27
4.2.3 Kadar Galakturonat	28
4.2.4 Derajat Esterifikasi	30
BAB 5. PENUTUP	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Buah naga	5
2.2 Senyawa Pektin Pada Dinding Sel Tanaman 2008	7
2.3 Struktur Kimia Asam Poligalakturonat	9
2.4 Alat <i>Sonikator</i>	10
4.1 Rendemen Pektin Kulit Buah Naga	12
4.2 Kenampakan dan Derajat Putih Pektin Kulit Buah Naga	22
4.3 Viskositas Pektin Kulit Buah Naga	38
4.4 Berat Ekuivalen Pektin Kulit Buah Naga	39
4.5 Kadar Metoksil Pektin Kulit Buah Naga	42
4.6 Kandungan Galakturonat Pektin Kulit Buah Naga	43
4.7 Derajat Esterifikasi Pektin Kulit Buah Naga	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi Kimia Buah dan Kulit Buah Naga	5
2.2 Standar Mutu Pektin	8

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
4.1 Data Rendemen.....	38
4.2 Data Derajat Putih (<i>Whiteness</i>)	38
4.3 Data Viskositas	39
4.4 Data Berat Ekuivalen	39
4.5 Data Kadar Metoksil	40
4.6 Data Kadar Galakturonat	40
4.7 Data Derajat Esterifikasi	40
4.8 Perhitungan.....	41
4.9 Dokumentasi	44

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah naga merupakan buah yang banyak digemari oleh masyarakat karena memiliki khasiat dan manfaat serta nilai gizi yang cukup tinggi. Buah ini biasanya diolah menjadi jus, selai dan lain sebagainya. Produksi buah naga semakin meningkat tiap tahun. Jumlah produksi buah naga dari tahun 2017 sampai 2018 berturut-turut adalah 871.310,65 ton dan 906.511,61 ton (Dinas Pertanian Kabupaten Banyuwangi, 2019). Tingginya produksi buah naga sebanding dengan melimpahnya kulit buah naga yang dihasilkan. Kulit buah naga biasanya hanya dimanfaatkan sebagai pewarna alami, pakan ternak atau pupuk tanaman. Salah satu alternatif lain untuk memanfaatkan limbah kulit buah naga tersebut yaitu mengolah limbah kulit buah naga menjadi pektin. Kandungan pektin pada kulit buah naga sekitar $\pm 10,8\%$ (Jamilah *et al.*, 2011).

Pektin merupakan senyawa polisakarida yang larut dalam air dan berfungsi sebagai bahan pembuatan *jelly* dan selai pada industri pangan (Fitria, 2013). Sumber pektin sangat mudah diperoleh, akan tetapi sejauh ini kebutuhan terhadap pektin terpenuhi dari hasil impor. Menurut Badan Pusat Statistika (2012), jumlah impor pektin di Indonesia dari tahun 2010 hingga 2011 yaitu sekitar 147,3 ton dan 291,9 ton. Hal ini menyebabkan kebutuhan pektin mengalami kenaikan tiap tahunnya. Selain itu, Industri pektin dalam memproduksi pektin biasanya menggunakan buah apel dan jeruk sehingga perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut mengenai ekstraksi pektin dengan menggunakan kulit buah naga. Wujud pektin yang telah diekstrak biasanya berupa bubuk putih hingga coklat terang dan diperoleh melalui proses ekstraksi (Hasbullah, 2001).

Ekstraksi pektin biasanya menggunakan metode konvensional dan dapat menghasilkan rendemen yang cukup tinggi, namun pemilihan ekstraksi metode konvensional dengan penggunaan suhu tinggi dapat menyebabkan kualitas pektin menurun serta membutuhkan waktu yang cukup lama. Pemisahan pektin dari jaringan tanaman juga dapat dilakukan dengan metode sonikasi. Metode sonikasi merupakan metode ekstraksi yang memanfaatkan gelombang ultrasonik dan dapat

mempercepat waktu kontak antara sampel dengan pelarut. Hal ini menyebabkan proses pemindahan massa senyawa bioaktif dari dalam sel tanaman ke pelarut menjadi lebih cepat (Ashley *et al.*, 2001). Proses ekstraksi menggunakan metode sonikasi dapat dipengaruhi oleh konsentrasi pelarut dan waktu ekstraksi yang tepat untuk menghasilkan rendemen pektin yang tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai penggunaan metode sonikasi dalam ekstraksi pektin kulit buah naga dengan variasi konsentrasi pelarut asam asetat dan lama waktu ekstraksi agar dapat mengetahui kualitas pektin yang dihasilkan dengan metode tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Pemanfaatan limbah kulit buah naga masih belum dimanfaatkan secara luas dan optimal. Kulit buah naga hanya terbatas dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan pupuk, pewarna alami dan pakan ternak sehingga perlu pengembangan lebih lanjut dalam memanfaatkan kulit buah naga. Limbah kulit buah naga memiliki potensi besar untuk produksi pektin yang memiliki manfaat sebagai komponen tambahan penting dalam industri pangan. Ekstraksi pektin biasanya menggunakan metode konvensional, namun terdapat juga metode ekstraksi yang belum banyak dikembangkan seperti metode sonikasi. Metode sonikasi tersebut dapat mempercepat ekstraksi pektin dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Namun, belum diketahui jumlah konsentrasi pelarut dan lama waktu ekstraksi yang sesuai untuk menghasilkan rendemen pektin yang tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang ekstraksi pektin menggunakan metode sonikasi dengan variasi konsentrasi pelarut asam asetat dan lama waktu ekstraksi terhadap kualitas pektin kulit buah naga yang dihasilkan.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik pektin kulit buah naga dengan variasi konsentrasi pelarut asam asetat dan lama waktu ekstraksi terhadap kualitas pektin kulit buah naga yang dihasilkan dari metode sonikasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan daya guna dan nilai ekonomis limbah kulit buah naga
2. Memberikan informasi mengenai ekstrak pektin kulit buah naga dengan menggunakan metode sonikasi
3. Sebagai referensi untuk memproduksi pektin dari kulit buah naga dalam skala industri.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Naga

Buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) merupakan buah yang dihasilkan dari tanaman sejenis kaktus yang batangnya berbentuk segitiga dan tumbuh memanjat. Buah ini berbentuk bulat lonjong seperti nanas yang memiliki warna kulit merah jambu dan dihiasi sisik seperti naga berukuran 1-2 cm. Batang tanaman ini memiliki duri pendek dan tidak tajam serta bunga dari tanaman ini berbentuk seperti terompet putih bersih yang terdiri atas sejumlah benang sari berwarna kuning (Bellec *et al*, 2006). Biji buah naga sangat banyak dan berukuran kecil dan tersebar di dalam daging buah (Winarsih, 2007). Gambar buah naga merah dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Buah naga (Handayani, 2011)

Buah naga terdiri dari empat jenis, yaitu *Hylocereus undatus* dengan kulit buah berwarna merah dan daging putih, *Hylocereus polyrhizus* dengan kulit buah berwarna merah muda dan daging merah, *Hylocereus costaricensis* dengan kulit buah berwarna merah dan daging super merah, dan *Selenicereus megalanthus* dengan kulit buah berwarna kuning dan daging putih (Winarsih, 2007). Buah naga merah termasuk tanaman tropis yang biasa tumbuh baik di daerah dataran rendah antara 0-350 m dpl. Suhu udara yang ideal bagi tanaman ini antara 26°-36°C dan kelembapan 70%-90% (Hardjadinata, 2010). Kulit buah naga memiliki berat sekitar 30-35% dari berat buah (Pribadi *et al.*, 2014). Kulit buah naga memiliki ketebalan kulit sekitar 2-3 cm (Kristanto, 2008). Kulit buah naga merah memiliki kandungan nutrisi seperti karbohidrat, lemak, protein, serat pangan, vitamin C dan

fosfor. Komposisi buah naga dan kulit buah naga dalam 100 gram buah naga dapat dilihat di Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Buah dan Kulit Buah Naga

Komponen	Kadar Buah Naga	Kadar Kulit Buah Naga
Karbohidrat (g)	11,5	11,5
Protein (g)	0,16 – 0,23	0,53
Lemak (g)	0,21 – 0,61	2,00
Serat (g)	0,7 – 0,9	0,71
Vitamin C (mg)	8,0 – 9,0	9,40
Fosfor (mg)	30,2 – 36,1	8,70

Sumber: *Taiwan Food Industry Development and Research Authoritties* dalam (Panjuantiningrum, 2009)

Menurut Marcella (2011) kulit buah naga mempunyai kandungan antioksidan yang lebih tinggi dari dagingnya. Antioksidan yang terdapat pada kulit buah naga adalah betalain. Betalain adalah senyawa yang dapat menyumbangkan warna buah serta berkontribusi meningkatkan kesehatan. Kandungan antioksidan di dalam kulit buah naga merah cukup tinggi dan tidak menimbulkan alergi. Selain itu sebuah penelitian oleh Rekna dan Wahyuni (2011) menyatakan kulit buah naga merah mengandung pektin yang juga dapat menambah kekenyalan dari *jelly* dan pektin yang baik akan menghasilkan gel yang baik pada pH rendah. Kulit buah naga mengandung pektin yang cukup tinggi yaitu $\pm 10,8\%$ (Jamilah *et al.*, 2011).

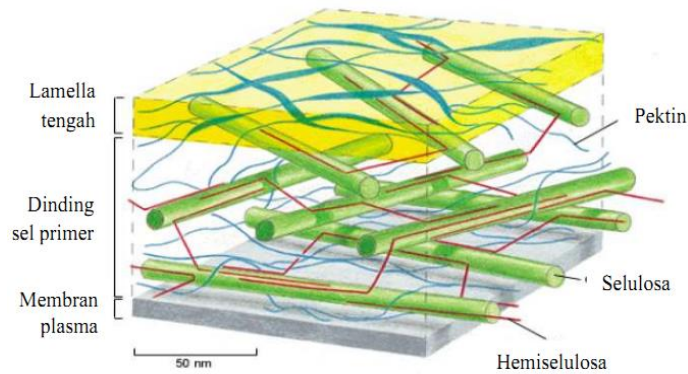
2.2 Pektin

Pektin merupakan senyawa polisakarida yang larut dalam air dan berfungsi sebagai bahan pembuatan *jelly* dan selai pada industri pangan (Fitria, 2013). Selain dalam industri pangan, pektin juga dapat digunakan dalam industri kosmetik dan farmasi, seperti pembuatan krim, sabun, minyak rambut dan pasta.

2.2.1 Sumber dan Struktur Pektin

Pektin adalah substansi alami yang terdapat pada sebagian besar tanaman pangan. Selain sebagai elemen struktural pada pertumbuhan jaringan dan

komponen utama dari lamella tengah pada tanaman, pektin juga berperan sebagai perekat dan menjaga stabilitas jaringan dan sel (Herbstreith dan Fox dalam Hariyati, 2006). Senyawa pektin pada dinding sel tanaman dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Senyawa Pektin Pada Dinding Sel Tanaman (IPPA, 2001)

Menurut Subagyo dan Achmad (2010) senyawa-senyawa dari pektin dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok yaitu:

1. Protopektin

Protopektin adalah komponen yang tidak larut dalam air yang dapat dihidrolisis dan terdispersi menjadi pektin atau asam pektinat. Protopektin lebih banyak terdapat pada buah-buahan yang belum matang. Hal tersebut yang menyebabkan jaringan buah atau sayur menjadi empuk (lunak) saat dimasak dengan air panas. Dwidjoseputro (1983) menjelaskan bahwa dalam buah-buahan yang masih muda, sel-sel yang satu dengan sel-sel yang lain masih dipersatukan dengan kuat oleh protopektin tersebut. Akan tetapi jika buah menjadi dewasa maka sebagian dari protopektin mengalami penguraian menjadi pektin karena pertolongan enzim protopektinase. Hal ini mengakibatkan terlepasnya sel-sel satu dari yang lain, sehingga buah menjadi lunak atau matang.

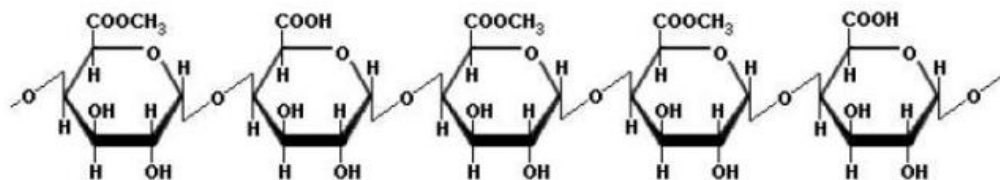
2. Asam Pektinat

Asam pektinat (pektin) adalah asam poligalakturonat yang bersifat koloidal yaitu asam yang mengandung gugus metil ester dan dapat terikat dengan air membentuk *jelly* dan gula dalam suasana asam.

3. Asam Pektat

Asam pektat adalah pektin yang tidak mengandung gugus metil ester, biasanya terdapat pada sayuran dan buah yang terlalu masak atau busuk. Keberadaannya dalam tanaman sebagai kalsium atau magnesium pektat.

Pektin tersusun atas molekul asam galakturonat yang berikatan dengan ikatan α -(1-4)-glikosida sehingga membentuk asam poligalakturonat. Menurut Hoejgaard dalam Hariyati (2006), pektin merupakan asam poligalakturonat yang mengandung metil ester. Gambar 2.4 di bawah ini menunjukkan struktur kimia asam poligalakturonat.



Gambar 2.4 Struktur Kimia Asam Poligalakturonat (Hutagalung, 2013)

2.2.2 Sifat Pektin

Sifat penting dari pektin adalah kemampuan dalam membentuk gel. Pektin akan membentuk *jeli* apabila dicampur dengan air dan gula dan dipanaskan dalam keadaan asam. 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. Kepadatan dari serabut-serabut dalam struktur *jeli* dikendalikan oleh keasaman. Kondisi sangat asam akan menghasilkan struktur *jeli* yang padat atau bahkan merusak struktur karena adanya hidrolisis pektin. Kualitas pektin dikatakan tinggi jika mampu membentuk gel yang kuat, yang didapat dari semakin tinggi kadar metoksil dan semakin panjangnya rantai galakturonat. Faktor yang mempengaruhi pembentukan gel dengan tingkat kekenyalan dan kekuatan tertentu meliputi pH, konsentrasi pektin, suhu, ion kalsium, dan gula (Chang dan Miyamoto dalam Hariyati, 2006). Kekentalan larutan pektin mempunyai kisaran yang cukup lebar tergantung pada konsentrasi pektin, garam, dan ukuran rantai asam poligalakturonat (Rouse dalam Hariyati, 2006). Berikut adalah standar mutu pektin dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Standar Mutu Pektin

Faktor Mutu	Kandungan
Kekuatan gel	Min 150 grade
Kandungan metoksil:	
1. Pektin metoksil tinggi	>7,12%
2. 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:	
1. Pektin ester tinggi	Min 50%
2. Pektin ester rendah	Maks 50%
Bilangan Asetil	0,15-0,45
Berat Ekuivalen	600-800 mg

Sumber: Hanum *et al*, 2012

Standart mutu pektin tersebut berdasarkan standar mutu *International Pectin Producers Association* (2002). Mutu pektin terlihat dari jumlah kandungan metoksilnya, bila kandungan metoksilnya 2,5-7,12 % termasuk pektin metoksil rendah dan bila kandungan metoksilnya lebih dari 7,12% termasuk pektin metoksil tinggi (Mariaty, 2000). Kandungan metoksil pada pektin ini akan mudah menjadi bentuk *jelly* dan ini merupakan sifat penting dari pektin. Penggunaan pektin dalam industri pangan ditentukan oleh kadar metoksil dari pektin tersebut, pektin dengan kadar metoksil tinggi biasanya digunakan untuk jam, jelly, pembuatan kembang gula berkualitas tinggi, pengentalan untuk minuman, emulsi flavor. Pektin dengan kadar metoksil rendah biasanya digunakan jam dan jelly berkalori rendah untuk orang-orang yang menghindari gula, digunakan juga untuk puding dan gel buah-buahan dalam es krim (Schemin *et al.*, 2005).

2.3 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan salah satu cara untuk memisahkan campuran beberapa zat menjadi komponen-komponen yang terpisah. Ekstraksi dapat dilakukan dengan menggunakan pelarut air atau pelarut organik. Kelarutan zat dalam pelarut tergantung dari ikatan polar dan non polar. Zat yang polar hanya larut dalam pelarut polar, sedangkan zat yang non polar hanya larut dalam pelarut

non polar (Winarno *et al.*, 1973). Ekstraksi adalah proses perpindahan suatu zat atau solut dari larutan asal atau padatan ke dalam pelarut tertentu (Muhidin dalam Tuhuloula, 2013).

2.3.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ekstraksi

Ekstraksi pektin dari buah juga dipengaruhi oleh faktor-faktor yang dapat mempengaruhi ekstraksi. Faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut (Perina, 2007) :

1. Ukuran partikel

Semakin kecil ukuran partikel berarti semakin besar luas permukaan kontak antara padatan dan pelarut dan semakin pendek jarak difusi solut sehingga kecepatan ekstraksi lebih besar.

2. Pelarut

Pelarut yang digunakan dalam ekstraksi sebaiknya memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Mampu memberikan kemurnian solut yang tinggi (selektivitas tinggi),
- b. Dapat didaur ulang,
- c. Mempunyai viskositas, tekanan uap, dan titik beku yang rendah untuk memudahkan operasi dan keamanan penyimpanan,
- d. Tidak beracun dan tidak mudah terbakar,
- e. Tidak merugikan dari segi ekonomis dan tetap memberikan hasil yang baik.

3. pH

Pengontrolan pH dalam ekstraksi pektin memiliki peranan penting karena dapat mempengaruhi *yield* pektin. Rentang pH untuk ekstraksi pektin bervariasi tergantung pada bahan yang akan diekstraksi. Misalnya, ekstraksi pektin dari kulit lemon dilakukan pada pH 1,5–3, dan ekstraksi pektin dari ampas apel berkisar antara 1,2–3. Dari kondisi-kondisi tersebut dapat dilihat bahwa ekstraksi pektin umumnya dilakukan pada pH = 1-3.

4. Suhu

Kelarutan akan meningkat seiring dengan kenaikan suhu 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. Secara umum, suhu ekstraksi untuk pektin adalah 60–90°C. Penggunaan suhu yang terlalu tinggi juga dapat mengakibatkan degradasi pektin.

5. Waktu ekstraksi

Semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk ekstraksi dalam pelarut, perolehan (*yield*) yang diperoleh semakin tinggi. Tetapi, penambahan waktu ekstraksi tidak sebanding dengan *yield* yang diperoleh. Oleh karena itu, ekstraksi dilakukan pada waktu optimum. Ekstraksi dilakukan selama pelarut yang digunakan belum jenuh. Pelarut yang telah jenuh tidak dapat mengekstraksi lagi atau kurang baik kemampuan untuk mengekstraksinya karena gaya pendorong (*driving force*) semakin lama semakin kecil. Akibatnya waktu ekstraksi semakin lama dan *yield* yang dihasilkan tidak bertambah lagi secara signifikan (Perina, 2007).

Penggunaan asam dalam ekstraksi pektin adalah untuk menghidrolisis protopektin menjadi pektin yang larut dalam air atau pun membebaskan pektin dari ikatan dengan senyawa lain, misalnya selulosa (Kaban *et.al.*, 2012). Asam dengan ion berfungsi selain memecahkan ikatan protopektin dengan senyawa-senyawa dalam dinding sel tanaman (Nurhikmat, 2003). Meyer (1978) menyatakan bahwa protopektin terbentuk dari beberapa rantai molekul pektin atau dengan polimer lainnya. Protopektin tidak dapat larut dalam air karena berada dalam bentuk garam-kalsium-magnesium pektinat. Proses pelarutan protopektin menjadi pektin terjadi karena adanya penggantian ion kalsium dan magnesium oleh ion hidrogen ataupun dikarenakan putusannya ikatan antara pektin dengan selulosa. Semakin tinggi konsentrasi ion hidrogen, maka semakin tinggi pula kemampuan menggantikan ion kalsium dan magnesium, dengan kata lain kemampuan untuk memutuskan ikatan pektin dengan selulosa akan semakin tinggi pula sehingga pektin yang larut akan bertambah. Menurut Towle dan Christensen (1973) kelarutan pektin dalam air ditentukan oleh jumlah gugus metoksil, distribusinya dan bobot molekulnya. Secara umum kelarutan akan meningkat dengan menurunnya bobot molekul dan meningkatnya gugus metil ester.

2.3.2 Proses Ekstraksi Pektin

Proses ekstraksi pektin dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Persiapan bahan

Proses ini dilakukan perlakuan pendahuluan yaitu membersihkan kotoran, senyawa gula, dan bahan padat terlarut lainnya (Budiyarti dan Fitriana, 2013).

2. Ekstraksi pektin

Ekstraksi pektin dilakukan dengan cara pemanasan bahan dalam larutan asam. Penggunaan asam dalam ekstraksi pektin adalah untuk menghidrolisis protopektin menjadi pektin yang larut dalam air atau membebaskan pektin dari ikatan dengan senyawa lain, misalnya selulosa (Kaban *et.al.*, 2012).

3. Pengendapan

Pengendapan pektin dapat dilakukan dengan cara mengendapkan ekstrak pektin (filtrat) menggunakan alkohol, aseton, garam metal kalium sulfat dan alumunium sulfat selama beberapa waktu tertentu (Budiyarti dan Fitriana, 2013).

4. Pemurnian dan pengeringan

Proses pemurnian ini dilakukan dengan cara melarutkan atau mencampurkan pektin basah (pektin dari proses pengendapan) dengan alkohol yang bertujuan agar pektin yang dihasilkan bebas dari senyawa-senyawa lainnya. Pektin tersebut dilakukan pengeringan dan dihaluskan untuk mendapatkan serbuk pektin (Budiyarti dan Fitriana, 2013).

2.4 Asam Asetat

Asam asetat (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 yaitu kadar 99,5%, bentuknya cairan tidak berwarna, berat molekul 60 kg/kmol, titik didih $117,87^\circ\text{C}$, titik lebur $16,6^\circ\text{C}$ dan densitas (25°C) 1,049 kg/l (Perry and Green, 1997). Sifat-sifat kimia asam asetat yaitu asam 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 akan membentuk gas hidrogen dan garam asetat (Hart *et al.* 2003).

2.5 Metode Sonikasi

Metode sonikasi atau *Ultrasonic-assisted extraction* (UAE) adalah metode yang menggunakan gelombang ultrasonik dengan frekuensi lebih dari 20 kHz. Salah satu manfaat metode ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik adalah untuk mempercepat proses ekstraksi (Kuldiloke, 2002). Proses ekstraksi dengan bantuan ultrasonik menyebabkan senyawa organik pada tanaman dan biji-bijian dengan menggunakan pelarut organik dapat berlangsung lebih cepat. Dinding sel dari bahan dipecah dengan getaran ultrasonik sehingga kandungan yang ada di dalamnya dapat keluar dengan mudah (Mason, 1990). Gambar alat *sonikator* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Alat *Sonikator* (Tafrikhah, 2015)

Menurut Li *et al.* (2004), pada saat gelombang merambat, medium yang dilewatinya akan mengalami getaran. Getaran akan memberikan pengadukan yang intensif terhadap proses ekstraksi. Pengadukan akan meningkatkan osmosis antara bahan dan pelarut, sehingga akan meningkatkan proses ekstraksi. Gelombang ultrasonik dengan intensitas tinggi dapat mempercepat peningkatan suhu dan transportasi massa pada beberapa proses pengolahan pangan dan telah berhasil

digunakan pada modifikasi proses pengeringan, pencampuran, homogenisasi dan pengeringan. Getaran dari gelombang ultrasonik mampu mengubah struktur fisik dan kimiawi dari suatu bahan. Pada proses ekstraksi jaringan tanaman, gelombang ultrasonik menyebabkan bergetarnya dinding sel dan membantu melepaskan komponen yang dapat diekstrak dan meningkatkan transport pelarut ke dalam sel tanaman.

Cara kerja metode ultrasonik dalam mengekstraksi suatu senyawa organik yaitu gelombang ultrasonik terbentuk dari pembangkitan ultrason secara lokal dari kavitasi mikro pada sekeliling bahan yang akan diekstraksi sehingga terjadi pemanasan pada bahan tersebut, yang pada akhirnya akan melepaskan senyawa ekstrak. Terdapat efek ganda yang dihasilkan, yaitu pengacauan dinding sel sehingga membebaskan kandungan senyawa yang ada di dalamnya dan pemanasan lokal pada cairan dan meningkatkan difusi ekstrak. Energi kinetik dilewatkan ke seluruh bagian cairan, diikuti dengan munculnya gelembung kavitasi pada dinding atau permukaan sehingga meningkatkan transfer massa. Efek mekanik yang ditimbulkan adalah meningkatkan penetrasi dari cairan menuju dinding membran sel, mendukung pelepasan komponen sel, dan meningkatkan transfer massa. Kavitasi ultrasonik menghasilkan daya patah yang akan memecah dinding sel secara mekanis dan meningkatkan transfer material (Liu, 2010).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses Hasil Pertanian (RPHP) Fakultas Tekonologi Pertanian Universitas Jember, Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian (KBHP) dan Laboratorium CDAST Universitas Jember. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Februari sampai Juli 2019.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi *sonicator*, *Mortar Grinder RM 200*, oven, timbangan analitik, *hot plate*, blender, *Color Reader Minolta CR-10*, *thermometer*, erlenmeyer 250 mL, *beaker glass* 500 mL dan 5 mL, gelas ukur 100 mL dan 5 mL, alat titrasi, labu ukur 10 mL, *corong buchter*, pipet volume 10 mL dan 1 mL, spatula, pipet tetes, pisau, baskom, kain saring, aluminium foil, loyang, bola manik, *stopwatch* dan penggaris.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah kulit buah naga yang diperoleh dari penjual jus buah di sekitar wilayah Desa Sumbersari Jember, asam asetat (CH_3COOH), etanol 96%, indikator PP (*Phenolphthalein*), aquades, NaOH, NaCl, HCl, asam oksalat.

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan dua faktor. Faktor yang pertama adalah konsentrasi pelarut (A) yang digunakan yaitu $A_1=0,1$ N dan $A_2=0,2$ N, sedangkan faktor kedua adalah lama waktu ekstraksi (B) yang dilakukan selama $B_1=30$ menit; $B_2=60$ menit; $B_3=90$ menit. Ekstraksi dengan metode konvensional dengan konsentrasi 0,1 N pada suhu ruang selama 24 jam digunakan sebagai kontrol sesuai dengan penelitian Ramdja *et al.* (2011). Analisis

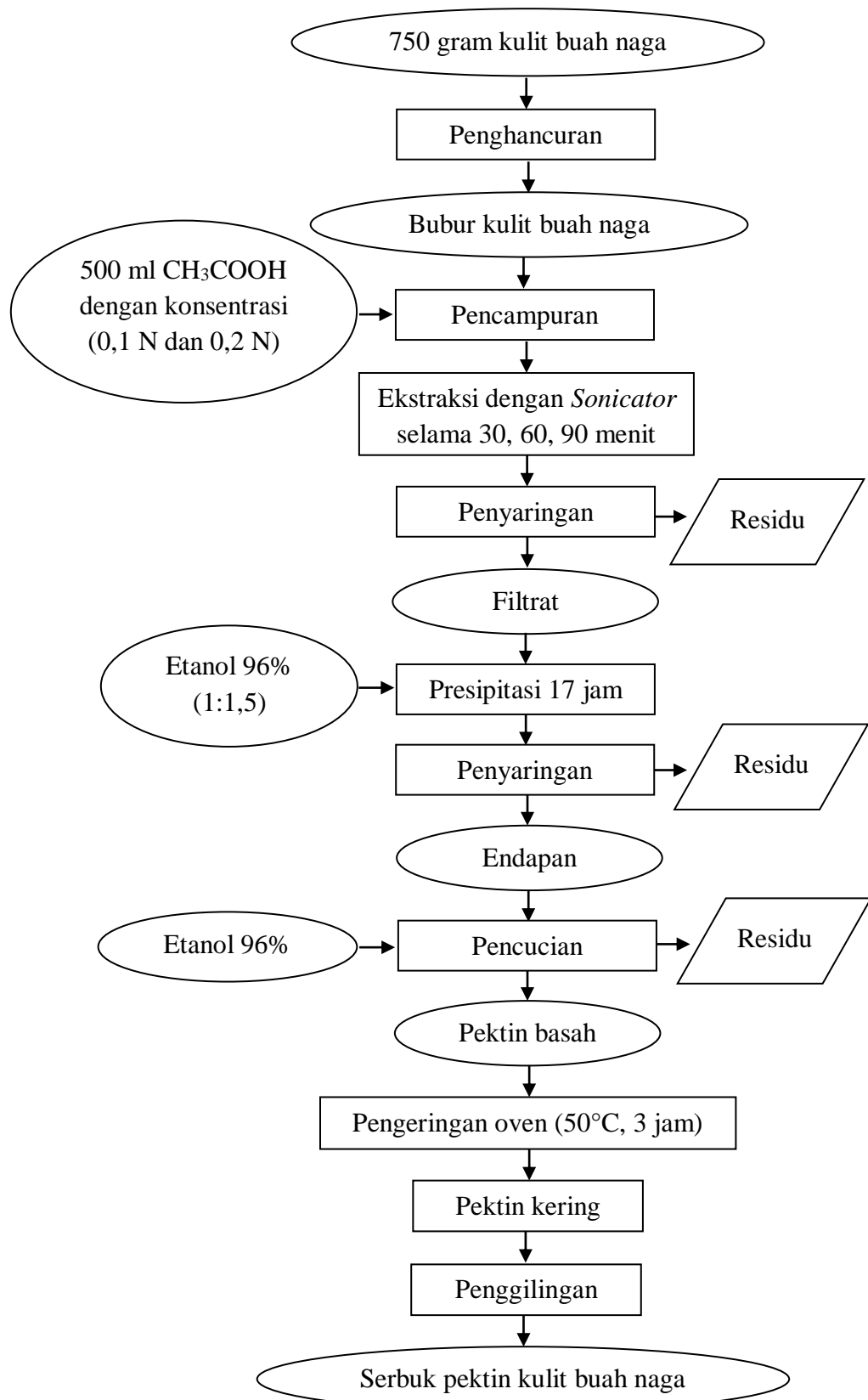
varian rancangan percobaan dilakukan untuk mengetahui perbedaan perlakuan metode sonikasi (ultrasonik) terhadap kontrol (metode konvensional). Taraf penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Taraf penelitian pektin kulit buah naga

Konsentrasi Pelarut (A)	Lama Waktu Ekstraksi (B)		
	B1 (30 menit)	B2 (60 menit)	B3 (90 menit)
A1 (0,1 N)	A1B1	A1B2	A1B3
A2 (0,2 N)	A2B2	A2B2	A2B3

3.3.2 Tahapan Penelitian

Menurut Sofiana *et al.* (2012) pembuatan pektin diawali dengan pembuatan bubur kulit buah naga sebanyak 750 gram yang dihancurkan menggunakan blender. Setelah itu bubur kulit buah naga tersebut dilakukan pencampuran pelarut asam asetat (CH_3COOH) dengan variasi konsentrasi pelarut (0,1 N dan 0,2 N) sebanyak 500 mL. Proses selanjutnya yaitu campuran bahan tersebut dilakukan ekstraksi metode sonikasi menggunakan alat *Sonicator* dengan waktu ekstraksi selama 30, 60 dan 90 menit. Setelah itu, larutan ekstrak kulit buah naga dilakukan penyaringan dengan kain saring dan diperoleh ekstrak kulit buah naga (filtrat). Filtrat dipresipitasi dengan etanol 96% (1:1,5) selama 17 jam di suhu ruang. Filtrat kemudian disaring menggunakan kain saring untuk menghasilkan endapan, lalu endapan tersebut dicuci menggunakan etanol 96% sampai menghasilkan pektin basah. Pektin basah yang diperoleh dikeringkan dalam oven dengan suhu 50°C selama 3 jam untuk menghasilkan pektin kering. Pektin kering kemudian dilakukan penggilingan atau penghalusan menggunakan *Mortar Grinder RM 200* sehingga dihasilkan serbuk pektin kulit buah naga. Proses pembuatan serbuk pektin kulit buah naga dengan metode sonikasi dapat disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Pembuatan serbuk pektin kulit buah naga dengan metode sonikasi

3.4 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.4.1 Pengujian Sifat Fisik Ekstrak Pektin Kulit Buah Naga

1. Rendemen (AOAC, 2000)
2. Derajat putih (Hutching, 1999)
3. Viskositas (AOAC, 1970)

3.4.2 Pengujian Sifat Kimia Ekstrak Pektin Kulit Buah Naga

1. Berat ekivalen (Yongki, 2014)
2. Kadar metoksil (Ranganna, 1977)
3. Kadar galakturonat (Ismail *et al.*, 2012)
4. Derajat esterifikasi (Widiastuti, 2015)

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Rendemen

Rendemen merupakan presentase perbandingan antara berat bagian bahan yang dimanfaatkan dengan berat total bahan. Nilai rendemen ini berguna untuk mengetahui berapa banyak bahan yang bisa digunakan. Apabila nilai rendemen suatu produk atau bahan semakin tinggi, maka akan lebih banyak yang bisa digunakan. Rumus yang digunakan untuk menghitung rendemen ekstrak pektin kulit buah naga menurut AOAC (2000) yaitu:

$$\text{Rendemen pektin kulit buah naga} = \frac{\text{Bobot total pektin yang diperoleh}}{\text{Bobot bahan baku}} \times 100 \%$$

3.5.2 Derajat Putih (*Whiteness*)

Penentuan warna pada ekstrak pektin kulit buah naga dilakukan menggunakan *Color Reader Minolta CR-10* (Hutching, 1999). Prinsip dari alat *color reader* adalah pengukuran berbeda warna melalui pantulan cahaya oleh permukaan sampel. Pembacaan dilakukan pada 5 titik pada sampel. *Color reader* dihidupkan dengan cara menekan tombol power. Lensa diletakkan pada porselen standar secara tegak lurus dan menekan tombol "Target" maka nilai akan muncul pada layar (L, a, b) yang merupakan nilai standarisasi kemudian menekan kembali

tombol “Target” sehingga muncul nilai dE, dL, da, dan db. Nilai pada standar porselin diketahui L = 94,35, a = -5,75, b = 6,51, sehingga dapat menghitung L, a, b dari sampel.

Rumus :

$$L = (L \text{ standarisasi}) + dL$$

$$a^* = (a \text{ standarisasi}) + da$$

$$b^* = (b \text{ standarisasi}) + db$$

$$W = 100 - ((100 - L)^2 + (a^2 + b^2))^{0.5}$$

Keterangan:

L =kecerahan warna, nilai berkisar 0-100 menunjukkan warna hitam hingga putih

a* =nilai berkisar antara -80 – (+100) menunjukkan warna hijau hingga merah

b* =nilai berkisar antara -50 – (+70) menunjukkan warna biru hingga kuning

W =derajat putih

3.5.3 Viskositas

Pengukuran viskositas dengan menggunakan viskosimeter bola jatuh yang telah dimodifikasi (AOAC, 1970). Viskositas ditentukan dengan menimbang bola manik dan membuat larutan pektin dari 1 gram pektin yang dilarutkan dengan aquades sebanyak 30 mL. Setelah itu larutan pektin dimasukkan ke dalam gelas ukur berukuran 25 mL dan dilanjutkan dengan mengukur tinggi larutan pektin tersebut. Diambil bola dan dilepaskan perlahan-lahan dari jarak 1 cm dari atas gelas ukur serta diukur waktu jatuhnya bola. Ditentukan koefisien kekentalan (viskositas) dengan menggunakan rumus :

$$\text{Viskositas } (\eta) = \frac{\text{Massa bola manik (gram)} \times \text{waktu (s)}}{\text{Tinggi larutan (cm)}}$$

3.5.4 Berat ekuivalen

Nilai berat ekuivalen digunakan untuk perhitungan kadar asam anhidrouroat dan derajat esterifikasi (Yongki, 2014). Berat ekuivalen ditentukan dengan menimbang 0,5 g pektin yang diperoleh lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml dan dilembabkan dengan 2 ml etanol. Sebanyak 1 g NaCl yang telah dilarutkan dengan aquades sebanyak 40 mL dicampurkan ke dalam larutan pektin. Campuran tersebut ditetesi indikator phenoltalein sebanyak 5 tetes

kemudian diaduk untuk memastikan bahwa semua substansi pektin telah terlarut dan tidak ada gumpalan yang menempel pada dinding erlenmeyer. Titrasi dilakukan secara perlahan (untuk menghindari kemungkinan terjadinya deesterifikasi) dengan titran standar 0,1 N NaOH sampai warna campuran berubah menjadi merah muda dan tetap bertahan selama kurang lebih 30 detik. Larutan tersebut kemudian dinetralkan dengan cara dikocok guna penentuan kadar metoksil. Berat ekivalen dihitung dengan rumus:

$$\text{Berat ekivalen} = \frac{\text{Berat sampel (g)} \times 1000}{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH}}$$

3.5.5 Kandungan metoksil

Kandungan metoksil mengacu pada (Ranganna, 1977), larutan netral dari penentuan berat ekivalen ditambah 25 mL larutan NaOH 0,2 N, dikocok dan dibiarkan selama 30 menit pada suhu kamar dalam keadaan tertutup. Selanjutnya ditambahkan 25 mL larutan HCl 0,2 N dan ditetesi indikator phenoltalein sebanyak 5 tetes. Setelah itu campuran tersebut diaduk dan dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N hingga larutan berubah menjadi merah muda. Untuk menentukan kandungan metoksil digunakan rumus:

$$\text{Kadar metoksil (\%)} = \frac{\text{ml NaOH} \times 31 \times \text{N NaOH}}{\text{Bobot pektin (mg)}} \times 100\%$$

Keterangan: 31 adalah berat molekul (BM) dari metoksil

3.5.6 Kadar Galakturonat

Kadar galakturonat dan muatan molekul pektin memiliki peranan penting dalam menentukan sifat fungsional larutan pektin (Ismail *et al.*, 2012). Kadar asam galakturonat dihitung dari mili ekivalen (mek) NaOH yang diperoleh dari penentuan bilangan ekivalen (BE) dan kadar metoksil. Untuk menentukan kadar galakturonat digunakan rumus berikut :

$$\text{Galakturonat (\%)} = \frac{\text{mek} \times (\text{BE}^* + \text{metoksil}^{**}) \times 176}{\text{Bobot pektin (mg)}} \times 100\%$$

Keterangan:

* = Diperoleh dari mek NaOH untuk asam bebas pada penentuan BE

** = Diperoleh dari mek NaOH pada penentuan metoksil

176 adalah berat ekivalen terendah asam pektat

3.5.7 Derajat Esterifikasi

Pengukuran derajat esterifikasi dihitung dari kadar metoksil dan kadar asam galakturonat yang dihasilkan (Widiastuti, 2015). Rumus untuk menghitung derajat esterifikasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Derajat esterifikasi (\%)} = \frac{\% \text{ metoksil} \times \text{BM galakturonat} \times 100\%}{\% \text{ galakturonat} \times \text{BM metoksil}}$$

3.6 Analisa Data

Data hasil penelitian yang diperoleh akan dilakukan analisa secara statistik menggunakan Microsoft Excel. Data tersebut disajikan dalam bentuk gambar atau grafik yang dianalisa secara deskriptif dan dibandingkan dengan jurnal, studi literature dan buku. Berdasarkan analisa data tersebut dapat dilakukan penarikan kesimpulan.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa pektin kulit buah naga yang dihasilkan dari metode sonikasi dengan variasi konsentrasi pelarut asam asetat dan lama waktu ekstraksi menghasilkan rendemen pektin kulit buah naga berkisar antara 0,90-2,13%, nilai warna berkisar 49,10–57,49 dan serbuk pektin berwarna kecoklatan, nilai viskositas berkisar 0,139-0,854 g.s/cm, berat ekivalen berkisar 2441,59-4570,89 mg, kadar metoksil berkisar 4,49-6,06% dan tergolong metoksil rendah, kadar galakturonat berkisar 94,10%-207,62% dan derajat esterifikasi pektin berkisar 22,34-27,40% yang tergolong pektin ester rendah.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian ini yaitu perlu adanya penelitian lanjutan mengenai pemanfaatan pektin kulit buah naga bermetoksil rendah dari hasil ekstraksi metode sonikasi yaitu sebagai adsorben yang biasa dihasilkan oleh industri logam.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1970. *Official Method and Analysis of The Association oh The Official Analytical Chemists*. 11th. Edition. Washington D.C.
- AOAC. 2000. *Official methods of analysis (17th ed.)*. Gaithersburg, MD. USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Ariesti, L.K., F. Waharina., dan Y. Ristianingsih. 2015. Pengaruh konsentrasi HCl dan komposisi campuran kulit pisang pada ekstraksi pektin dari kulit pisang dan aplikasinya pada pengentalan karet. *Jurnal Teknik Kimia*. 1(1) : 1-8.
- Ashley, K., R.N. Andreas, L. Cavazosa, M. Demage. 2001. Ultrasonic extraction as a sample preparation technique for elemental analysis by atomic spectrometry. *Journal of analysis atomatic spectrometry*. 16: 1447-1153
- Badan Pusat Statistik. 2012. Data produksi holtikultura basis data pertanian. http://www.bps.go.id/tabsub/view.php?kat=3&tabel=1&daftar=1&id_subyek=55¬ab=15 [Diakses 5 Januari 2019].
- Bellec, L.F., F. Vaillant, E. Imbert. 2006. *Pitahaya (Hylocereus spp.)*: A new fruit crop, a market with a future. *Fruits*, 61: 237-250.
- Budiyanto, A. dan Yulianingsih. 2008. Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi terhadap Karakter Pektin dari Ampas Jeruk Siam (*Citrus nobilis L.*). *Jurnal Pascapanen*, 5 (2) : 37 - 44.
- Committee on Food Chemicals Codex. 1996. *Food Chemicals Codex*. Washington, D. C : National Academi Press.
- Committee on Food Chemicals Codex. 2004. *Food Chemicals Codex : Food and Nutrition Board, 5th Edition*. Washington, D. C.: The National Academies Press.
- Constenla, D. dan J.E. Lozano. 2003. *Kinetic Model of Pektin Demethylation*. *Latin American Applied Research* 33, Hal 91-96.
- Constenla, D. dan J.E Lozano. 2002. *Effect of pomace drying on apple pectin*. *Lebensmittel Wissenschaft Und Technology*.
- Dinas Pertanian Kabupaten Banyuwangi. Data Tahunan Bidang Perkebunan Hortikultura. <http://dinas pertanian.banyuwangikab.go.id/page/view/data-tahunan-bidang-perkebunan-dan-hortikultura>. [Diakses tanggal 18 Juli 2019].
- Dwidjoseputro. 1983. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Gramedia.
- Fitria, V. 2013. Karakterisasi Pektin Hasil Ekstraksi dari Limbah Kulit Pisang Kepok. *Skripsi*. Jakarta: Program Studi Farmasi Universitas Islam Negeri Jakarta.

- Fitriani, V. 2003. Ekstraksi dan akarakterisasi pektin dari kulit jeruk lemon (*Citrus medica var Lemon*). *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Glicksman, M. 1969. *Gum Technology in Food Industry*. New York: Academic Press.
- Gronroos, A, Pentti, P, Hanna, K. 2008. *Ultrasonic degradation of aqueous carboxymethylcellulose: Effect of viscosity, molecular mass, and concentration*. *Ultrasonics Sonochemistry* 15: 644-648.
- Handayani, S. 2011. Kandungan Kimia Beberapa Tanaman dan Kulit Buah Berwarna Serta Manfaatnya Bagi Kesehatan. *Skripsi*. Yogyakarta: Tim PPM Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Hanum, Farida, A.T Martha, dan M.D.K Irza. 2012. Ekstraksi Pektin Dari Kulit Pisang Raja (*Musa sapientum*). *Jurnal Teknik Kimia*. Universitas Sumatera Utara, Vol.1, No.2
- Hardjadinata, S. 2010. *Budi Daya Buah Naga Super Red Secara Organik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hariyati, M.N. 2006. *Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Pontianak (Citrus Nobilis Var Microcarpa)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hart, H., L.E. Craine, and D.J. Hart. 2003. *Kimia Organik Edisi Kesebelas*. Jakarta: Erlangga.
- Hasbullah. 2001. *Teknologi Tepat Guna Agroindustri Kecil Sumatera Barat - Pektin Jeruk Jakarta*. Sumatera Barat: Dewan Ilmu Pengetahuan, Dewan Teknologi dan Industri Sumatera Barat.
- Hutagalung, D.P. 2013. Ekstraksi dan Evaluasi Sifat-Sifat Prebiotik Pektin Kulit Pisang. Tidak Diterbitkan. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Hutchings, JB. 1999. *Food Colour and Appearance 2nd edition*. Maryland : Aspen Pub. Evaluasi Mutu Gizi dan Indeks Glikemik Produk Olahan Panggang Berbahan Dasar Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*) Klon Unggul BB00105.10. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- International Pectins Procedures Association (IPPA). 2003. *What is Pectin*. Switzerland.
- International Pektin Producer Association (IPPA). 2001. *Fact About Pektin: What is Pektin, Safety and Legal Status, Application*. The Association: Home Aim.
- Ismail, S.M. Norazelina, Ramli, Nazaruddin, Hani, M. Norziah, dan M. Zainudin. 2012. Extraction and Characterization of Pektin from Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) using Various Extraction Condition. *Sains Malaysiana*, 41(1)2012:41-45.

- Jamilah, B., C.E. Shu, M. Khadirah, M.A. Dzulkifly, and A. Noranizan. 2011. *Physico-chemical characteristics of red pitaya (Hylocereus polyrhizus) Peel*. Selangor: Faculty of Food Science and Technology. University Putra Malaysia.
- Kaban, M.D. Irza, Tarigan, A. Martha, Hanum, Farida. 2012. Ekstraksi Pektin dari Kulit Pisang Raja (*Musa sapientum*). Medan: *Jurnal Teknik Kimia USU*, Article in press.
- Krisnayanti dan Syamsudin. 2013. Pengaruh suhu ekstraksi kulit buah pepaya dengan pelarut HCl 0,1 N pada pembuatan pektin. *J. Konversi*. 2(2): 47-56.
- Kristanto. 2008. *Buah Naga Pembudidayaan di Pot dan di Kebun*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Kuldiloke, J. 2002. *Effect Of Ultrasound Temperature And Pressure Treatments On Enzyme Activity and Quality Of Fruit and Vegetable Juices*. Berlin: Dissertationder Technischen Universitat Berlin.
- Li, H., L. Pordesimo, J. Weiss. 2004. High intensity ultrasound-assisted extraction of oil from soybeans. *Journal of Food International* 37:731-738.
- Marcella. 2011. *Stabilitas Ekstrak Kasar Antioksidan Dari Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus Polyrhizus) Terhadap pH Dan Suhu*. Fakultas Teknologi Industri. Karawaci: Universitas Pelita Harapan.
- Mariaty, D. 2000. *Pektin dan pemanfaatannya dalam industri pangan*. Jakarta: UI PRESS.
- Mason, T.J. 1990. *Sonochemistry: The Use of Ultrasonic in Chemistry*. Volume ke-1. Cambridge (UK): Royal Society of Chemistry.
- Meyer LH. 1978. *Food Chemistry*. Connecticut: AVI Publishing.
- Nurhikmat, A. 2003. Ekstraksi Pektin Dari Apel Lokal: Optimalisasi pH dan Waktu Hidrolisis.
- Panjuantiningrum, F. 2009. Pengaruh pemberian buah naga merah (*hylocereus polyrhizus*) terhadap kadar glukosa darah Tikus putih yang diinduksi aloksan. *Tesis*. Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Perina. 2007. Ekstraksi Pektin Dari Berbagai Macam Kulit Jeruk. *J Widya Teknik* Vol. 6 No. 1, 2007 (1-10).
- Prasetyowati, P. Karina, P. Healty. 2009. Ekstraksi Pektin dari Kulit Mangga. *Jurnal Teknik Kimia*. Universitas Sriwijaya.
- Pribadi, Y.S., Sukatiningsih, P. Sari. 2014. Formulasi Tablet Evervecent Berbahan Baku Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) dan Buah Salam (*Syzygium polyanthum Wight. Walp*). *Berkala Ilmiah Pertanian*. 1 (4): 86-89.

- Ramdja, A.F., A. P. Dimas, R. Rendy. 2011. *Ekstraksi Pektin Dari Kulit Pisang Kepok Dengan Pelarut Asam Klorida dan Asam Asetat*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Ranganna, S. 1977. *Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Product Second Edition*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited: New Delhi.
- Rekna dan Wahyuni. 2011. Pembuatan kulit buah naga super merah (*Hylocereus costaricensis*) untuk pembuatan Gula Jelly dan prakiraan biaya produksi. "Jurnal teknologi pangan". Vol 5 no.1.Hlm. 13-17.
- Roikah, S., W. D. P. Rengga., Latifah., dan E. Kusumastuti. 2016. Ekstraksi dan karakterisasi pektin dari belimbing wuluh (*Averrhoa Bilimbi, L.*). *J. Bahan Alam Terbarukan*. 5 (1): 29-36. DOI 10.15294/jbat.v4i2.5432
- Sani, R., C. Fithri, D. Ria, M. Jaya. 2014. Analisis Rendemen Dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Mikroalga Laut Tetraselmis chuii. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol.2 No.2 p. 121-126.
- Schemin, M.H. 2005. Extraction of pectin from apple pomace. *Brazilian archives of biology and technology. International Journal*. Brazil. 2005,48(2),259-266.
- Shaha, R. K., Y. Nayagi, A. Punichelvana, dan A. Afandi. 2013. Optimized extraction condition and characterization of pectin from Kaffir lime (*Citrus hystrix*). *Malaysia: Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences* 1(2):1-11.
- Sofiana, H., T. Khrista, dan B.S. Setia. 2012. Pengambilan Pektin dari Kulit Pepaya dengan Cara Ekstraksi. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, Vol. 1, No. 1 : 482 – 486
- Subagyo, P., dan Z. Achmad. 2010. Pemungutan Pektin dari Kulit dan Ampas Apel Secara Ekstraksi. *Eksergi: volume X, no 2*.
- Sulihono, A., B. Tarihoran., T. E. Agustina. 2012. Pengaruh waktu, temperatur, dan jenis pelarut terhadap ekstraksi pektin dari kulit jeruk bali (*Citrus maxima*). *J. Teknik Kimia*. 4 (8): 1-8.
- Tafrikhah, R. 2015. Variasi Suhu dan Tingkat Ekstraksi Pektin Dari Kulit Dan Tandan Pisang Varietas Agung Dan Embug. *Skripsi: Universitas Jember*.
- Towle, G.A. and Christensen, O. *Pectin*. In *R.L whistler (ed.) Industrial Gum*. New York: Academic Press (1973) 429.
- Tuhuloula, A. 2013. *Karakterisasi Pektin Dengan Memanfaatkan Limbah Kulit Pisang Menggunakan Metode Ekstraksi*. Lampung: Universitas Lampung Mangkurat.
- Widiastuti, D, Restu. 2015. Ekstraksi Pektin Kulit Jeruk Bali dengan Metode Microwave Assisted Extraction dan Aplikasinya Sebagai Edible Film.

Tugas Akhir. Semarang: Program Studi Teknik Kimia D3, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

- Widyaningrum, L. Musthofa, dan A.N. Wahyunanto. 2014. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Buah Pandan Laut (*Pandanus tectorius*). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. Volume 2(2): 89-96
- Winarno, F. G., D. Fardiaz, dan S. Fardiaz. 1973. *Ekstraksi, Khromatografi Elektrophoresis*. Bogor: Fateta IPB.
- Winarsih, H. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Wu, L. C., Hsu, H. W., Chen, Y., Chiu, C. C., and Ho, Y. I. 2006. Antioxidant and Antiproliferative Activities of Red Pitaya. *Food Chemistry* Volume, 95 : 319-32.
- Yongki, A., Nurlina. 2014. Aplikasi Edible Coating dari Pektin Jeruk Songhi Pontianak (*Citrus Nobilis Var Microcarpa*) pada Penyimpanan Buah Tomat. *JKK*, 3(4), 11-20.

LAMPIRAN

Lampiran 4.1 Rendemen

No.	Sampel	Berat Awal (g)	Berat Pektin (g)	Rendemen (%)
1.	Kontrol	750,02	6,78	0,90%
2.	A1B1	750,06	7,78	1,04%
3.	A1B2	750,13	11,26	1,50%
4.	A1B3	750,11	10,59	1,41%
5.	A2B1	750,03	6,85	0,91%
6.	A2B2	750,08	9,43	1,26%
7.	A2B3	750,16	15,94	2,13%
Total		5250,59	68,63	9,15%
Rata"		750,08	9,80	1,31%

Lampiran 4.2 Derajat Putih (*Whiteness*)

Sampel	Titik	L	a	b	W	Total	Rata-rata
Kontrol	1	58,7	2,2	17,3	55,169	272,48	54,50
	2	58	2	17	54,646		
	3	57,1	2,6	17	53,781		
	4	57,9	2	16,7	54,665		
	5	57,4	2,4	16,6	54,217		
A1B1	1	56,9	2,1	15,7	54,081	271,330	54,266
	2	56	1,6	14,6	53,613		
	3	57,1	1,7	15,7	54,286		
	4	58,3	1,7	16,2	55,231		
	5	57,2	2,1	16,4	54,117		
A1B2	1	57,6	2,6	16,9	54,2821	270,8620	54,1724
	2	57,7	2,1	15,8	54,7967		
	3	58,6	2,5	17,3	55,0612		
	4	57	2,4	16,2	53,9870		
	5	55,3	2,2	15,2	52,7351		
A1B3	1	48,8	2,6	13,8	46,9091	245,5168	49,1034
	2	53	2,9	16,3	50,1693		
	3	50,7	2,7	14,5	48,5410		
	4	53,7	2,8	16,7	50,7007		
	5	51,7	2,8	15,5	49,1967		
A2B1	1	61,1	1,9	16,6	57,6635	287,4743	57,4949
	2	61,5	2	17,4	57,7033		
	3	62,6	2	17,3	58,7441		

	4	59,2	2,2	16,6	55,8974		
	5	61,2	2,1	17,3	57,4660		
A2B2	1	54,4	2,5	15,1	51,8999	256,8987	51,3797
	2	53,4	2,2	14,4	51,1762		
	3	53,7	2,3	14,2	51,5168		
	4	52	2,1	13,7	50,0390		
	5	54,9	2,7	15,4	52,2668		
A2B3	1	52,1	2,8	15,7	49,5150	250,3074	50,0615
	2	51,1	2,9	15,5	48,6203		
	3	53,6	3,3	17,2	50,4047		
	4	54,9	3,3	17,9	51,3655		
	5	53,8	3,5	17,7	50,4018		

Lampiran 4.3 Viskositas

Sampel	Waktu (s)			Berat Bola (g)	Tinggi Larutan (cm)	Viskositas (g.s/ cm)			Total	Rerata
	Uji 1	Uji 2	Uji 3			Uji 1	Uji 2	Uji 3		
Kontrol	5,34	6,92	5,59	0,69	7,50	0,491	0,637	0,514	1,642	0,547
A1B1	9,73	8,82	9,29	0,69	7,50	0,895	0,811	0,855	2,561	0,854
A1B2	5,56	5,98	7,71	0,69	7,50	0,512	0,550	0,709	1,771	0,590
A1B3	4,73	4,47	5,08	0,69	7,50	0,435	0,411	0,467	1,314	0,438
A2B1	3,58	3,60	3,17	0,69	7,50	0,329	0,331	0,292	0,952	0,317
A2B2	2,26	2,05	1,88	0,69	7,50	0,208	0,189	0,173	0,569	0,190
A2B3	1,54	1,53	1,46	0,69	7,50	0,142	0,141	0,134	0,417	0,139

Lampiran 4.4 Berat Ekivalen

Sampel	Vol NaOH		Berat Ekivalen (mg)		Total	Rerata
	Uji 1	Uji 2	Uji 1	Uji 2		
Kontrol	2,1	2,2	2498,38	2384,81	4883,19	2441,59
A1B1	1,3	1,2	4035,84	4372,16	8408,00	4204,00
A1B2	1,5	1,4	3497,73	3747,56	7245,29	3622,65
A1B3	1,7	1,6	3086,23	3279,12	6365,35	3182,67
A2B1	1,1	1,2	4769,63	4372,16	9141,79	4570,89
A2B2	1,4	1,3	3747,56	4035,84	7783,40	3891,70
A2B3	1,5	1,3	3497,73	4035,84	7533,56	3766,78

Lampiran 4.5 Kadar Metoksil

Sampel	Vol NaOH		% Kadar Metoksil		Total	Rerata
	Uji 1	Uji 2	Uji 1	Uji 2		
Kontrol	10	9,5	5,91	5,61	11,52	5,76
A1B1	7,5	7,7	4,43	4,55	8,98	4,49
A1B2	9,3	9,2	5,49	5,44	10,93	5,47
A1B3	9,4	8,8	5,55	5,20	10,75	5,38
A2B1	8,6	8	5,08	4,73	9,81	4,90
A2B2	10,2	10,3	6,03	6,09	12,11	6,06
A2B3	9,3	9,6	5,49	5,67	11,17	5,58

Lampiran 4.6 Kadar Galakturonat

Sampel	mek Kadar Metoksil		mek Berat Ekivalen		Kadar Galakturonat (%)		Rata-rata
	Uji 1	Uji 2	Uji 1	Uji 2	Uji 1	Uji 2	
	Kontrol	29,54	28,07	0,20	0,21	208,12	
A1B1	22,16	22,75	0,12	0,11	96,63	91,57	94,10
A1B2	27,47	27,18	0,14	0,13	138,25	127,65	132,95
A1B3	27,77	26,00	0,16	0,15	158,37	139,54	148,95
A2B1	25,41	23,63	0,10	0,11	93,75	95,14	94,45
A2B2	30,13	30,43	0,13	0,12	141,52	132,70	137,11
A2B3	27,47	28,36	0,14	0,12	138,25	123,68	130,97

Lampiran 4.7 Derajat Esterifikasi

Sampel	Vol NaOH		% Kadar Metoksil		% Galakturonat		% Derajat Esterifikasi		Total	Rerata
	Uji 1	Uji 2	Uji 1	Uji 2	Uji 1	Uji 2	Uji 1	Uji 2		
Kontrol	10	9,5	5,91	5,61	162,27	132,70	20,67	24,02	44,69	22,34
A1B1	7,5	7,7	4,43	4,55	118,27	97,15	21,27	26,59	47,86	23,93
A1B2	9,3	9,2	5,49	5,44	118,62	115,81	26,30	26,65	52,95	26,47
A1B3	9,4	8,8	5,55	5,20	123,20	115,46	25,59	25,57	51,16	25,58
A2B1	8,6	8	5,08	4,73	107,36	101,02	26,87	26,57	52,14	26,72
A2B2	10,2	10,3	6,03	6,09	126,02	124,96	27,15	27,65	54,80	27,40
A2B3	9,3	9,6	5,49	5,67	115,81	117,22	26,94	27,47	55,68	27,21

Lampiran 4.8 Perhitungan

1. Pembuatan reagent NaOH 1 N 1L

$$0,1 \text{ N NaOH} = \frac{\text{Massa} \times 1000}{40 \frac{\text{g}}{\text{gmol}} \times 1000 \text{ ml}}$$

$$0,1 \text{ N NaOH} = \frac{\text{massa} \times 1000}{\text{Mr} \times \text{volume}}$$

$$\text{Massa} = 4 \text{ gram}$$

Standarisasi NaOH 0,1 N menggunakan larutan standard asam oksalat

$$N_{\text{NaOH}} = \frac{\text{massa oksalat} \times 2}{0,126 \times 10 \text{ ml}}$$

$$0,1 \text{ N} = \frac{\mu \times 2}{0,126 \times 10}$$

$$\mu = \frac{0,126}{2} = 0,063 \text{ gram}$$

Hasil titrasi standar NaOH 0,1 N :

$$\mu_1 = 10,5$$

$$\mu_2 = 10,4$$

$$\mu_3 = 10,5$$

Perhitungan :

- $\mu_1 = 10,5$

$$\mu_1 = \frac{0,063 \times 2}{0,126 \times 10,5} = 0,095 \text{ N}$$

- $\mu_2 = 10,4$

$$\mu_2 = \frac{0,063 \times 2}{0,126 \times 10,4} = 0,096 \text{ N}$$

- $\mu_3 = 10,5$

$$\mu_3 = \frac{0,063 \times 2}{0,126 \times 10,5} = 0,095 \text{ N}$$

$$\text{Total} = \frac{0,095 + 0,096 + 0,095}{3} = 0,0953 \text{ N}$$

A. Rendemen

Contoh perhitungan rendemen pada sampel 1 :

$$\begin{aligned}\text{Rendemen (\%)} &= \frac{\text{bobot total pektin yang diperoleh}}{\text{bobot bahan baku kering}} \times 100\% \\ &= \frac{6,78}{750,02} \times 100\% = 0,90 \%\end{aligned}$$

B. Warna

perhitungan warna

$$\begin{aligned}W &= 100 - [(100 - L)^2 + (a^2 + b^2)]^{0,5} \\ L &= 83,7 + dL \\ a^* &= 0,3 + da \\ b^* &= -1,4 + db\end{aligned}$$

Contoh perhitungan rendemen pada sampel 1 :

$$\begin{aligned}W &= 100 - [(100 - 58,7)^2 + (2,2^2 + 17,3^2)]^{0,5} \\ &= 55,169\end{aligned}$$

C. Viskositas

Contoh perhitungan rendemen pada sampel 1 :

$$\begin{aligned}\text{Viskositas} &= \frac{\text{Berat bola (g) x waktu (s)}}{t \text{ tabung (cm)}} \\ &= \frac{0,69 \text{ g}}{7,5 \text{ cm} \times 5,34 \text{ s}} = 0,491 \text{ g.s/cm}\end{aligned}$$

D. Berat Ekuivalen

Contoh perhitungan berat ekuivalen pada sampel 1 :

$$\begin{aligned}\text{Berat ekuivalen} &= \frac{\text{bobot pektin (g)}}{\text{ml.NaOH} \times \text{N.NaOH}} \\ &= \frac{0,5 \text{ g}}{2,1 \text{ ml} \times 0,0953} = 2498,38\end{aligned}$$

E. Kadar Metoksil

Contoh perhitungan kadar metoksil pada sampel 1 :

$$\begin{aligned}\text{Kadar metoksil} &= \frac{\text{mL NaOH} \times \text{N NaOH} \times 31}{\text{mg sampel}} \times 100 \% \\ &= \frac{10 \times 0,0953 \times 31}{500} \times 100 \% = 5,91\%\end{aligned}$$

F. Kadar Galakturonat

Contoh perhitungan kadar galakturonat pada sampel 1

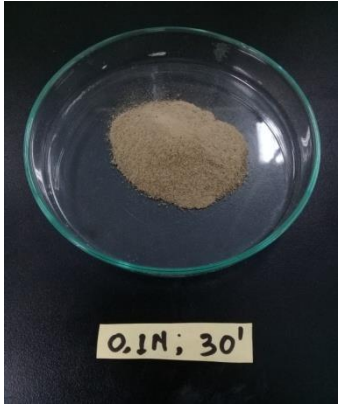
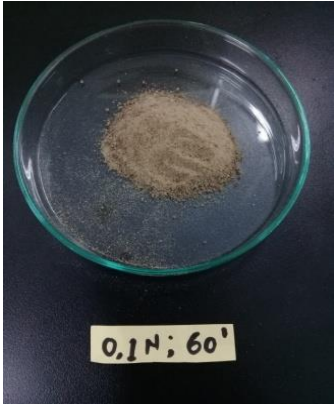

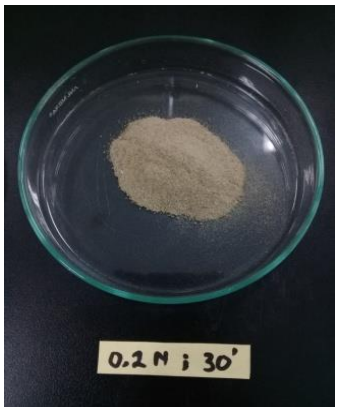
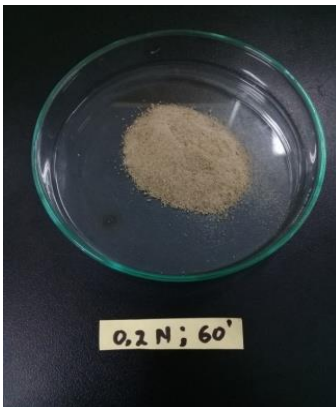
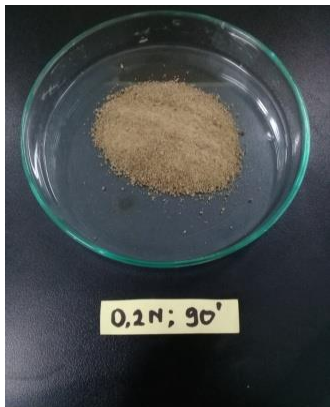

$$\begin{aligned}\text{Kadar galakturonat} &= \frac{\text{mek (metoksil+BE)} \times 176}{\text{mg sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{(29,54+0,20) \times 176}{500} \times 100\% = 208,12\%\end{aligned}$$

G. Derajat Esterifikasi

Contoh perhitungan rendemen pada sampel 1 :

$$\begin{aligned}\text{Derajat esterifikasi (\%)} &= \frac{176 \times \% \text{ metoksil}}{31 \times \% \text{ galakturonat}} \times 100\% \\ &= \frac{176 \times 5,61}{31 \times 162,27} \times 100\% \\ &= 20,67\%\end{aligned}$$

Lampiran 4.9 Dokumentasi

 <p>0,1 N; 30'</p>	 <p>0,1 N; 60'</p>	 <p>0,1 N; 90'</p>
0,1 N; 30 menit	0,1 N; 60 menit	0,1 N; 90 menit
 <p>0,2 N; 30'</p>	 <p>0,2 N; 60'</p>	 <p>0,2 N; 90'</p>
0,2 N; 30 menit	0,2 N; 60 menit	0,2 N; 60 menit
 <p>Kontrol</p>		
Kontrol (0,1 N; 24 jam)		