

**PENGARUH GELOMBANG ULTRASONIK TERHADAP RENDEMEN
PEKTIN KULIT PISANG (*Musa balbisiana* ABB) DAN KULIT JERUK
(*Citrus sinensis*)**

SKRIPSI

Oleh:
DEDIK SETIAWAN
NIM. 16640011



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**PENGARUH GELOMBANG ULTRASONIK TERHADAP RENDEMEN
PEKTIN KULIT PISANG (*Musa balbisiana* ABB) DAN KULIT JERUK
(*Citrus sinensis*)**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**DEDIK SETIAWAN
NIM. 16640011**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH GELOMBANG ULTRASONIK TERHADAP RENDEMEN
PEKTIN KULIT PISANG (*Musa balbisiana* ABB) DAN KULIT JERUK
(*Citrus sinensis*)

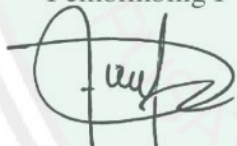
SKRIPSI

Oleh:

Dedik Setiawan
NIM 16640011

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diujikan
Pada Tanggal 6 Desember 2020

Pembimbing I



Dr. H. M. Tirono, M.Si
NIP.19641211 199111 1 001

Pembimbing II



Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

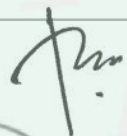
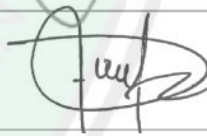
HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH GELOMBANG ULTRASONIK TERHADAP RENDEMEN
PEKTIN KULIT PISANG (*Musa balbisiana* ABB) DAN KULIT JERUK
(*Citrus sinensis*)

SKRIPSI

Oleh:
Dedik Setiawan
NIM. 16640011

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji
dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal 10 Desember 2020

Ketua Penguji	:	<u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Penguji Utama	:	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	
Sekretaris Penguji	:	<u>Dr. H. M. Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Anggota Penguji	:	<u>Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dedik Setiawan

NIM : 16640011

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pengaruh Gelombang Ultrasonik Terhadap Rendemen
Pektin Kulit Pisang (*Musa balbisiana* ABB) dan Kulit
Jeruk (*Citrus sinensis*)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dalam daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur penjiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 20 Desember 2020
Yang Membuat Pernyataan



Dedik Setiawan
16640011

MOTTO

"من جَدَّ وَ جَدَّ"

“Barang siapa yang bersungguh-sungguh maka dapatlah dia“

Satu kata yang sederhana, namun memiliki makna yang luarbiasa

Tanamkan dalam hatimu kesungguhan yang hakiki

Agar kamu mendapatkan apa yang kau cita-citakan



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur Alhamdulillah

Skripsi ini ku persembahkan untuk:

1. Bapak Tugiran dan Ibu Siti Ngaisah, untuk kasih sayang dan motivasi, serta do'a yang tiada henti. Sehingga saya dapat menjalani dan melewati segala rintangan dalam kehidupan.
2. Kakakku, untuk motivasi dan arahnya mengenai kepenulisan skripsi, serta do'anya untukku.
3. Para dosen dan pembimbing, yang telah membantu dalam membuka cakrawala dunia melalui keluasan ilmu pengetahuan, semoga dapat bermanfaat di Dunia dan di Akhirat.
4. Teman-teman seperjuanganku di program studi S1 Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang angkatan 2016 yang selalu membantu hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Agamaku, Tanah Airku, dan Almamaterku !!!

Terimakasih atas motivasi yang telah diberikan selama ini, semoga Allah SWT membalas budi baik kalian semua, Amiin...

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah Robbil'amin, segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan nikmatnya berupa kesehatan, kesempatan, kekuatan, serta kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi. Sholawat serta salam tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi besar baginda Rosululloh Muhammad SAW, yang telah menuntun kita dari zaman jahiliah menuju zaman islamiyah.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini dengan baik. Khususnya penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M. Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M. Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid, M. Si selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. H. M. Tirono, M.Si selaku Dosen Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan dengan sabar dalam penulisan skripsi ini dengan baik.

5. Keluarga tercinta khususnya bapak, ibu dan adik yang selalu mendo'akan serta memberikan dukungan yang luar biasa berharga.
6. Sri Wahyuni dan Fakhriyah selaku tim penelitian ini yang selalu memberikan semangat dan masukan selama proses penyelesaian tugas akhir ini.
7. Teman-teman Fisika angkatan 2016 yang selalu memberikan semangat saat menyusun skripsi ini.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka dengan nikmat yang berlipat ganda baik di dunia maupun di akhirat kelak, Amin. Penulisan skripsi ini penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan karena keterbatasan kemampuan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat penulis harapkan untuk perbaikan dalam penulisan kedepannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang membaca, dalam menambah wawasan ilmiah dan memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Malang, 01 Oktober 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Metode Ekstraksi Gelombang Ultrasonik	7
2.1.1 Gelombang Ultrasonik	7
2.1.2 Hubungan Energi dan Intensitas Gelombang Ultrasonik	8
2.1.3 Hubungan Amplitudo dan Frekuensi Terhadap Intensitas Gelombang Ultrasonik	9
2.1.4 Hubungan Jarak dengan Intensitas Gelombang Ultrasonik	10
2.1.5 Efek Intensitas Gelombang Ultrasonik Kavitasi Pada Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk	11
2.2 Gelombang Bunyi Dalam Perspektif Al-Qur'an	14
2.3 Pektin	16
2.3.1 Pengertian dan Sumber Pektin	16
2.3.2 Karakteristik Pektin	17
2.3.3 Ekstraksi Pektin	20
2.3.4 Karakteristik Pektin Pada Kulit Pisang	22
2.3.5 Karakteristik Pektin Pada Kulit Jeruk	22
2.4 Asam Sulfat (H ₂ SO ₄)	23
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis dan Subjek Penelitian	25
3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian	25
3.3 Alat dan Bahan	25
3.3.1 Alat	25
3.3.2 Bahan	26
3.4 Alur Penelitian	27
3.4.1 Alur Pengukuran Berat Rendemen	28

3.4.2 Alur Pengukuran Berat Ekuivalen	28
3.5 Langkah-langkah Percobaan	29
3.5.1 Produksi Pektin	29
3.6 Teknik Pengambilan Data	31
3.7 Analisis Data	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	37
4.1.1 Pengaruh Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik Terhadap Berat Rendemen Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk	38
4.1.2 Pengaruh Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Rendemen Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk	42
4.1.3 Pengaruh Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik Terhadap Berat Ekuivalen Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk	45
4.1.4 Pengaruh Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Ekuivalen Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk	48
4.1.5 Pengaruh Paparan Gelombang Ultrasonik Terhadap Gugus Fungsi Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk	51
4.2 Pembahasan	55
4.2.1 Pengaruh Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik Terhadap Berat Rendemen Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk	55
4.2.2 Pengaruh Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Rendemen Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk	57
4.2.3 Pengaruh Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik Terhadap Berat Ekuivalen Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk	58
4.2.4 Pengaruh Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Ekuivalen Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk	59
4.2.5 Pengaruh Paparan Gelombang Ultrasonik Terhadap Gugus Fungsi Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk	61
4.3 Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang dan Jeruk Menurut Pandangan Islam	61
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Mutu Pektin	18
Tabel 2.2 Rendemen dan Karakteristik Pektin Kulit Pisang.....	22
Tabel 2.3 Karakteristik Pektin Kulit Jeruk.....	23
Tabel 3.1 Pengolahan Data Berat Rendemen Kulit Pisang dengan Variasi Taraf Intensitas	31
Tabel 3.2 Pengolahan Data Berat Rendemen Kulit Pisang dengan Variasi Waktu Ekstraksi.....	31
Tabel 3.3 Pengolahan Data Berat Rendemen Kulit Jeruk dengan Variasi Taraf Intensitas	32
Tabel 3.4 Pengolahan Data Berat Rendemen Kulit Jeruk dengan Variasi Waktu Ekstraksi.....	32
Tabel 3.5 Pengolahan Data Berat Ekuivalen Kulit Pisang dengan Variasi Taraf Intensitas	33
Tabel 3.6 Pengolahan Data Berat Ekuivalen Kulit Pisang dengan Variasi Waktu Ekstraksi.....	34
Tabel 3.7 Pengolahan Data Berat Ekuivalen Kulit Jeruk dengan Variasi Taraf Intensitas	34
Tabel 3.8 Pengolahan Data Berat Ekuivalen Kulit Pisang dengan Variasi Waktu Ekstraksi.....	34
Tabel 3.9 Data Hasil Uji Gugus Fungsi Pektin Kulit Pisang	35
Tabel 3.10 Data Hasil Uji Gugus Fungsi Pektin Kulit Jeruk	35
Tabel 4.1 Hasil Berat Rendemen Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk dengan Waktu Ekstraksi 30 Menit	38
Tabel 4.2 Hasil Berat Rendemen Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk dengan Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik 94 dB	42
Tabel 4.3 Hasil Berat Ekuivalen Pektin Kulit Pisang dan Jeruk dengan Waktu Ekstraksi 30 Menit	45
Tabel 4.4 Hasil Berat Ekuivalen Pektin Kulit Pisang dan Jeruk dengan Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik 94 dB.....	49
Tabel 4.5 Hasil Bilangan Gelombang Spektrum FTIR Gugus Fungsional Pektin Kulit Pisang.....	53
Tabel 4.6 Hasil Bilangan Gelombang Spektrum FTIR Gugus Fungsional Pektin Kulit Jeruk.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gambar Grafik Kavitasasi Gelembung Runtuh dan Melepaskan Bahan Tanaman Dalam Tiga Langkah	12
Gambar 2.2	Struktur Dinding Sel Tanaman.....	17
Gambar 3.1	Diagram Alur Penelitian.....	27
Gambar 3.2	Alur Pengukuran Berat Rendemen.....	28
Gambar 3.3	Alur Pengukuran Berat Ekuivalen.....	28
Gambar 3.4	Rangkaian Peralatan Ekstraksi Dengan Ultrasonik Kavitasasi	30
Gambar 4.1	Hubungan Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik Terhadap Berat Rendemen Pektin Kulit Pisang.....	40
Gambar 4.2	Hubungan Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik Terhadap Berat Rendemen Pektin Kulit Jeruk.....	41
Gambar 4.3	Hubungan Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Rendemen Pektin Kulit Pisang.....	43
Gambar 4.4	Hubungan Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Rendemen Pektin Kulit Jeruk.....	44
Gambar 4.5	Hubungan Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik Terhadap Berat Ekuivalen Pektin Kulit Pisang.....	47
Gambar 4.6	Hubungan Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik Terhadap Berat Ekuivalen Pektin Kulit Jeruk.....	48
Gambar 4.7	Hubungan Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Ekuivalen Pektin Kulit Pisang.....	50
Gambar 4.8	Hubungan Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Ekuivalen Pektin Kulit Jeruk.....	51
Gambar 4.9	Struktur Pektin	52
Gambar 4.10	Spektrum FTIR Hasil Ekstraksi Pektin Kulit Pisang	53
Gambar 4.11	Spektrum FTIR Hasil Ekstraksi Pektin Kulit Jeruk	54

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data Hasil Pektin Kulit Pisang dan Jeruk
- Lampiran 2 Diagram Data Hasil Pektin Kulit Pisang dan Jeruk
- Lampiran 3 Dokumentasi Alat dan Bahan Penelitian



ABSTRAK

Setiawan, Dedik. 2020. **Pengaruh Gelombang Ultrasonik Terhadap Rendemen Pektin Kulit Pisang (*Musa balbisiana* ABB) dan Kulit Jeruk (*Citrus sinensis*)**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. H. M. Tirono, M.Si (II) Erna Hastuti, M.Si.

Kata Kunci: Gelombang Ultrasonik, Kulit Pisang, Kulit Jeruk, Pektin.

Besarnya jumlah konsumsi buah pisang dan buah jeruk akan menghasilkan limbah berupa kulit dalam jumlah yang besar. Kulit pisang dan kulit jeruk dapat digunakan sebagai bahan penghasil pektin. Pektin adalah suatu bahan yang biasanya digunakan dalam pembentuk gel dan pengental dalam produksi jelly. Sehingga dapat digunakan sebagai bahan dasar pengolahan minuman, makanan dan industri farmasi. Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi pektin dengan bahan baku kulit pisang (*Musa balbisiana* ABB) dan kulit jeruk (*Citrus sinensis*). Gelombang ultrasonik digunakan untuk mempercepat proses ekstraksi. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh gelombang ultrasonik dan waktu ekstraksi terhadap berat rendemen, berat ekuivalen dan gugus fungsi pada rendemen pektin yang dihasilkan. Gelombang ultrasonik yang digunakan memiliki frekuensi 40 kHz dengan taraf intensitas yang divariasikan dan variasi waktu perlakuan. Adapun variasi taraf intensitas yaitu 86 dB, 88 dB, 90 dB, 92 dB dan 94 dB dengan waktu konstan 30 menit. Variasi waktu perlakuan 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, dan 30 menit dengan taraf intensitas optimum yaitu 94 dB. Karakteristik pektin yang dihasilkan yaitu: berat rendemen kulit pisang berkisar 0,44%-0,68% berat rendemen kulit jeruk 5,40%-9,33% berat ekuivalen kulit pisang 2,5 gr-7,5 gr dan berat ekuivalen kulit jeruk 3,5 gr-7,14gr. Taraf intensitas 94 dB dengan waktu ekstraksi 30 menit menghasilkan berat rendemen pektin kulit pisang dan kulit jeruk terbanyak. Sedangkan berat ekuivalen pektin yang diperoleh tidak memenuhi standar mutu pektin menurut IPPA.

ABSTRACT

Setiawan, Dedik. 2020. **Effect of Ultrasonic Waves on Banana Skin Pectin Rendemen (*Musa balbisiana* ABB) and Orange Peel (*Citrus Sinensis*)**. Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Advisor: (I) Dr. H.M. Tirono, M.Si (II) Erna Hastuti, M.Si.

Keywords: Ultrasonic Waves, Banana Peel, Orange Peel, Pectin.

The large amount of consumption of bananas and citrus fruits will result in large amounts of waste in the form of peels. Banana peels and orange peels can be used as pectin-producing ingredients. Pectin is an ingredient that is usually used in gelling and thickening in jelly production. So that it can be used as a basic material for processing the beverage, food and pharmaceutical industries. In this study, pectin extraction was carried out using banana peels (*Musa balbisiana* ABB) and orange peel (*Citrus sinensis*) as raw material. Ultrasonic waves are used to speed up the extraction process. The purpose of this study was to determine the effect of ultrasonic waves and extraction time on yield weight, equivalent weight and functional groups in the resulting pectin yield. The ultrasonic wave used has a frequency of 40 kHz with varied intensity levels and variations in treatment time. The variations in the intensity level are 86 dB, 88 dB, 90 dB, 92 dB and 94 dB with a constant time of 30 minutes. The variation of treatment time was 10 minutes, 15 minutes, 20 minutes, 25 minutes, and 30 minutes with the optimum intensity level of 94 dB. The characteristics of the pectin produced were: banana peel yield weight ranged from 0.44% -0.68% by weight of orange peel yield 5.40% -9.33% weight equivalent of banana peel 2.5 gr-7.5 gr and equivalent weight of peel oranges 3.5 gr-7.14 gr. The intensity level of 94 dB with extraction time of 30 minutes produced the highest yield weight of banana peel and orange peel pectin. Meanwhile, the pectin equivalent weight obtained did not meet the pectin quality standard according to IPPA.

المخلص

دديك ستيياوان.2020. تأثير الموجات فوق الصوتية على محصول البكتين من قشور الموز وقشر البرتقال. البحث الجامعي. قسم الفزياء بكلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة مولا نامالك ابزايم الاسلاميه الحكومية بمالانجز المشرف: (1) محمد تيرانا الماجستير (2) ارنا هستوتي الماجستير.

الكلمات المفتاحية: الموجات فوق الصوتية ، قشور الموز ، قشور البرتقال ، البكتين

كمية كبيرة من استهلاك الموز والحمضيات ستؤدي إلى كميات كبيرة من النفايات في شكل قشور. يمكن استخدام قشور الموز وقشور البرتقال كمكونات منتجة للبكتين. البكتين هو أحد المكونات التي تستخدم عادة في التبلور والسمك في إنتاج الهلام. بحيث يمكن استخدامه كمادة أساسية لمعالجة المشروبات والأغذية والصناعات الدوائية. في هذه الدراسة ، تم استخراج البكتين باستخدام قشور الموز (كمواد خام) وقشور البرتقال . تستخدم الموجات فوق الصوتية لتسريع عملية الاستخراج. الهدف من هذه الدراسة هو تحديد تأثير الموجات فوق الصوتية ووقت الاستخراج على وزن الخضوع والوزن المكافئ والمجموعات الوظيفية في محصول البكتين الناتج. الموجات فوق الصوتية المستخدمة لها تردد 40 كيلو هرتز مع مستويات شدة مختلفة واختلافات في وقت العلاج. التغيرات في مستوى الشدة هي 86 ديسيبل و 88 ديسيبل و 90 ديسيبل و 92 ديسيبل و 94 ديسيبل مع وقت ثابت قدره 30 دقيقة. كان تغيير وقت العلاج 10 دقائق و 15 دقيقة و 20 دقيقة و 25 دقيقة و 30 دقيقة بمستوى شدة مثلي 94 ديسيبل. خصائص البكتين المنتج كانت: وزن حاصل قشر الموز يتراوح بين 0.44% - 0.68% بوزن حاصل قشر البرتقال 5.40% - 9.33% وزن مكافئ لقشر الموز 2.5 جرام - 7.5 جرام ووزن مكافئ للقشر. البرتقال 3.5 جرام - 7.14 جرام. مستوى الشدة 94 ديسيبل مع وقت الاستخراج 30 دقيقة أنتج أعلى وزن محصول لقشر الموز وبكتين قشر البرتقال. وفي الوقت نفسه ، فإن الوزن المكافئ للبكتين الذي تم الحصول عليه لا يفي بمعايير جودة البكتين وفقاً لـ IPPA.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pisang dan jeruk adalah buah-buahan yang biasanya dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Perkembangbiakan kedua tanaman ini pada iklim tropis dan subtropis (Fakayode dan Abobi, 2018). Besarnya jumlah konsumsi kedua buah ini akan menghasilkan limbah berupa kulit dalam jumlah yang besar. Menurut Badan Pusat Statistik khusus kabupaten Malang, Jawa Timur. Produksi pisang sebesar 8.914.104 ton/tahun. Produksi pisang ini tentunya akan menghasilkan limbah berupa kulit pisang sebesar satu per tiga dari bagian buah, sehingga pertahunnya limbah yang dihasilkan dari kulit pisang sebesar 2.971.368 ton (BPS, 2018). Sedangkan pada jeruk besar konsumsinya sebesar 990.620 ton/tahun dan tentunya juga akan menghasilkan limbah berupa kulit jeruk. Pada umumnya buah jeruk diolah menjadi jus yang besar bobotnya setengah dari bobot buah jeruk yang berarti 50% berupa limbah. Sehingga pertahunnya limbah kulit jeruk yang dihasilkan sebesar 495.310 ton (BPS, 2018).

Islam adalah agama yang sangat melarang perbuatan *tabdzir*. *Tabdzir* adalah menghambur-hamburkan atau menyianyiakan sesuatu yang bisa dimanfaatkan. Hal ini tentunya sangat dibenci oleh Allah Ta'ala, sampai-sampai orang yang melakukan perbuatan *tabdzir* disebut sebagai saudaranya syetan. Allah Ta'ala berfirman:

إِنَّ الْمُبَذِّرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيَاطِينِ ۖ وَكَانَ الشَّيْطَانُ لِرَبِّهِ كَفُورًا

Artinya: "Sesungguhnya pemboros-pemboros itu adalah saudara-saudara syaitan dan syaitan itu adalah ingkar kepada tuhan". Q.S. Al-Isra'[17]:27.

Dalam tafsir Ibnu Katsir menerangkan bahwa Allah SWT. berfirman untuk menanamkan rasa antipati terhadap sikap pemborosan dan berlebih-lebihan: Sesungguhnya pemboros-pemboros itu adalah saudara-saudara setan. (Al-Isra: 27) Yakni tindakan mereka serupa dengan sepak terjang setan, Dalam ayat diatas Allah SWT menjelaskan bahwa larangan bagi manusia untuk bersikap *tabdzir*. Kata *tabdzir* disini berarti membiarkan sesuatu yang masih dapat diolah kembali menjadi sesuatu yang bermanfaat. Namun jika sesuatu tersebut sudah tidak dapat diolah lagi maka tidak termasuk *tabdzir*. Dalam penelitian ini menggunakan bahan berupa kulit pisang dan kulit jeruk yang biasanya dibuang begitu saja. Kulit pisang dan jeruk ini diolah kembali dan diambil ekstrak pektinnya yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan makanan dan obat-obatan.

Limbah kulit pisang dan kulit jeruk saat ini telah banyak digunakan sebagai bahan penghasil pektin. Pektin adalah suatu bahan yang biasanya digunakan dalam pembentuk gel dan pengental dalam produksi jelly. Sehingga dapat digunakan sebagai bahan dasar pengolahan minuman, makanan dan industri farmasi (Hariyati, 2006). Pektin ini diperoleh dengan cara ekstraksi menggunakan larutan asam dan juga suhu yang tinggi untuk membantu dalam proses pelepasan pektin dari kulit buah.

Metode-metode ekstraksi yang umum digunakan saat ini seperti ekstraksi pelarut dengan pemanasan dan pengadukan, ekstraksi gelombang mikro, dan ekstraksi refluks panas memiliki pengaruh terhadap hasil ekstraksi pektin. Dengan metode konvensional dan menggunakan suhu yang tinggi akan menyebabkan penurunan kualitas pektin.

Metode ultrasonik adalah metode yang memanfaatkan gelombang ultrasonik yakni gelombang akustik berfrekuensi lebih besar dari 20 kHz. Penggunaan ultrasonik ini dapat dengan mudah diaplikasikan dan diadaptasikan kedalam berbagai aplikasi karena ultrasonik bersifat tidak merusak dan *non invasive*. Salah satu manfaatnya adalah dapat mempercepat proses ekstraksi pektin (Kuldiloke, 2002).

Penelitian yang dilakukan oleh Adhiksana (2017) yang membandingkan metode konvensional dengan metode ultrasonik terhadap kadar rendemen pektin kulit pisang. Pelarut yang digunakan adalah HCl 0,05 N sebanyak 400 ml dan suhu ekstraksi 60°C. Hasil percobaan tercatat kadar rendemen pektin tertinggi dengan metode ultrasonik sebesar 25,59% sedangkan dengan metode konvensional sebesar 18,3%.

Pemanfaatan ultrasonik sebagai alat bantu ekstraksi pektin digunakan juga dalam penelitian yang dilakukan oleh Arimpi (2019) yang mengukur kandungan pektin dari limbah kulit jeruk (*Citrus sinensis*) dengan metode ekstraksi gelombang ultrasonik. Pelarut yang digunakan adalah asam sulfat (H_2SO_4) dengan lama ekstraksi 30 menit dengan suhu 70°C. Hasil percobaan berturut-turut berkisar antara kadar air 4,0%-9,45%; kadar abu 2,34-5,54%; kadar rendemen 16,44%-22,44%; kadar metoksil 7,35%-10,79% dan kadar galakturonat 63,71%-95,74%.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Sayah (2016) tentang pengaruh kondisi ekstraksi pada hasil pektin, derajat esterifikasi “DE” dan pada berat molekul “MW” kulit jeruk dan kulit jeruk bali. Kulit yang digunakan dalam dua kondisi yakni segar dan residu. Dengan menggunakan pelarut berupa asam sitrat

dan asam sulfat (H_2SO_4) dalam ekstraksi pektin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil pektin lebih tinggi menggunakan residu. Selain itu, kedua kulit memungkinkan diperoleh metoksil pektin tinggi dengan $\text{DE} > 50\%$. Berat molekul bervariasi dari $1,538 \times 10^5$ g/mol hingga $2,47 \times 10^5$ g/mol untuk pektin jeruk bali dan dari $1,639 \times 10^5$ hingga $2,471 \times 10^5$ g/mol untuk pektin jeruk. Rendemen pektin yang diperoleh saat menggunakan asam sitrat sebesar 29,93% dan saat menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) sebesar 33,63%.

Berdasarkan penelitian sebelumnya telah diketahui pengaruh jenis pelarut ekstraksi, suhu ekstraksi, dan juga penggunaan metode ultrasonik sebagai alat bantu proses ekstraksi pektin. Namun penelitian yang ada saat ini belum menjelaskan pengaruh intensitas dan lama waktu perlakuan gelombang ultrasonik terhadap hasil ekstraksi pektin. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan ultrasonik dengan variasi intensitas dan lama waktu perlakuan terhadap pektin yang dihasilkan. Adanya rekayasa proses dalam penelitian ini diharapkan dapat memperbaiki kekurangan pada penelitian sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap berat rendemen pektin kulit pisang dan kulit jeruk?
2. Bagaimana pengaruh lama waktu ekstraksi terhadap berat rendemen pektin kulit pisang dan kulit jeruk?
3. Bagaimana pengaruh taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap berat ekivalen pektin kulit pisang dan kulit jeruk?

4. Bagaimana pengaruh waktu ekstraksi terhadap berat ekivalen pektin kulit pisang dan kulit jeruk?
5. Bagaimana pengaruh paparan gelombang ultrasonik terhadap gugus fungsi pektin kulit pisang dan kulit jeruk?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap berat rendemen pektin kulit pisang dan kulit jeruk.
2. Mengetahui pengaruh lama waktu ekstraksi terhadap berat rendemen pektin kulit pisang dan kulit jeruk.
3. Mengetahui pengaruh taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap berat ekivalen pektin kulit pisang dan kulit jeruk.
4. Mengetahui pengaruh lama waktu ekstraksi terhadap berat ekivalen pektin kulit pisang dan kulit jeruk.
5. Mengetahui pengaruh paparan gelombang ultrasonik terhadap gugus fungsi pektin kulit pisang dan kulit jeruk.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi pada pembaca tentang pengaruh taraf intensitas dan lama waktu perlakuan gelombang ultrasonik terhadap karakteristik petin kulit pisang dan kulit jeruk dengan metode ekstraksi.

1.5 Batasan Masalah

1. Intensitas gelombang ultrasonik 86, 88, 90, 92, 94 dB
2. Frekuensi gelombang ultrasonik 40 kHz.
3. Pelarut asam sulfat (H_2SO_4).
4. Waktu perlakuan gelombang ultrasonik 10, 15, 20, 25, 30 menit.
5. Pengujian yang dilakukan untuk menghitung berat rendemen, berat ekuivalen, dan gugus fungsi pektin.
6. Ekstraksi pektin menggunakan metode ekstraksi gelombang ultrasonik ultrasonik.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Metode Ekstraksi Gelombang Ultrasonik

2.1.1 Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonik atau gelombang akustik adalah gelombang berfrekuensi diatas 20 kHz yang dapat merambat pada medium cair, padat dan gas karena gelombang ultrasonik merupakan rambatan energi dan momentum mekanik (Bueche, 1989). Gelombang ini dapat disebut juga sebagai gelombang elastis karena elastisitas bahan mempengaruhi rambatannya (Bolondi, 1984).

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik dengan frekuensi di atas 20 kHz. Gelombang ini dapat merambat dalam medium padat, cair dan gas. Hal ini disebabkan karena gelombang ultrasonik merupakan rambatan energi sebagai interaksi dengan medium yang dilaluinya (Bueche, 1989).

Frekuensi yang tinggi dari gelombang ultrasonik biasanya digunakan untuk diagnosis, pengobatan, dan penghancuran karena memiliki daya tembus yang tinggi terhadap jaringan. Selain itu juga digunakan dalam pemeriksaan dibidang industri makanan (Cameron dan Skofronick, 1978).

Getaran partikel terhadap medium dengan amplitudo sejajar dengan arah rambat secara longitudinal disebabkan oleh karakteristik gelombang ultrasonik saat melalui medium sehingga partikel medium akan membentuk rapatan (*Strain*) dan tegangan (*Stress*). Proses terjadinya rapatan dan tegangan akan terjadi secara kontinu karena getaran partikel secara periodik selama melalui medium (Halliday dan Resnick, 1992).

2.1.2 Hubungan Energi dan Intensitas Gelombang Ultrasonik

Jika gelombang ultrasonik merambat dalam suatu medium, maka partikel medium mengalami perpindahan energi (Giancoli, 1998). Besarnya energi gelombang ultrasonik yang dimiliki partikel medium adalah :

$$E = E_p + E_k \quad .(2.1)$$

Dengan: E_p = energi potensial (Joule)

E_k = energi kinetik (Joule)

Untuk menghitung intensitas gelombang ultrasonik perlu mengetahui energi yang dibawa oleh gelombang ultrasonik. Intensitas gelombang ultrasonik (I) adalah energi yang melewati luas permukaan medium 1 m²/s atau watt/m² (Cameron and Skofronick, 1978). Untuk sebuah permukaan, intensitas gelombang ultrasonik (I) diberikan dalam bentuk persamaan:

$$I = \frac{1}{2} \rho V A^2 (2\pi f)^2 = \frac{1}{2} Z (A\omega)^2 \quad (2.2)$$

Dengan:

ρ = massa jenis medium/jaringan (Kg/m³)

f = frekuensi (Hz)

v = kecepatan gelombang ultrasonik (m/s²)

V = volume (m³)

A = amplitudo maksimum (m)

$Z = \rho v$ = impedansi akustik (kg/m².s)

$\omega = 2\pi f$ = frekuensi sudut (rad/s)

2.1.3 Hubungan Amplitudo dan Frekuensi Terhadap Intensitas Gelombang Ultrasonik

Gelombang Ultrasonik merambat membawa energi dari satu medium ke medium lainnya, energi yang dipindahkan sebagai energi getaran dari partikel ke partikel pada medium tersebut. Besarnya energi yang dibawa partikel tersebut adalah:

$$E = \frac{1}{2} k A^2 \quad (2.3)$$

Dengan: $k = \text{konstanta} = 4 \pi^2 m / T^2 = 4 \pi^2 m f^2$

$T = \text{periode (s)}$

$A = \text{amplitudo geraknya (m)}$

$m = \text{massa partikel pada medium (Kg)}$

Kemudian:

$$E = 2 \pi^2 m f^2 A^2 \quad (2.4)$$

Jika:

$m = \rho V = \rho S l = \rho S v t = \text{massa (kg)}$

$V = \text{volume} = \text{luas} \cdot \text{tebal} = S l (\text{m}^3)$

$S = \text{luas permukaan penampang lintang yang dilalui gelombang (m}^2\text{)}$

$l = v t = \text{jarak yang ditempuh gelombang dalam waktu } t (\text{m})$

$v = \text{laju gelombang (m/s)}$

$t = \text{waktu (s)}$

Jadi:

$$E = 2 \pi^2 \rho S v t f^2 A^2 \quad (2.5)$$

Persamaan (2.5) diperoleh hasil bahwa energi yang dibawa oleh gelombang ultrasonik sebanding dengan kuadrat amplitudo. Besarnya daya yang dibawa gelombang ultrasonik (P) adalah:

$$P = \frac{E}{t} = 2\pi^2 \rho S v f^2 A^2 \quad (2.6)$$

Intensitas gelombang ultrasonik adalah daya yang dibawa melalui luas permukaan yang tegak lurus terhadap aliran energi (Giancoli, 1998), maka:

$$I = \frac{P}{S} = 2\pi^2 \rho v f^2 A^2 \quad (2.7)$$

Persamaan (2.7) menyatakan hubungan secara eksplisit bahwa intensitas gelombang ultrasonik sebanding dengan kuadrat amplitudo (A) dan dengan kuadrat frekuensi (f).

2.1.4 Hubungan Jarak dengan Intensitas Gelombang Ultrasonik

Gelombang Ultrasonik yang terpancar dari transduser mengalir ke segala arah dalam arah tiga dimensi. Gelombang ultrasonik merambat keluar, energi gelombang ultrasonik yang dibawa merambat dan tersebar ke permukaan yang semakin lama semakin meluas, persebarannya semakin luas dikarenakan persebarannya dalam arah tiga dimensi. Luas permukaan ini sama dengan luas permukaan bola dengan radius r adalah $4\pi r^2$. Sehingga intensitas gelombang ultrasonik dapat dirumuskan:

$$I = \frac{P}{A} \quad (2.8)$$

Dimana:

P = daya (watt)

A = luas (m^2)

$$P = \frac{E}{t} = 2\pi^2 \rho S v f^2 A^2 \quad (2.9)$$

Sehingga dapat disimpulkan menjadi:

$$I = \frac{2\pi^2 \rho S v t f^2 A^2}{4\pi r^2} \quad (2.10)$$

Jika P merupakan sumber konstan, maka intensitas gelombang berkurang dan berkebalikan dengan kuadrat jarak dari sumber, sehingga jika jarak suatu transduser ke sumber semakin panjang maka intensitas semakin berkurang (Giancoli, 1998).

Tekanan suara dan intensitas biasanya digambarkan dengan menggunakan skala logaritmik yang dikenal sebagai tingkat bunyi. Salah satu alasan penggunaan skala logaritmik ini adalah adanya rentang yang sangat lebar pada tekanan dan intensitas bunyi yang berada pada daerah akustik, rentang intensitas yang terdengar berada disekitar 10^{-12}W/m^2 . Skala logaritmik yang paling umum digunakan untuk menggambarkan tingkat bunyi adalah skala desibel (dB). Tingkat intensitas bunyi (*Intensity level*) TI dari intensitas didefinisikan oleh (Giancoli, 1998):

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_{ref}} \quad (2.11)$$

Dengan: **TI** = Taraf intensitas (dB)

I_{ref} = intensitas referensi (10^{-12}W/m^2)

I = intensitas (W/m^2)

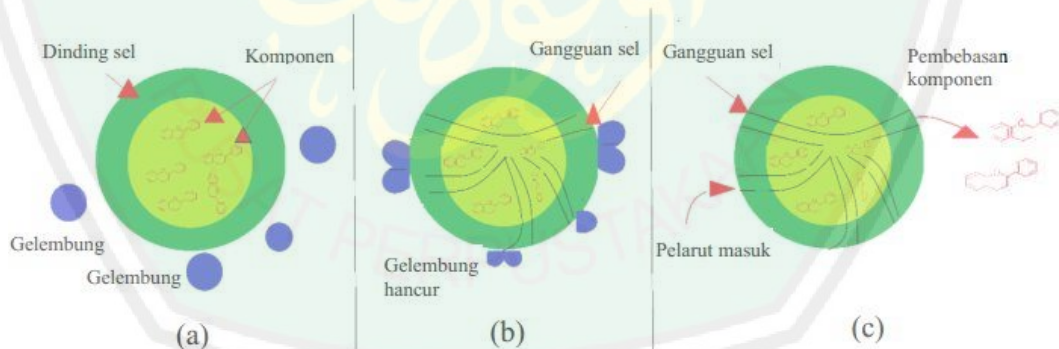
2.1.5 Efek Intensitas Gelombang Ultrasonik Kavitasi Pada Pektin Kulit

Pisang dan Kulit Jeruk

Saat gelombang ultrasonik bertemu medium cair dalam proses sonikasi akan menghasilkan gelombang longitudinal sehingga akan menciptakan daerah kompresi dan ekspansi secara bergantian. Gelembung-gelembung gas pun akan

terbentuk karena terjadi kavitasi saat adanya perubahan tekanan pada daerah tersebut. Pada proses ini gelembung-gelembung akan menyebabkan perbesaran area sehingga akan meningkatkan proses difusi gas sehingga akan menyebabkan gelembung gas mengembang (Dolatowski, et al., 2007).

Gelembung kavitasi akan melakukan 2 perilaku saat cairan memadat dan membentang. Pertama, gelembung yang terbentuk berada pada rentang intensitas yang rendah ($1-3 \text{ Wcm}^{-2}$) kemudian beresilasi menjadi beberapa keadaan keseimbangan untuk berbagai siklus akustik disebut kavitasi stabil. Kedua, intensitas suara yang digunakan untuk membentuk gelembung lebih dari 10 Wcm^{-2} disebut kavitasi sementara. Sebelum runtuh dengan kuat pada kompresi perluasan gelembung trensien ke radius melalui beberapa siklus akustik biasanya ukurannya mencapai 2 kali ukuran awalnya (Santos, et al., 2009). Gambar kavitasi gelembung rusak dan melepaskan bahan tanaman dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut



Gambar 2.1 Gambar Grafik Kavitasi Gelembung Runtuh Melepaskan Bahan Tanaman dalam Tiga Langkah

Gambar 2.1 menjelaskan kavitasi gelembung runtuh dan melepaskan bahan tanaman dalam tiga langkah: (a) Sel Tanaman dan Gelembung, (b) Keruntuhan Gelembung dan Kerusakan Dinding Sel, dan (c) Pelepasan Senyawa

dan Difusi Pelarut Melalui Gangguan Seluler (Shirsath, et al., 2012 dalam Torres, et al., 2017).

Metode konvensional energipanas akan bergerak dari arah luar ke dalam bahan ekstrak. Sedangkan dengan ultrasonik, memanfaatkan peristiwa kavitasi dalam prosesnya sehingga bisa mempercepat proses ekstraksi. Ultrasonik kavitasi menghasilkan kekuatan pemotongan yang tinggi yang menembus gumpalan partikel dan menjadikannya partikel tunggal yang tersebar. Paparan ultrasonik dapat menghancurkan bahan berserat, selulosa menjadi partikel halus dan menghancurkan struktur dinding sel.

Penelitian yang dilakukan oleh Adhiksana (2017) tentang perbandingan metode konvensional ekstraksi pektin kulit buah pisang dengan metode ultrasonik. Penelitian ini menggunakan pelarut HCl 0,05 N sebanyak 400 mL dan suhu ekstraksi 60 °C serta paparan ultrasonik. Hasil penelitian ini menyimpulkan dengan metode ultrasonik diperoleh berat rendemen sebesar 25,59% sedangkan metode konvensional sebesar 18,3%.

Secara prinsip gelombang ultrasonik terbentuk dari pembangkitan ultrasonik secara lokal dari kavitasi mikro pada sekeliling bahan yang akan diekstraksi sehingga terjadi pemanasan pada bahan tersebut, yang akan mengakibatkan terlepasnya senyawa senyawa ekstrak. Terdapat efek ganda yang dihasilkan, yaitu pengacauan dinding sel sehingga membebaskan kandungan senyawa yang ada didalamnya dan pemanasan lokal pada cairan dan meningkatkan difusi ekstrak. Energi kinetik dilewatkan keseluruhan bagian cairan, diikuti dengan munculnya gelembung kavitasi pada dinding dan permukaan padat cair. Efek mekanik yang ditimbulkan adalah meningkatkan penetrasi dari

cairan menuju dinding membran sel, mendukung pelepasan komponen sel, dan meningkatkan transfer massa (Liu, Q. M. 2010).

Seperti halnya pektin yang merupakan serat larut, yang terdapat di dinding sel tumbuhan, kavitasi dan gangguan sel yang disebabkan oleh gelombang *ultrasound* dapat meningkatkan transfer massa dari matriks padat ke pelarut meningkatkan ekstraksi pektin (Oliveira C. F., et al. 2016).

Secara umum, beberapa mekanisme yang terlibat dalam ekstraksi ultrasonik telah diidentifikasi. Salah satu posisi mekanisme adalah fragmentasi yang dikaitkan dengan tumbukan antara partikel dan gelombang ultrasonik, yang menyebabkan pengurangan ukuran partikel, sehingga memudahkan perpindahan massa. Lainnya adalah erosi yang membantu meningkatkan aksesibilitas pelarut dengan menanamkan gelembung pada permukaan matriks tanaman. Sono-kapilaritas dan sonoporasi, mampu meningkatkan penetrasi cairan melalui saluran yang dihasilkan oleh gelembung ledakan dan perubahan permeabilitas membran sel, masing-masing. Akhirnya, mekanisme tegangan semata-mata menghasilkan runtuhnya gelembung kavitasi ke dalam cairan, karena fenomena osilasi (Torres, et al., 2017).

2.2 Gelombang Bunyi Dalam Perspektif Al-Qur'an

Sumber bunyi dalam perspektif Al-Qur'an sebagaimana tertuang dalam surat Az-Zumar yang berarti "Rombongan Perang" pada ayat ke-68 menceritakan meniupan sangkakala yang digunakan malaikat Izrofil pada hari kiamat, mengisyaratkan bahwa terompet sebagai alat penghasil bunyi. Seperti dalam

kajian ilmu Fisika yakni suatu bunyi dihasilkan oleh sumber bunyi, maka terompet ini yang menghasilkan bunyi sebagai isyarat terjadinya kiamat.

Terompet digambarkan dalam Al-Qur'an sebagaimana telah ditetapkan dalam firman Allah SWT:

وَنُفِخَ فِي الصُّورِ فَصَعِقَ مَنْ فِي السَّمٰوٰتِ وَمَنْ فِي الْاَرْضِ اِلَّا مَنْ شَآءَ
 اللّٰهُ ثُمَّ نُفِخَ فِيْهِ اٰخَرٰى فَاِذَا هُمْ قِيٰٓاَمٌ يَّنظُرُوْنَ (68)

Artinya:”Dan ditiuplah sangkakala, maka matilah siapa yang di langit dan di bumi kecuali siapa yang dikehendaki Allah. Kemudian ditiup sangkakala itu sekali lagi maka tiba-tiba mereka berdiri menunggu (putusannya masing-masing)” QS. Az-Zumar[39]:68.

Dalam tafsir Al-Misbah jilid 12 M. Quraish Shihab menerangkan terompet dalam Al-Qur'an diungkapkan dengan kata *shur* dari segi bahasa berarti sangkakala atau terompet yakni alat yang digunakan untuk memanggil atau mengumpulkan sekelompok orang. Sementara ulama membahas hakikat sangkakala pada ayat di atas. Mereka berbeda pendapat apakah sangkakala itu benar-benar ada wujudnya ataukah yang dimaksud adalah sesuatu yang bersifat metaforis. Beberapa sifat tentang sangkakala ini serta pengaruh tiupan itu, memberikan pengetahuan dengan yakin bahwa ia tidak sama dengan sangkakala yang dikenal dan biasa dipakai oleh manusia di bumi ini, atau yang mereka bayangkan. Oleh karena itu adalah bagian dari kegaiban Allah. Adapun yang kita ketahui sesuai dengan kadar pengetahuan dan deskripsi yang diberikan oleh Allah. Namun kita perlu mentadaburinya untuk menambah keilmuan dan keyakinan kita dengan tidak menyalahi aturan.

Setelah mengetahui sumber bunyi yang di isyaratkan oleh Al-Qur'an juga mengisyaratkan tentang bunyi itu sendiri sebagaimana firman Allah SWT:

مَا يَنظُرُوْنَ اِلَّا صَيْحَةً وَّاِحِدَةً تَّأْخُذُهُمْ وَهُمْ يَخِصِّمُوْنَ (49)

Artinya: “*mereka tidak menunggu melainkan satu teriakan (bunyi) saja yang akan membinasakan mereka ketika mereka sedang bertengkar*” Q.S. Yasin[36]: 49.

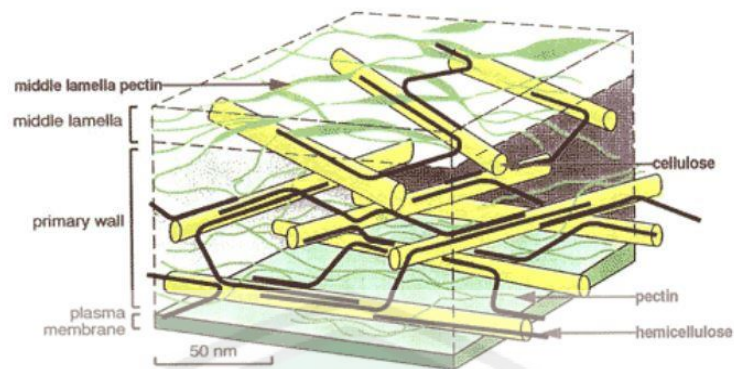
Dalam tafsir Al-Misbah jilid 11 M. Quraish Shihab menerangkan bahwa Al-Qur'an menggambarkan bunyi dengan kata shoihah. Kata shoihah pada mulanya berarti bunyi keras yang keluar dari kerongkongan untuk meminta pertolongan atau menghardik. Al-Qur'an menggunakan kata tersebut dalam arti bunyi yang diakibatkan oleh gempa atau halilintar. Sementara ulama memahami kata tersebut dalam arti teriakan malaikat Israfil, ketika ia meniupkan sangkakala, yang saat itu juga menurut Q.S. Az-Zumar [39]: 68.

Bunyi yang diisyaratkan dalam Al-Qur'an sangatlah erat dengan pemahaman dalam ilmu Fisika. Hal ini karena ayat-ayat tersebut mendorong kita untuk lebih mengkaji dan menggali isi yang terkandung dalam Al-Qur'an terlebih tentang ilmu pengetahuan.

2.3 Pektin

2.3.1 Pengertian dan Sumber Pektin

Menurut Hasbullah (2001) yang diuraikan dalam Tarigan, *et al.*, (2012) Pektin merupakan polisakarida kompleks yang memiliki sifat berupa asam dengan jumlah bervariasi dan tersebar secara luas dalam jaringan tanaman. Biasanya pektin terletak didalam dinding sel primer. Terutama di sela-sela antara selulosa dan hemiselulosa. Adanya pektin dalam jaringan tanaman berfungsi sebagai bahan perekat antara dinding sel satu dengan yang lainnya. Asam poligalakturonat merupakan substansi yang menyusun pektin dimana gugus karboksil dari unit asam poligalakturonat dapat terestifikasi sebagian dengan metanol.



Gambar 2.2 Struktur Dinding Sel Tanaman
Sumber: IPPA (2002)

Senyawa pektin adalah asam pektinat, asam pektat, dan Protopektin (Tarigan, *et al.*, 2012).

a) Asam Pektinat

Asam pektinat adalah asam poligalakturonat yang mengandung beberapa metil ester dan asam ini bersifat koloid.

b) Asam Pektat

Asam pektat adalah asam galakturonat yang pada dasarnya tidak mengandung metil ester dan juga bersifat koloid.

c) Protopektin

Protopektin adalah suatu substansi yang ada pada tanaman, tidak larut dalam air, asam pektinat dapat dihasilkan melalui proses hidrolisis

2.3.2 Karakteristik Pektin

Berikut standar mutu pektin menurut standar mutu Internasional Pectin Producers Association (2002) pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Standar Mutu Pektin

Faktor Mutu	Kandungan
Kadar air	Maks 12%
Kadkadar abu	Maks 10%
Berat ekivalen	600-800 mg
Kandungan metoksil:	
➤ Pektin metoksi tinggi	>7,12%
➤ Pektin metoksi rendah	2,5 - 7,12%
Kadar asam galakturonat	Min 35%
Derajat esterifikasi untuk:	
➤ Pektin ester tinggi	Min 50%
➤ Pektin ester rendah	Maks 50%
Kekuatan gel	Min 150 grade
Bilangan asetil	0,15 – 0,45%

Pektin komersial harus memenuhi standar yang ada seperti pada syarat mutu pada tabel di atas. Karakteristik pektin tergantung dari cara ekstraksi yang dilakukan dan juga karakteristik pektin tergantung dari kimia pektin. Metode ekstraksi yang baik adalah yang dapat menekan biaya produksi dan juga efisiensi waktu. Ekstraksi ultrasonik diperlukan untuk (Fitriani, 2003).

a. Kadar Air

Pengukuran kandungan air yang berada didalam bahan (Departemen Kesehatan, 2000). Kadar air suatu bahan berpengaruh pada masa simpan. Kadar air yang tinggi menyebabkan kerentanan terhadap aktivitas mikroba (Budiyanto dan Yulianingsih, 2008).

b. Kadar Abu

Abu merupakan residu atau sisa pembakaran bahan organik yang berupa bahan anorganik. Kadar abu berpengaruh pada tingkat kemurnian pektin semakin tinggi tingkat kemurnian pektin, kadar abu dalam pektin semakin rendah (Budiyanto dan Yulianingsih, 2008). Prinsip penetapan kadar abu adalah bahan dipanaskan pada temperatur dimana senyawa organik dan turunannya terdestruksi dan menguap, sehingga tinggal unsur mineral dan anorganik (Departemen Kesehatan, 2000).

c. Berat Ekuivalen

Berat ekuivalen merupakan ukuran terhadap kandungan gugus asam galakturonat bebas (tidak teresterifikasi) dalam rantai molekul pektin. Asam pektat murni merupakan zat pektat yang seluruhnya tersusun dari asam poligalakturonat yang bebas dari gugus metil eter atau tidak mengalami esterifikasi. Semakin rendah kadar pektin akan menyebabkan berat ekuivalen semakin rendah (Ranganna, 1977).

d. Kadar Metoksil

Constenla dan Lozano (2003) mendefinisikan kadar metoksil sebagai jumlah metanol yang terdapat di dalam 100 mol asam galakturonat. Kadar metoksil pektin memiliki peranan penting dalam menentukan sifat fungsional larutan pektin dan dapat mempengaruhi struktur dan struktur gel pektin. Berdasarkan kandungan metoksilnya, pektin dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu pektin berkadar metoksil tinggi

(HMP), dan pektin berkadar metoksil rendah (LMP). Pektin bermetoksil tinggi memiliki kandungan metoksil minimal 7% sedangkan pektin bermetoksil rendah mempunyai kandungan pektin maksimal 7% (Guichard, 1991, di dalam Hariyati, 2006).

e. Kadar Asam Galakturonat

Perhitungan kandungan asam galakturonat sangat penting untuk mengetahui kemurnian pektin. Kadar galakturonat dan muatan molekul pektin memiliki peranan penting dalam menentukan sifat fungsional larutan pektin. Kadar galakturonat dapat mempengaruhi struktur dan tekstur dari gel pektin (Sofiana, *et al.*, 2012)

f. Derajat Esterifikasi

Derajat esterifikasi didefinisikan sebagai persentase grup karboksil yang teresterifikasi. Pektin dengan derajat esterifikasi di atas 50 % dinamakan pektin tinggi metoksil dan derajat esterifikasi di bawah 50 % dinamakan pektin rendah metoksi (Sriamornsak, 2003). Derajat esterifikasi merupakan presentasi jumlah residu asam galakturonat yang gugus karboksilnya teresterifikasi dengan etanol. Semakin tinggi suhu dan lama proses ekstraksi dapat menyebabkan terdegredasi gugus metil eter pada pektin menjadi asam karboksil oleh adanya asam. Ikatan glikosidik gugus metil ester dari pektin cenderung terhidrolisis menghasilkan asam galakturonat. Jika ekstraksi dilakukan terlalu lama,

pektin akan berubah menjadi asam pektat yang asam galakturonatnya bebas dari gugus metil ester. Jumlah gugus metil ester menunjukkan

jumlah guguskarbosil yang tidak teresterifikasi atau derajat esterifikasi (Budyanto dan Yulianingsih, 2008).

2.3.3 Ekstraksi Pektin

Ekstraksi pektin merupakan proses pengeluaran pektin dari sel pada jaringan tanaman. Ekstraksi pektin dengan larutan asam dilakukan dengan cara memanaskan bahan dalam larutan asam encer yang berfungsi untuk menghidrolisis protopektin menjadi pektin. Ekstraksi ini dapat dilakukan dengan asam mineral seperti asam klorida atau asam sulfat. Semakin tinggi suhu ekstraksi, semakin singkat waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil yang maksimum. Tetapi dalam hal ini faktor keasaman yang digunakan tidak bisa diabaikan. Kisaran pH yang direkomendasikan 1,5-3,0 tetapi pH kisaran pada pH 2,6–2,8 lebih sering dipakai (Kirk dan Othmer, 1958 di dalam Akhmalludin dan Kurniawan, 2009).

Ekstraksi adalah proses yang paling penting dalam produksi pektin. Zat pektikbiasanya diekstraksi dengan bahan kimia atau metode enzimatik, dengan proses fisikdan kimia beberapa tahap, di mana melibatkan hidrolisis, ekstraksi dan pelarutanmakromolekul. Ekstraksi dengan air panas adalah yang paling sederhana danmetodetertua untuk pemulihan zat pektis dari jaringan tanaman. Ekstraksi pektin melibatkanhidrolisis protopektin yang tidak larut ke dalam pektin terlarut(Panchami danGunasekaran, 2017).

Kondisi ekstraksi pektin berpengaruh terhadap karakteristik pektin dan sifat fisik pektin tergantung dari karakteristik kimia pektin (Wusnah, et al., 2015). Pektin dapat larut dalam beberapa macam pelarut seperti air, beberapasenyawa organik,senyawaalkalis dan asam. Dalam ekstraksi pektin

terjadi perubahan senyawa pektin yang disebabkan oleh proses hidrolisis propektin. Proses tersebut menyebabkan protopektin berubah menjadi pektinat (pektin) dengan adanya pemanasan dalam asam pada suhu dan lama ekstraksi tertentu. Apabila proses hidrolisis dilanjutkan senyawa pektin akan berubah menjadi asam pektat.

2.3.4 Karakteristik Pektin Pada Kulit Pisang

Menurut Basse (2000) jumlah dari kulit pisang cukup banyak, yaitu kira-kira 1/3 dari buah pisang yang belum dikupas. Kandungan unsur gizi kulit pisang cukup lengkap, seperti karbohidrat, lemak, protein, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin B, vitamin C dan air. Unsur-unsur gizi inilah yang dapat digunakan sebagai sumber energi dan antibodi bagi tubuh manusia (Munadjim, 1982).

Hasil analisis kimia dan karakteristik pektin menunjukkan bahwa komposisi kulit pisang banyak mengandung air yaitu 68,90% dan karbohidrat sebesar 18,50%. Komposisi karakteristik pektin kulit pisang dapat dilihat pada tabel 2.2 di bawah ini:

Tabel 2.2 Rendemen dan Karakteristik Pektin Kulit Pisang

No.	Karakteristik	Matang	Tidak matang
1	Kadar metoksil	6,40%	5,25%
2	Derajat esterifikasi	63,37%	75,03%
3	Berat ekuivalen	953,89 mg	1503,16 mg
4	Rendemen	11,87%	16,54%

Castillo-Israel, K.A.T. dkk. 2015.

2.3.5 Karakteristik Pektin Pada Kulit Jeruk

Kandungan gizi yang terkandung dalam buah jeruk berkisar di antaranya vitamin C (5,70 mg), total asam (10,87 mg), kadar gula (13,30%). Jeruk memiliki pH yang bersifat asam (5–6,5), mempunyai cita rasa manis, dan penampilan baik (Jacob dkk., 2011). Buah jeruk memiliki manfaat bagi tubuh manusia karena banyak mengandung vitamin (C dan A). Buah jeruk selain dagingnya yang dapat dimanfaatkan, kulit buah jeruk juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber pektin. Penelitian yang dilakukan oleh Jolantje dkk. (2019) yang mengekstraksi jeruk manis untuk mengetahui karakteristik pektin tertera pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Karakteristik Pektin Kulit Jeruk

Karakteristik Pektin	Jumlah
Berat Ekuivalen	2011,6 mg
Metoksil	1,17%
• Metoksil tinggi • Metoksil rendah	
Kadar air	41,64%
Derajat Esterifikasi	28,46%
• Pektin ester tinggi • Pektin ester rendah	11,92%
	15,95%

Jolantje L. dkk. 2019

2.4 Asam Sulfat (H_2SO_4)

Pektin dalam jaringan tanaman terdapat sebagai protopektin yang tidak larut dalam air. Oleh karena itu dilakukan hidrolisis protopektin menjadi pektin yang larut dalam air menggunakan pelarut asam dalam ekstraksi pektin (Susanti, et al., 2017).

Asam sulfat (H_2SO_4) merupakan salah satu bahan penunjang yang sangat penting dan banyak dibutuhkan industri kimia, antara lain untuk industri pupuk (pembuatan super fosfat, ammonium sulfat), pengolahan minyak bumi, farmasi, kertas dan pulp.

Asam sulfat (H_2SO_4) merupakan cairan yang bersifat korosif, tidak berwarna, tidak berbau, sangat reaktif dan mampu melarutkan berbagai logam. Bahan kimia ini dapat larut dengan air dengan segala perbandingan, mempunyai titik lebur $10,31^\circ\text{C}$ dan titik didih pada $336,85^\circ\text{C}$ tergantung kepekatan serta pada temperatur 300°C atau lebih terdekomposisi menghasilkan sulfur trioksida (Lutfiati, 2008)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Subjek Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan gelombang ultrasonik terhadap rendemen pektin kulit buah pisang dan kulit buah jeruk. Objek yang digunakan berupa kulit buah pisang dan kulit buah jeruk.

3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli sampai bulan September tahun 2020 di Laboratorium Biofisika Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

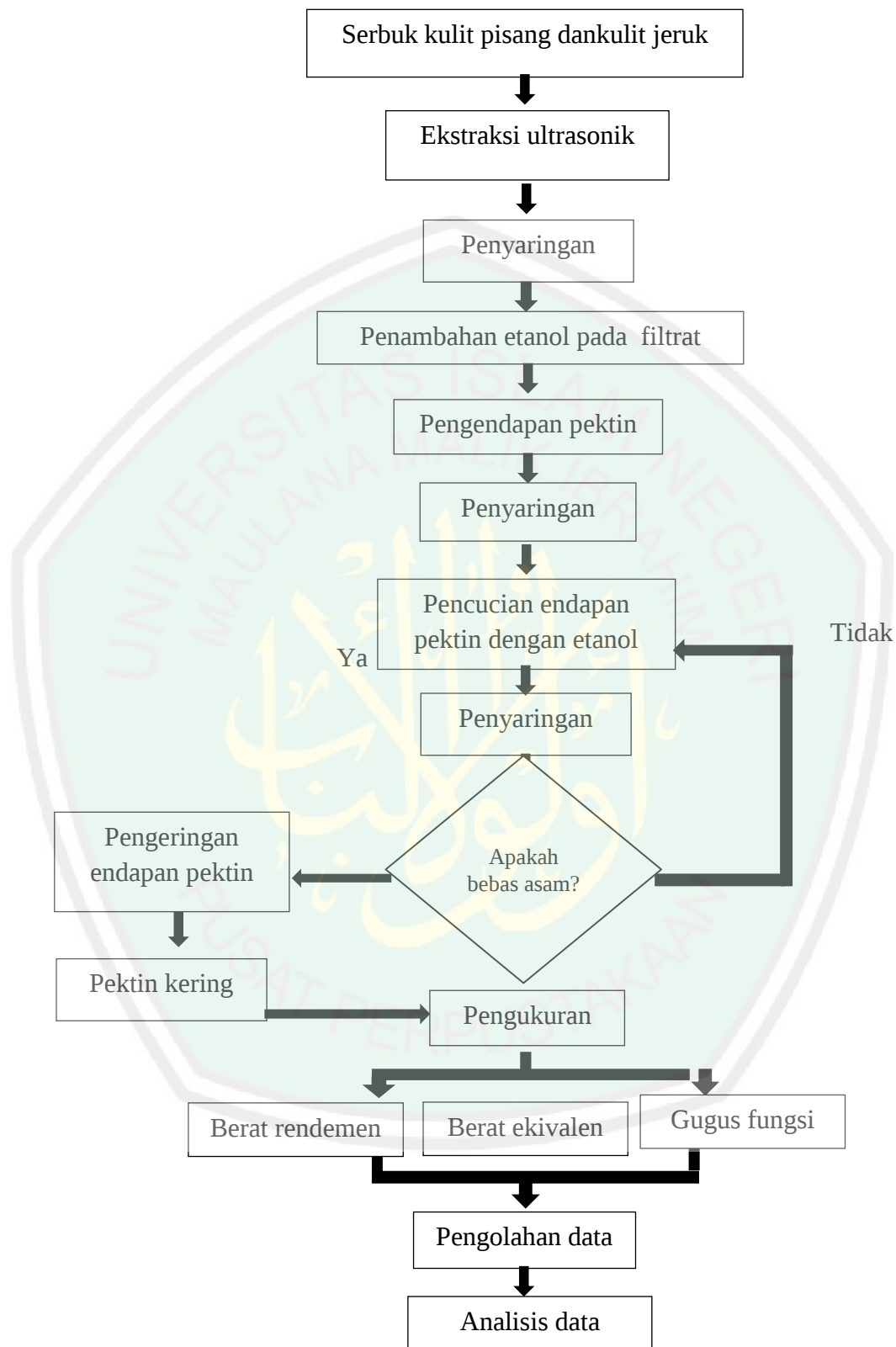
- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1. Ultrasonik kavitasi | 9. Batang pengaduk |
| 2. <i>Erlenmeyer</i> | 10. <i>Aluminium foil</i> |
| 3. <i>Beaker glass</i> | 11. Oven |
| 4. Corong gelas | 12. Gelas ukur |
| 5. PH meter | 13. Mesh |
| 6. Neraca analitik | 14. Pipet tetes |
| 7. Statif dan klem | 15. Kertas saring |
| 8. Buret | |

3.3.2 Bahan

1. Kulit ceruk
2. Natrium klorida (NaCl)
3. Natrium hidroksida (NaOH)
4. *Ultrasonic gel*
5. *Aquadest* (H_2O)
6. Kulit pisang
7. Asam sulfat (H_2SO_4)
8. Etanol 96% ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)



3.4 Alur Penelitian



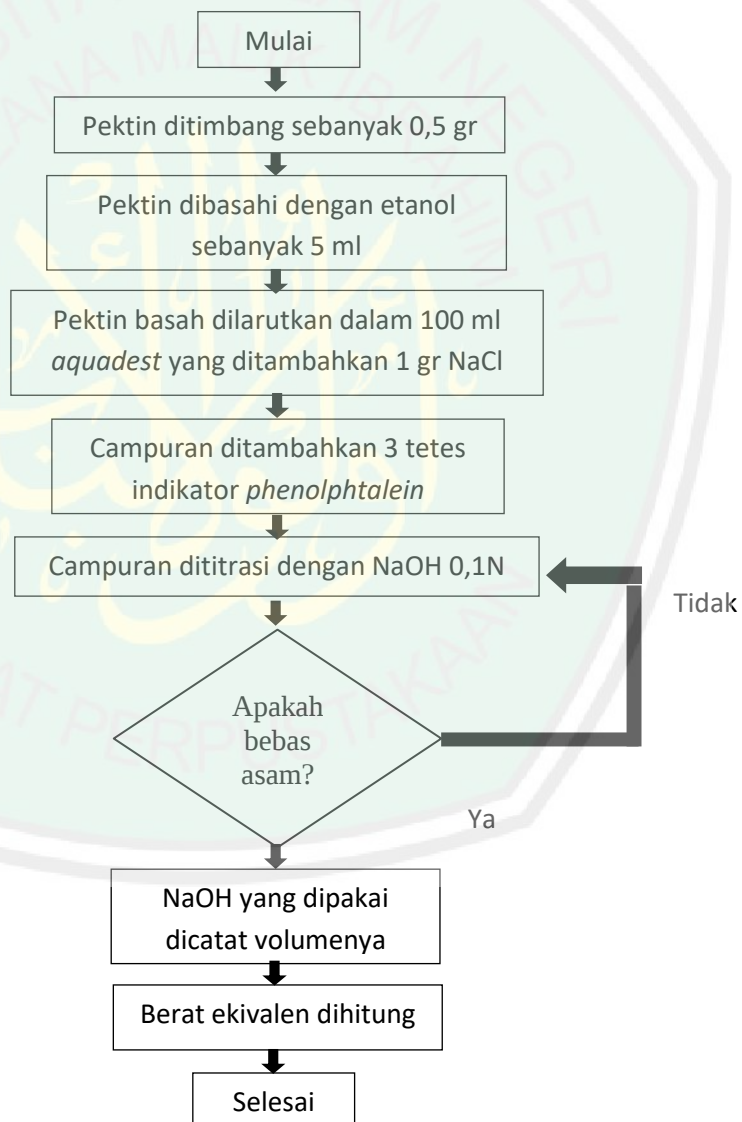
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.4.1 Alur Pengukuran Berat Rendemen



Gambar 3.2 Alur Pengukuran Berat Rendemen

3.4.2 Alur Pengukuran Berat Ekuivalen



Gambar 3.3 Alur Pengukuran Berat Ekuivalen

3.5 Langkah-langkah Percobaan

3.5.1 Produksi Pektin

a) Persiapan Bahan Baku

Kulit pisang dan kulit jeruk dicuci untuk menghilangkan kotoran kemudiandipotong kecil-kecil untuk memudahkan proses penghancuranbahan menggunakanblender. Kulit pisang dan kulit jeruk dikeringkan di dalam oven dengan suhu 50°C selama 2-3 hari untuk mengurangikandungan airnya, kemudian dihancurkanhingga menjadi serbuk.

b) Ekstraksi Pektin dari Kulit Pisang dan Kulit Jeruk

Serbuk kulit pisang dan kulit jeruk yang dihasilkan dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* sebanyak 25 dan 10gram, kemudian ditambahkan larutan asam sulfat (H_2SO_4) 0,050 N sebanyak 750 dan 300 ml. Lama perlakuan selama 30 menit dengan pemaparan gelombang ultrasonik dengan variasi intensitas 86, 88, 90, 92 dan 94 dB. Setelah diketahui intensitas terbaiknya, kemudian dilakukan ekstraksi kulit pisang dan kulit jeruk dengan intensitas terbaik dengan variasi waktu 10, 15, 20, 25, dan 30 menit, Perhitungan waktu ekstraksi dimulai saat tercapainyakondisi operasi percobaan. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakankertas saring dan filtrat diambil. Filtrat ini disebut filtrat pektin.



Gambar 3.4 Rangkaian Peralatan Ekstraksi Dengan Ultrasonik Kavitas

c) Pengendapan Pektin

Filtrat hasil ekstraksi yang telah dingin diendapkan menggunakan etanol dengan konsentrasi 96% dengan perbandingan volume 1:1 kemudian didiamkan selama 18 jam. Endapan pektin yang terbentuk dipisahkan dari filtratnya menggunakan kertas saring.

d) Pencucian Pektin

Endapan pektin yang terbentuk ditambahkan dengan etanol sambil diaduk. kemudian dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring. Hal ini dilakukan beberapa kali sampai pektin tidak lagi meninggalkan residu asam. Adapun pektin yang sudah tidak lagi meninggalkan residu asam adalah pektin yang berwarna merah bila ditambahkan dengan indikator phenolphthalein (PP) (Akhmalludin dan Kurniawan, 2009).

e) Pengeringan Pektin

Pektin basah hasil pengendapan yang telah bebas dari residu asam kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C selama 12 jam. Hasil yang diperoleh disebut dengan pektin kering.

3.6 Teknik Pengambilan Data

a) Perhitungan Persen Berat Rendemen

Data yang diperoleh berupa hasil pengukuran berat sampel kulit pisang dan kulit jeruk yang telah diberi perlakuan ultrasonik dalam proses ekstraksi dengan variasi intensitas, kemudian dicatat dan diolah pada tabel 3.1, 3.2, 3.3, dan 3.4. Persen rendemen adalah perbandingan gram pektin yang dihasilkan dengan gram bahan baku kering.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{bobot total pektin yang diperoleh}}{\text{bobot bahan baku kering}} \times 100\%$$

Tabel 3.1 Pengolahan Data Berat Rendemen Kulit Pisang dengan Variasi Taraf Intensitas

Frekuensi (kHz)	Taraf Intensitas (dB)	Waktu (menit)	Berat Sampel (gr)	Hasil Pektin (gr)	Rendemen (%)
0	0	30			
40 kHz	86	30			
	88	30			
	90	30			
	92	30			
	94	30			

Tabel 3.2 Pengolahan Data Berat Rendemen Kulit Pisang dengan Variasi Waktu Ekstraksi

Frekuensi (kHz)	Taraf Intensitas (dB)	Waktu (menit)	Berat Sampel (gr)	Hasil Pektin (gr)	Rendemen (%)
40 kHz	94	10			
		15			
		20			
		25			
		30			

Tabel 3.3 Pengolahan Data Berat Rendemen Kulit Jeruk dengan Variasi Taraf Intensitas

Frekuensi (kHz)	Taraf Intensitas (dB)	Waktu (menit)	Berat Sampel (gr)	Hasil Pektin (gr)	Rendemen (%)
0	0	30			
40 kHz	86	30			
	88	30			
	90	30			
	92	30			
	94	30			

Tabel 3.4 Pengolahan Data Berat Rendemen Kulit Jeruk dengan Variasi Waktu Ekstraksi

Frekuensi (kHz)	Taraf Intensitas (dB)	Waktu (menit)	Berat Sampel (gr)	Hasil Pektin (gr)	Rendemen (%)
40 kHz	94	10			
		15			
		20			
		25			
		30			

b) Penentuan Berat Ekuivalen

➤ Kulit Pisang

Berat ekuivalen kulit pisang ditentukan dengan menimbang pektin kering 100 mgr. kemudian dimasukkan dalam Erlenmeyer 250 mL dan dilembabkan dengan 1mL etanol dan ditambahkan *quade* sebanyak 20 ml yang dicampur dengan 0.20 gr NaCl. Campuran tersebut kemudian diaduk dengan cepat untuk memastikan bahwa semua substansi pektin telah terlarut dan tidak ada gumpalan yang menempel pada sisi Erlenmeyer. Titrasi dilakukan perlahan-lahan dengan titran standar NaOH 0,1 N sampai

warna campuran berubah menjadi merah muda (pH 7,5) dan tetap bertahan selama setidaknya 30 detik. (Ranganna, 1997). Data yang diperoleh dicatat dalam tabel 3.5 dan 3.6.

➤ Kulit Jeruk

Berat ekivalen kulit pisang ditentukan dengan menimbang pektin kering 500 mgr. kemudian dimasukkan dalam Erlenmeyer 250 mL dan dilembabkan dengan 5 mL etanol dan ditambahaquadest sebanyak 100 ml yang dicampur dengan 1 gr NaCl. Campuran tersebut kemudian diaduk dengan cepat untuk memastikan bahwa semua substansi pektin telah terlarut dan tidak ada gumpalan yang menempel pada sisi Erlenmeyer. Titrasi dilakukan perlahan-lahan dengan titran standar NaOH 0,1 N sampai warna campuran berubah menjadi merah muda (pH 7,5) dan tetap bertahan selama setidaknya 30 detik. (Ranganna, 1997). Data yang diperoleh dicatat dalam tabel 3.7 dan 3.8.

$$\text{Berat Ekivalen} = \frac{\text{bobot pektin (mg)}}{\text{ml NaOH} \times \text{NNaOH}}$$

Tabel 3.5 Pengolahan Data Berat Ekivalen Kulit Pisang dengan Variasi Taraf Intensitas

Frekuensi (kHz)	Taraf Intensitas (dB)	Waktu (menit)	Berat Sampel (mgr)	Volume NaOH (ml)	Konsentrasi NaOH (N)	Berat Ekivalen (gr)
0	0	30				
40 kHz	86	30				
	88	30				
	90	30				
	92	30				
	94	30				

Tabel 3.6 Pengolahan Data Berat Ekuivalen Kulit Pisang dengan Variasi Waktu Ekstraksi

Frekuensi (kHz)	Taraf Intensitas (dB)	Waktu (menit)	Berat Sampel (mgr)	Volume NaOH (ml)	Konsentrasi NaOH (N)	Berat Ekuivalen (gr)
40	(TI. terbaik)	10				
		15				
		20				
		25				
		30				

Tabel 3.7 Pengolahan Data Berat Ekuivalen Kulit Jeruk dengan Variasi Taraf Intensitas

Frekuensi (kHz)	Taraf Intensitas (dB)	Waktu (menit)	Berat Sampel (mgr)	Volume NaOH (ml)	Konsentrasi NaOH (N)	Berat Ekuivalen (gr)
0	0	30				
40	86	30				
	88	30				
	90	30				
	92	30				
	94	30				

Tabel 3.8 Pengolahan Data Berat Ekuivalen Kulit Jeruk dengan Variasi Waktu Ekstraksi

Frekuensi (kHz)	Taraf Intensitas (dB)	Waktu (menit)	Berat Sampel (mgr)	Volume NaOH (ml)	Konsentrasi NaOH (N)	Berat Ekuivalen (gr)
40	(TI. Terbaik)	10				
		15				
		20				
		25				
		30				

c. Gugus Fungsi

Data hasil pektin yang telah didapatkan dari berat rendemen dan berat ekivalen pektin dari kulit pisang dan kulit jeruk. Dipilih hasil pektin terbaiknya untuk selanjutnya diuji gugus fungsinya menggunakan FTIR. Data yang diperoleh ditulis dalam tabel 3.9 dan 3.10.

Tabel 3.9 Data Hasil Uji Gugus Fungsi Pektin Kulit Pisang

No.	Area Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Gugus Fungsi	Senyawa
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Tabel 3.10 Data Hasil Uji Gugus Fungsi Pektin Kulit Jeruk

No.	Area Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Gugus Fungsi	Senyawa
1			
2			
3			
4			
5			
6			

3.7 Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan analisis statistik SPSS dan deskripsi. Analisis ini digunakan untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari pemaparan gelombang ultrasonik dalam proses ekstraksi dengan

variasi taraf intensitas dan waktu ekstraksi. Hasil penelitian berupa berat rendemen, berat ekivalen dan gugus fungsi pektin.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini merupakan eksperimen yang menggunakan kulit pisang (*Musa balbisiana* ABB) dan kulit jeruk (*Citrus sinensis*) sebagai objek penelitian. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh taraf intensitas gelombang ultrasonik dan waktu ekstraksi terhadap berat rendemen, berat ekuivalen dan gugus fungsi pektin dengan metode ekstraksi. Alat yang digunakan sebagai pembangkit gelombang ultrasonik adalah ultrasonik kavitasi yang memiliki frekuensi 40 kHz dengan taraf intensitas yang dapat divariasikan. Terdapat 5 variasi taraf intensitas yang digunakan pada penelitian ini yaitu 86 dB, 88 dB, 90 dB, 92 dB dan 94 dB. Selain variasi taraf intensitas, penelitian ini juga menggunakan variasi waktu perlakuan gelombang ultrasonik dengan taraf intensitas optimum yaitu 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit dan 30 menit.

Ekstraksi pektin kulit pisang dan kulit jeruk dalam penelitian ini dilakukan dengan perlakuan gelombang ultrasonik yang memanfaatkan terjadinya kavitasi dalam proses ekstraksi dengan waktu yang lebih singkat. Gelombang ultrasonik apabila berada dalam medium cair dapat menyebabkan kavitasi mikro dan pemanasan pada sekeliling bahan sehingga mengakibatkan senyawa ekstrak terlepas. Energi kinetik dilewatkan ke seluruh bagian cairan, disertai dengan munculnya gelembung kavitasi pada permukaan sehingga meningkatkan transfer massa antara permukaan padat-cair (Adhiksana, 2017).

Jenis pelarut yang digunakan adalah larutan asam. Asam merupakan pengeksrak pektin terkuat karena memungkinkan ekstraksi pektin yang terikat

erat dengan sel matriks bahan tanaman tidak dapat larut dan memberikan hasil yang lebih tinggi. Pada umumnya, pektin diperkaya asam galakturonat. Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa efek dari ekstraksi asam yang kuat terdapat pada hasil karakteristik pektin (Sandarani, 2017).

4.1.1 Pengaruh Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik Terhadap Berat Rendemen Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk

Berikut adalah data hasil berat rendemen pektin kulit pisang (*Musa balbisiana* ABB) dan kulit jeruk (*Citrus sinensis*) hasil ekstraksi dengan variasi taraf intensitas menggunakan waktu konstan 30 menit. Data berat rendemen pektin kulit pisang dan kulit jeruk dapat dilihat pada tabel 4.1.

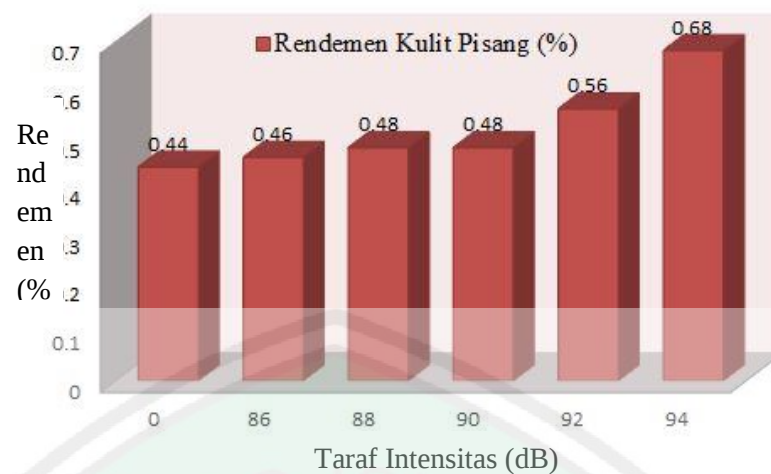
Tabel 4.1 Hasil Berat Rendemen Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk dengan Waktu Ekstraksi 30 Menit

No.	Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik (dB)	Rata-rata Rendemen Kulit Pisang (%)	Rata-rata Rendemen Kulit Jeruk (%)
1	0	0.44	8.03
2	86	0.46	8.50
3	88	0.48	8.65
4	90	0.48	8.80
5	92	0.55	9.20
6	94	0.68	9.33

Berdasarkan tabel 4.1 menunjukkan data hasil berat rendemen pektin kulit pisang dan kulit jeruk dengan variasi taraf intensitas. Berat rendemen pektin kulit pisang dan kulit jeruk berbanding lurus dengan taraf intensitas yang diberikan dengan waktu konstan 30 menit. Semakin besar taraf intensitas maka berat rendemen pektin juga semakin besar. Berat rendemen pektin kulit jeruk juga demikian, jika taraf intensitas yang diberikan semakin besar maka semakin

besar juga berat rendemen yang dihasilkan. Berat rendemen pektin kulit pisang sebelum menggunakan ekstraksi gelombang ultrasonik sebesar 0.44%. Setelah diekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik pada taraf intensitas 86 dB dengan waktu konstan 30 menit menghasilkan berat rendemen sebesar 0.46%. Jika taraf intensitas ditingkatkan menjadi 94 dB menghasilkan berat rendemen sebesar 0.68%. Hal ini menunjukkan berat rendemen pektin kulit pisang akan meningkat seiring dengan meningkatnya taraf intensitas yang digunakan. Begitu juga dengan berat rendemen pektin kulit jeruk menunjukkan adanya pengaruh taraf intensitas terhadap berat rendemen yang dihasilkan. Berat rendemen pektin sebelum menggunakan ekstraksi gelombang ultrasonik sebesar 8,03%. Setelah diekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik pada taraf intensitas 86 dB dengan waktu konstan 30 menit menghasilkan berat rendemen sebesar 8,50%. Jika taraf intensitas ditingkatkan menjadi 94 dB menghasilkan berat rendemen sebesar 9,33%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar taraf intensitas yang digunakan maka berat rendemen pektin kulit jeruk yang dihasilkan semakin besar juga.

Berdasarkan hasil perlakuan variasi taraf intensitas gelombang ultrasonik menunjukkan adanya hubungan antara taraf intensitas dengan peningkatan berat rendemen pektin kulit pisang seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1.

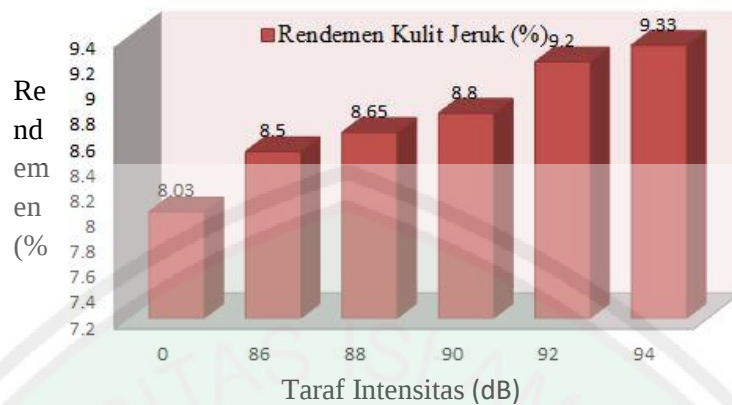


Gambar 4.1 Hubungan Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik Terhadap Berat Rendemen Pektin Kulit Pisang

Hasil analisis pada gambar 4.1 menunjukkan adanya pengaruh taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap berat rendemen pektin kulit pisang. Berat rendemen pektin kulit pisang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya taraf intensitas. Berdasarkan uji Duncan 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap berat rendemen kulit pisang. Berdasarkan notasi yang didapatkan dari uji Duncan 5% didapatkan bahwa taraf intensitas 0, 86, 88 dan 90 dB tidak berbeda nyata. Namun berbeda nyata pada perlakuan 94 dB. Berat rendemen terbanyak didapatkan pada taraf intensitas 94 dB menghasilkan berat rendemen kulit pisang sebesar 0.68%. Berdasarkan analisis menggunakan *Anova* tunggal menunjukkan bahwa perlakuan dengan taraf intensitas berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan berat rendemen pektin kulit pisang dengan nilai signifikan lebih kecil dari 0.05 atau 5 %.

Berdasarkan hasil pengamatan pada perlakuan variasi taraf intensitas gelombang ultrasonik menunjukkan adanya hubungan antara taraf

intensitas terhadap peningkatan berat rendemen kulit jeruk seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hubungan Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik Terhadap Berat Rendemen Pektin Kulit Jeruk

Hasil analisis pada gambar 4.2 menunjukkan adanya pengaruh taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap berat rendemen pektin kulit jeruk. Berat rendemen pektin kulit jeruk semakin meningkat seiring dengan meningkatnya taraf intensitas. Berat rendemen terbanyak didapatkan pada taraf intensitas 94 dB menghasilkan berat rendemen pektin kulit jeruk sebesar 9,33%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin meningkatnya taraf intensitas gelombang ultrasonik maka semakin meningkat juga berat rendemen pektin kulit jeruk yang dihasilkan. Berdasarkan analisis menggunakan *Anova* tunggal menunjukkan bahwa perlakuan dengan taraf intensitas berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan berat rendemen pektin kulit jeruk dengan nilai signifikan lebih kecil dari 0.05 atau 5 %.

4.1.2 Pengaruh Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Rendemen Pektin Kulit

Pisang dan Kulit Jeruk

Lama waktu ekstraksi gelombang ultrasonik mempengaruhi berat rendemen pektin kulit pisang dan kulit jeruk. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Berat Rendemen Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk dengan Taraf Intensitas gelombang ultrasonik 94 dB

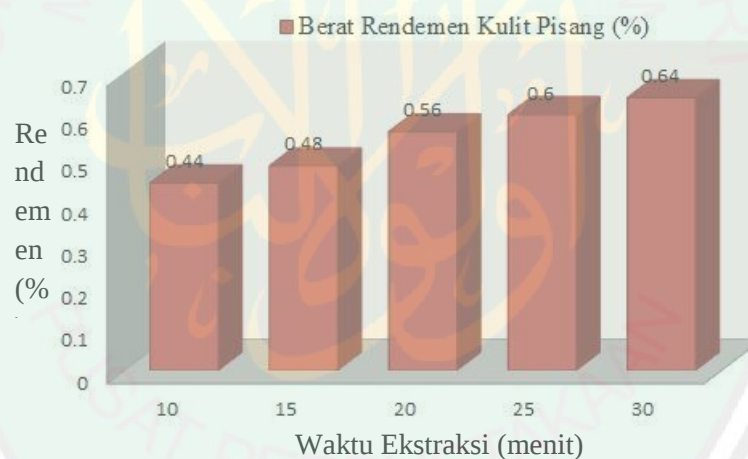
No.	Waktu Ekstraksi (Menit)	Rata-rata Rendemen Kulit Pisang (%)	Rata-rata Rendemen Kulit Jeruk (%)
1	10	0.44	6,80
2	15	0.48	6,37
3	20	0.56	5,90
4	25	0.60	5,90
5	30	0.64	5,40

Berdasarkan tabel 4.2 diketahui bahwa lama waktu ekstraksi dapat meningkatkan berat rendemen pektin kulit pisang. Berat rendemen pektin kulit pisang setelah dipapari gelombang ultrasonik selama 10 menit dengan taraf intensitas konstan 94 dB sebesar 0.44%. Ketika waktu ekstraksi ditingkatkan menjadi 20 menit menggunakan taraf intensitas konstan 94 dB menghasilkan berat rendemen sebesar 0.56%. Berat rendemen semakin meningkat pada waktu ekstraksi 30 menit dengan taraf intensitas konstan 94 dB menghasilkan berat rendemen sebesar 0,64%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi, maka semakin besar juga berat rendemen pektin kulit pisang yang dihasilkan.

Berdasarkan tabel 4.2 diketahui bahwa lama waktu ekstraksi dapat meningkatkan berat rendemen pektin kulit jeruk. Berat rendemen pektin kulit jeruk setelah dipapari gelombang ultrasonik selama 10 menit dengan taraf

intensitas konstan 94 dB sebesar 5,55%. Jika waktu ekstraksi ditingkatkan menjadi 20 menit dengan taraf intensitas konstan 94 dB menghasilkan berat rendemen sebesar 6,02%. Berat rendemen pektin semakin meningkat pada waktu ekstraksi 30 menit dengan taraf intensitas konstan 94 dB menghasilkan berat rendemen sebesar 5,40%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi, maka semakin sedikit berat rendemen pektin kulit jeruk yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil perlakuan variasi waktu ekstraksi dengan taraf intensitas konstan 94 dB menunjukkan adanya hubungan antara waktu ekstraksi terhadap peningkatan berat rendemen pektin kulit pisang seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.3.

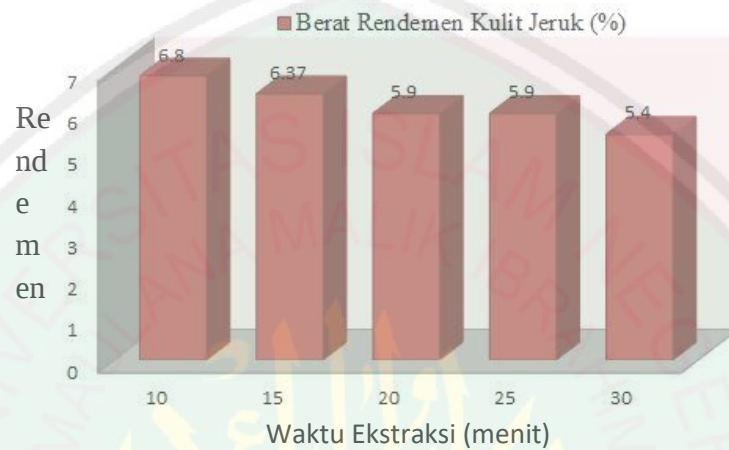


Gambar 4.3 Hubungan Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Rendemen Pektin Kulit Pisang

Hasil analisis pada gambar 4.3 menunjukkan adanya pengaruh waktu ekstraksi terhadap berat rendemen pektin kulit pisang. Berat rendemen pektin kulit pisang meningkat pada waktu ekstraksi 30 menit dengan taraf intensitas konstan 94 dB menghasilkan berat rendemen pektin sebesar 0,64%. Hal ini

menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi maka semakin besar juga berat rendemen pektin kulit pisang yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil perlakuan variasi waktu ekstraksi menunjukkan adanya hubungan antara waktu ekstraksi terhadap peningkatan berat rendemen pektin kulit jeruk seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Hubungan Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Rendemen Pektin Kulit Jeruk

Hasil analisis pada gambar 4.4 menunjukkan adanya pengaruh waktu ekstraksi terhadap berat rendemen pektin kulit jeruk. Berat rendemen pektin semakin menurun seiring dengan meningkatnya waktu ekstraksi. Berat rendemen terendah pada waktu ekstraksi 30 menit dengan taraf intensitas konstan 94 dB menghasilkan berat rendemen pektin kulit jeruk sebesar 5,4%. Sedangkan berat rendemen terbanyak ditunjukkan pada waktu ekstraksi 10 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi maka semakin rendah berat rendemen pektin kulit jeruk yang dihasilkan.

4.1.3 Pengaruh Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik Terhadap Berat Ekivalen Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk

Berat ekivalen merupakan ukuran terhadap kandungan gugus asam galakturonat bebas (tidak teresterifikasi) dalam rantai molekul pektin. Asam pektat murni merupakan zat pektat yang seluruhnya tersusun atas asam poligalakturonat yang bebas dari gugus metil ester atau tidak mengalami esterifikasi. Asam pektat murni memiliki berat ekivaen 176. Tinggi derajat esterifikasi antara asam galakturonat dengan metanol mengakibatkan semakin rendahnya jumlah asam galakturonat bebas yang berarti semakin tingginya berat ekivalen (Fitria, 2013 dalam Aziz, etal., 2018).

Pengaruh taraf intensitas gelombang ultrasonik dalam proses ekstraksi pektin kulit pisang dan kulit jeruk dapat mempengaruhi berat ekivalen pektin yang dihasilkan seperti pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Berat Ekivalen Pektin Kulit Pisang dan Jeruk dengan Waktu Ekstraksi 30 Menit

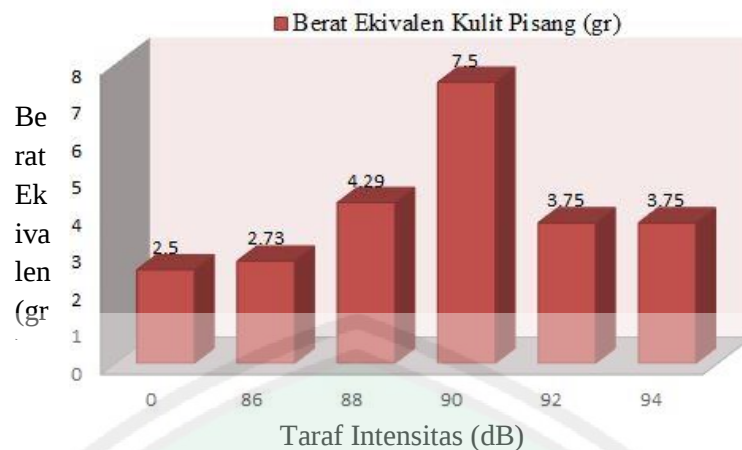
No.	Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik (dB)	Rata-rata Berat Ekivalen Kulit Pisang (gr)	Rata-rata Berat Ekivalen Kulit Jeruk(gr)
1	0	2.50	3.50
2	86	2.73	4.85
3	88	4.29	5.75
4	90	7.50	6.02
5	92	3.75	4.54
6	94	3.75	4.54

Berdasarkan tabel 4.3 menunjukkan adanya pengaruh taraf intensitas gelombang ultrasonik dengan waktu ekstraksi konstan 30 menit terhadap berat ekivalen pektin kulit pisang. Sebelum diekstraksi menggunakangelombang

ultrasonik berat ekivalen pektin yang dihasilkan sebesar 2,50 gr. Setelah dipapari menggunakan taraf intensitas 86 dB dengan waktu konstan 30 menit menghasilkan berat ekivalen sebesar 2,73 gr. Jika taraf intensitas dinaikkan menjadi 90 dB dengan waktu konstan 30 menit menghasilkan berat ekivalen pektin sebesar 7,50 gr. Namun berat ekivalen pektin menurun pada taraf intensitas 92 dB dan 94 dB dengan waktu konstan 30 menit menghasilkan berat ekivalen sebesar 3,75 gr.

Berdasarkan tabel 4.3 menunjukkan adanya pengaruh taraf intensitas terhadap berat ekivalen pektin kulit jeruk. Sebelum perlakuan ekstraksi dengan gelombang ultrasonik berat ekivalen pektin sebesar 3,50 gr. Setelah dipapari gelombang ultrasonik dengan taraf intensitas 86 dB selama 30 menit menghasilkan berat ekivalen sebesar 4,85 gr. Ketika taraf intensitas dinaikkan menjadi 92 dB menghasilkan berat ekivalen pektin sebesar 6,02 gr. Namun berat ekivalen pektin menurun pada taraf intensitas 92 dB dan 94 dB dengan waktu konstan 30 menit menghasilkan berat ekivalen sebesar 4,54 gram.

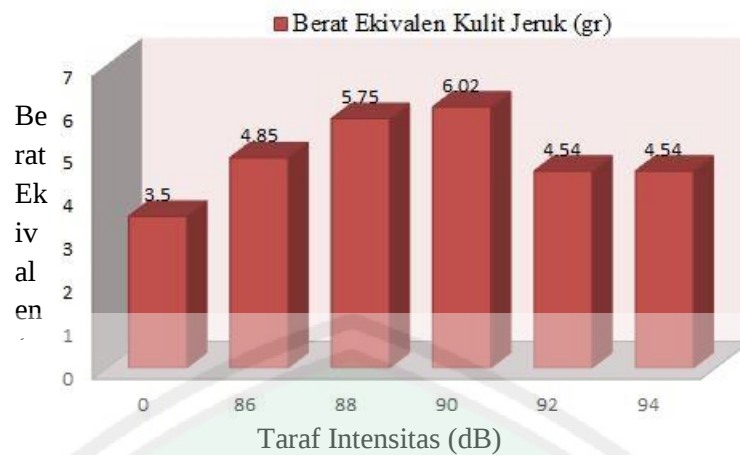
Hasil pengamatan yang telah dilakukan menunjukkan pengaruh taraf intensitas gelombang ultrasonik dengan waktu konstan 30 menit terhadap berat ekivalen pektin kulit pisang yang ditunjukkan pada gambar 4.5 di bawah ini.



Gambar 4.5 Hubungan Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik Terhadap Berat Ekuivalen Pektin Kulit Pisang

Hasil analisis pada gambar 4.5 menunjukkan adanya pengaruh taraf intensitas terhadap berat ekuivalen pektin kulit pisang. Berat ekuivalen pektin kulit pisang meningkat pada taraf intensitas 90 dB menghasilkan berat ekuivalen pektin kulit pisang sebesar 7,5 gr. Namun pada taraf intensitas 92 dB dan 94 dB berat ekuivalen mengalami penurunan yaitu sebesar 3,75 gram. Pada tanpa perlakuan gelombang ultrasonik berat ekuivalen pektin menunjukkan nilai terendah yaitu 2,5 gram. Berdasarkan notasi yang didapatkan dari uji Duncan 5% didapatkan bahwa taraf intensitas 0 dan 86 dB tidak berbeda nyata. Namun berbeda nyata pada perlakuan 90 dB. Berdasarkan analisis menggunakan anova tunggal menunjukkan bahwa perlakuan dengan taraf intensitas berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan berat ekuivalen dengan nilai signifikan lebih kecil dari 0.05 atau 5 %.

Berdasarkan perlakuan taraf intensitas gelombang ultrasonik dengan waktu konstan 30 menit menunjukkan adanya pengaruh terhadap berat ekuivalen pektin kulit jeruk. Seperti ditunjukkan pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Hubungan Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik Terhadap Berat Ekuivalen Pektin Kulit Jeruk

Hasil analisis pada gambar 4.6 menunjukkan adanya pengaruh taraf intensitas terhadap berat ekuivalen pektin kulit jeruk. Berat ekuivalen pektin kulit jeruk semakin meningkat pada taraf intensitas 90 dB dengan waktu konstan 30 menit menghasilkan berat ekuivalen pektin sebesar 6,02 gr. Namun pada taraf intensitas 92 dB dan 94 dB berat ekuivalen mengalami penurunan yaitu sebesar 4,54 gr. Berdasarkan analisis statistik menggunakan anova tunggal menunjukkan bahwa perlakuan dengan taraf intensitas berpengaruh secara signifikan karena nilai signifikan di bawah 0.05 atau 5 %.

4.1.4 Pengaruh Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Ekuivalen Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk

Lama waktu ekstraksi gelombang ultrasonik dengan taraf intensitas konstan 94 dB dapat mempengaruhi berat ekuivalen pektin kulit pisang dan kulit jeruk. Seperti tertera dalam data hasil penelitian pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Berat Ekuivalen Pektin Kulit Pisang dan Jeruk dengan Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik 94 dB

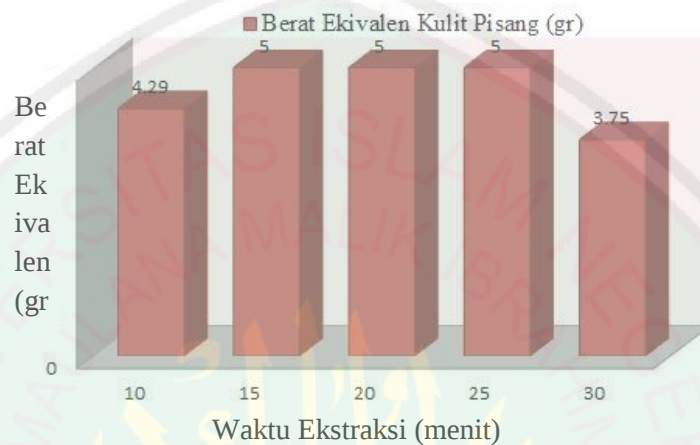
No.	Waktu Ekstraksi (Menit)	Rata-rata Berat Ekuivalen Kulit Pisang (gr)	Rata-rata Berat Ekuivalen Kulit Jeruk (gr)
1	10	4.29	5.55
2	15	5.00	5.75
3	20	5.00	6.02
4	25	5.00	7.14
5	30	3.75	5.55

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa adanya pengaruh lama waktu ekstraksi terhadap berat ekuivalen pektin kulit pisang. Berat ekuivalen pektin kulit pisang setelah dipapari gelombang ultrasonik selama 10 menit dengan taraf intensitas konstan 94 dB menghasilkan berat rendemen sebesar 4,29 gr. Ketika waktu ekstraksi ditingkatkan menjadi 15, 20, dan 25 menit dengan taraf intensitas 94 dB tidak menunjukkan adanya perubahan. Namun setelah waktu ditingkatkan lagi menjadi 30 menit dengan taraf intensitas 94 dB menghasilkan berat ekuivalen sebesar 3.75 gr. Berdasarkan analisis statistik menggunakan anova tunggal menunjukkan bahwa perlakuan waktu ekstraksi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap berat ekuivalen pektin dengan nilai signifikan di bawah 0.05 atau 5%.

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa adanya pengaruh lama waktu ekstraksi terhadap berat ekuivalen pektin kulit jeruk. Berat ekuivalen pektin kulit jeruk setelah dipapari gelombang ultrasonik dengan taraf intensitas 94 dB dengan waktu 10 menit sebesar 5,55 gr. Ketika waktu ekstraksi ditingkatkan menjadi 25 menit dengan taraf intensitas 94 dB menghasilkan berat ekuivalen sebesar 7,14

gr. Namun setelah waktu ditingkatkan lagi menjadi 30 menit dengan taraf intensitas 94 dB menghasilkan berat ekivalen sebesar 5,55 gram.

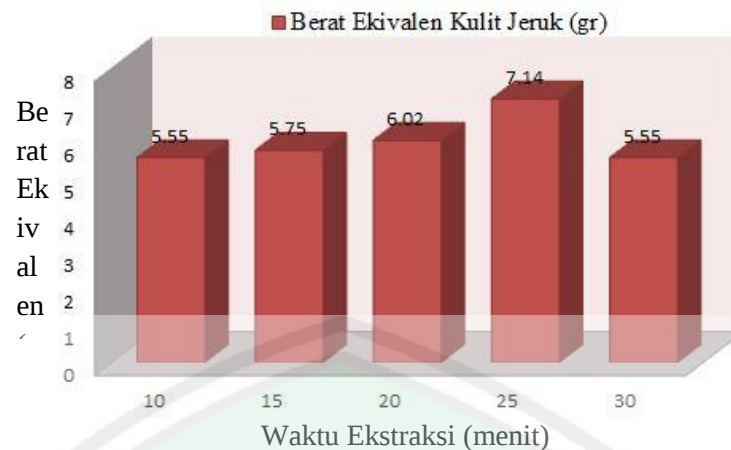
Berdasarkan hasil perlakuan variasi waktu ekstraksi dengandengan taraf intensitas konstan 94 dB dapat mempengaruhi berat ekivalen pektin kulit pisang. Seperti ditunjukkan pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Hubungan Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Ekivalen Pektin Kulit Pisang

Hasil analisis pada gambar 4.7 menunjukkan adanya pengaruh waktu ekstraksi dengan taraf intensitaskonstan 94 dB terhadap berat ekivalen pektin kulit pisang. Hasil berat ekivalen pektin kulit pisang pada waktu ekstraksi 15, 20, dan 25 menit menghasilkan berat ekivalen sebesar 5 gr. Berdasarkan anaisis statistik menggunakan anova tunggal menunjukkan bahwa perlakuan waktu ekstraksi tidak berpengaruh signifikan terhadap berat ekivalen pektin dengan nilai signifikan di bawah 0,05 atau 5 %.

Berdasarkan hasil perlakuan variasi waktu ekstraksi dengan taraf intensitas konstan 94 dB dapatmempengaruhi berat ekivalen pektin kulit jeruk. Seperti ditunjukkan pada gambar 4.8.



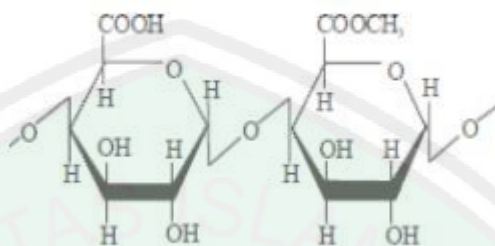
Gambar 4.8 Hubungan Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Ekvivalen Pektin Kulit Jeruk

Hasil analisis pada gambar 4.8 menunjukkan adanya pengaruh waktu ekstraksi pada taraf intensitas 94 dB terhadap berat ekuivalen pektin kulit jeruk. Hasil berat ekuivalen pektin kulit jeruk semakin meningkat pada waktu 15, 20, dan 25 menit dengan hasil tertinggi pada waktu 25 menit menghasilkan berat ekuivalen sebesar 7,14 gr. Namun mengalami penurunan yang sama pada waktu 10 dan 30 menit menghasilkan berat ekuivalen pektin kulit jeruk sebesar 5,55 gr. Berdasarkan analisis statistik menggunakan anova tunggal menunjukkan bahwa perlakuan waktu ekstraksi tidak berpengaruh signifikan terhadap berat ekuivalen pektin dengan nilai signifikan dibawah 0,05 atau 5 %.

4.1.5 Pengaruh Paparan Gelombang Ultrasonik Terhadap Gugus Fungsi Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk

Spektroskopi FTIR merupakan salah satu teknik analitik yang sangat baik dalam mengidentifikasi struktur molekul suatu senyawa. Hasil pengukuran spektrum FTIR menunjukkan kelompok gugus fungsi dan memberikan informasi struktural pektin hasil ekstraksi dari bahan baku kulit pisang (*Musa balbisiana* ABB) dan larutan pengestraksi berupa asam sulfat (H_2SO_4) dengan

variasi taraf intensitas gelombang ultrasonik dan waktu ekstraksi. Rentang gelombang yang digunakan adalah $4000\text{-}500\text{ cm}^{-1}$ dengan sampel pektin yang digunakan adalah pektin hasil ekstraksi yang terbaik yaitu dengan perlakuan taraf intensitas gelombang ultrasonik 94 dB dan waktu ekstraksi 20 menit.

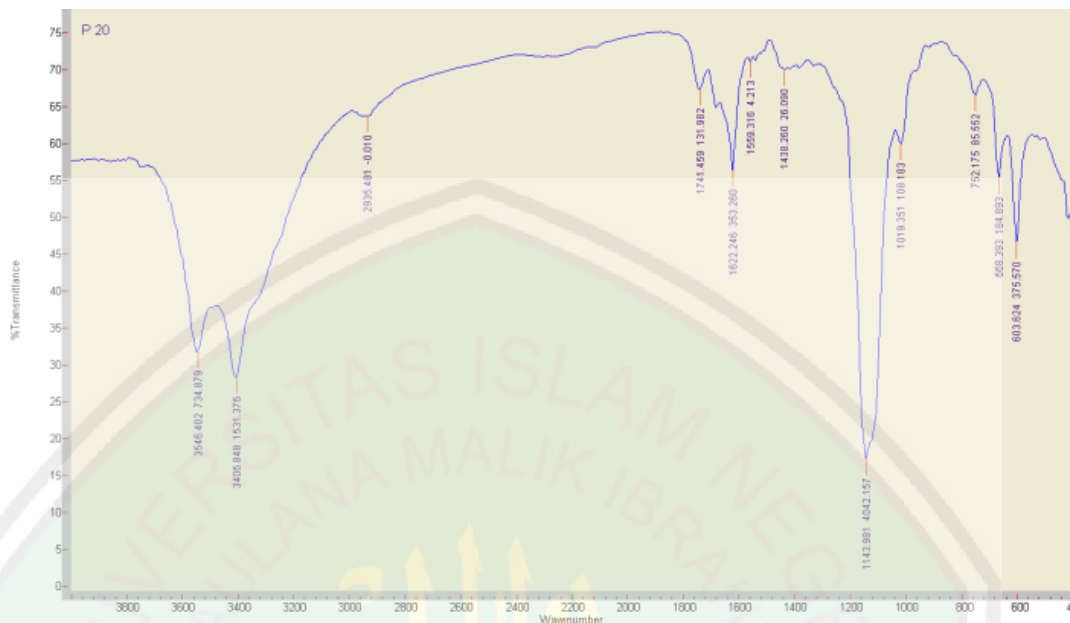


Gambar 4.9 Struktur Pektin
(Khan, et al., 2015)

Pada struktur pektin di atas menunjukkan bahwa gugus fungsional pektin ditandai dengan terdapatnya vibrasi OH, ikatan -CH_3 pada cabang metoksil (COOCH_3), ikatan -C-H , gugus karbonil (-C=O), dan gugus eter (-O-) yang terukur oleh spektroskopi FTIR pada daerah panjang gelombang tertentu.

Penelitian yang dilakukan Kalaphaty dan Proctor (2015) mengatakan gugus fungsional utama pektin biasanya terletak pada area bilangan gelombang $1000\text{-}2000\text{ cm}^{-1}$. Ikatan karboksil (-C=O) berada pada $1630\text{-}1650\text{ cm}^{-1}$ untuk kelompok karboksil bebas (Ginasambandam 1999 dalam Sufi 2015). Pada bilangan gelombang antara 1100 dan 1200 cm^{-1} menunjukkan ikatan dari eter (R-O-R) dan ikatan C-C siklik dalam struktur cincin dari metoksil pektin. Spektrum melebar pada $2400\text{-}3600\text{ cm}^{-1}$ merupakan lembab dalam pektin yang terserap. Absorpsi gugus C-H selalu berada pada frekuensi $3000\text{-}2840\text{ cm}^{-1}$. Cabang metoksil (-CH_3) mempunyai karakteristik penyerapan sekitar 1375 cm^{-1} . Senyawa alkohol atau ester dapat diketahui dengan menemukan gugus C=O

pada bilangan gelombang sekitar 1300-1000 cm^{-1} . (Pavia, et al., 2001). Berikut grafik FTIR pektin hasil ekstraksi pada gambar 4.6.



Gambar 4.10 Spektrum FTIR Hasil Ekstraksi Kulit Pisang

Tabel 4.5 di bawah ini menyajikan data bilangan gelombang spektrum FTIR yang menunjukkan gugus fungsional dari pektin hasil ekstraksi kulit pisang.

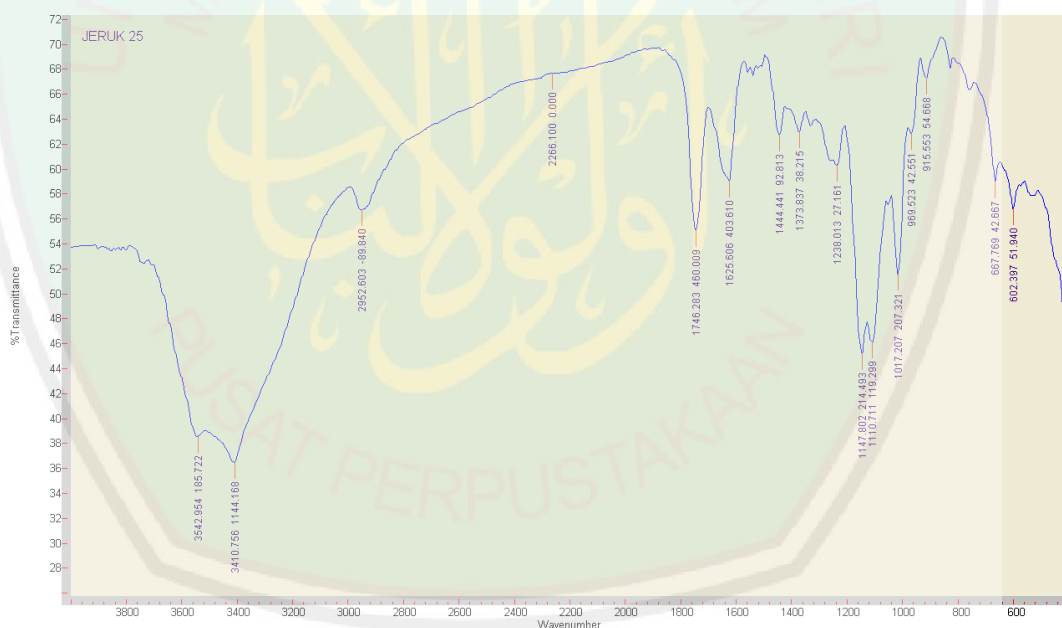
Tabel 4.5 Hasil Bilangan Gelombang Spektrum FTIR Gugus Fungsional Pektin Kulit Pisang

No.	Area (Bilangan Gelombang (cm^{-1}))	Gugus	Senyawa
1	3406,85	-OH	Hidroksil
2	2935,48	C-H	Alkil
3	1741,46	-C=O	Karboksil
4	1438,26	-CH ₃	Metoksil
5	1143,98	C=O	Alkohol, Eter
6	1019,35	-O-	Eter

Terlihat dari data spektrum FTIR di atas, serapan gugus fungsional pektin hasil ekstraksi menunjukkan adanya perbedaan. Spektrum menunjukkan puncak

serapan lebar yang khas pada bilangan gelombang $3410,76\text{ cm}^{-1}$ untuk pektin hasil ekstraksi, mengindikasikan adanya serapan dari gugus hidroksil ($-\text{OH}$). Data spektrum selanjutnya menunjukkan serapan pada bilangan gelombang $2935,48\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya serapan dari gugus alkil (C-H). Pada daerah bilangan $1741,46\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya serapan dari gugus karboksil ($-\text{C=O}$). Pada daerah bilangan $1438,26$ mengindikasikan adanya serapan dari gugus metoksil ($-\text{CH}_3$). Pada daerah bilangan $1143,98\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya serapan gugus alkohol atau eter (C-O). Ada juga serapan dari eter ($-\text{O}-$) pada bilangan gelombang $1019,35\text{ cm}^{-1}$.

Data pengaruh paparan gelombang ultrasonik terhadap gugus fungsi pektin kulit jeruk dapat dilihat pada.



Gambar 4.11 Spektrum FTIR Hasil Ekstraksi Pektin Kulit Jeruk

Tabel 4.6 Hasil Bilangan Gelombang Spektrum FTIR Gugus Fungsional Pektin Kulit Jeruk

No.	Area (Bilangan Gelombang (cm^{-1}))	Gugus	Senyawa
1	3410,76	-OH	Hidroksil
2	2952,60	C-H	Alkil
3	1746,28	-C=O	Karboksil
4	1444,44	-CH ₃	Metoksil
5	1147,80	C=O	Alkohol, Eter
6	1017,71	-O-	Eter

Terlihat dari data spektrum FTIR di atas, serapan gugus fungsional pektin hasil ekstraksi menunjukkan adanya perbedaan. Pektin menunjukkan puncak serapan lebar yang khas pada bilangan gelombang $3410,76 \text{ cm}^{-1}$ untuk pektin hasil ekstraksi, mengindikasikan adanya serapan dari gugus hidroksil (-OH). Data spektrum selanjutnya menunjukkan serapan pada bilangan gelombang $2952,60 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya serapan dari gugus alkil (C-H). Pada daerah bilangan $1746,28 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya serapan dari gugus karboksil (-C=O). Pada daerah bilangan $1444,44 \text{ cm}^{-1}$ mengindikasikan adanya serapan dari gugus metoksil (-CH₃). Pada daerah bilangan $1147,80 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya serapan gugus alkohol atau eter (C=O). Ada juga serapan dari eter (-O-) pada bilangan gelombang $1017,71 \text{ cm}^{-1}$.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik Terhadap Berat Rendemen Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk

Paparan gelombang ultrasonik terhadap bahan baku pektin dapat mengakibatkan terlepasnya senyawa ekstrak karena terjadi kavitas mikro pada

sekeliling bahan yang akan diekstraksi. Terdapat dua efek yang dihasilkan, yakni pembebasan kandungan senyawa yang ada didalamnya akibat pengacauan dinding selnya. Dan yang kedua peningkatan difusi ekstrak akibat pemanasan lokal pada cairan. Energi kinetik dilewatkan ke seluruh bagian cairan, diikuti dengan peningkatan transfer massa antara permukaan padat-cair akibat munculnya gelembung kavitasi pada dinding atau permukaan. Efek mekanik yang ditimbulkan adalah meningkatkan penetrasi dari cairan menuju dinding membran sel, mendukung pelepasan komponen sel dan meningkatkan transfer massa (Liu, 2010 dalam Adhiksana, 2017).

Berdasarkan gambar 4.1 dan 4.2 dapat diketahui bahwa ada hubungan antara taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap berat rendemen pektin kulit pisang dan kulit jeruk. Semakin tinggi paparan taraf intensitas gelombang ultrasonik maka jumlah rendemen pektin kulit pisang dan kulit jeruk semakin besar. Semakin besar taraf intensitas gelombang ultrasonik maka semakin besar juga energinya. Dapat dikatakan bahwa energi yang dibawa oleh gelombang ultrasonik sebanding dengan kuadrat amplitudo. Amplitudo besar yang melewati medium dapat menyebabkan tekanan dan gaya geser oleh molekul pelarut. Kondisi ini dapat menghasilkan perubahan densitas dan modulus elastisitas secara lokal serta perpindahan massa antar fase meningkat sehingga rendemen meningkat pada waktu yang singkat (Price *et al*, 1995).

Penelitian yang dilakukan oleh Oliveira dkk. (2016) yang mengekstraksi pektin dari kulit buah markisa dengan bantuan ultrasonik menunjukkan adanya pengaruh perbedaan intensitas gelombang ultrasonik terhadap berat rendemen yang dihasilkan. Pada intensitas tertinggi 664 W/cm² menghasilkan berat

rendemen 12,67%. Sedangkan dengan intensitas terendah 132 W/cm^2 menghasilkan berat rendemen 8,94%. Maka semakin besar intensitas gelombang ultrasonik yang digunakan maka semakin besar pula rendemen pektin yang diperoleh.

4.2.2 Pengaruh Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Rendemen Pektin Kulit

Pisang dan Kulit Jeruk

Berdasarkan gambar 4.3 dapat diketahui bahwa semakin meningkatnya waktu ekstraksi maka semakin meningkatnya rendemen pektin kulit pisang yang dihasilkan. Hal ini karena terjadinya interaksi antara gelombang ultrasonik dengan bahan yang diekstraksi yaitu semakin lama memungkinkan lebih banyak waktu kontak untuk gelembung kavitasi memecahkan sel sampel, sehingga meningkatkan hasil ekstrak komponen bioaktif. Selain itu juga semakin lama terjadinya kontak antara bahan yang akan diekstraksi dengan pelarut. Pada proses ekstraksi ini terjadi hidrolisis protopektin yang terdapat dalam bahan ekstrak kulit pisang. Waktu ekstraksi juga berpengaruh pada jumlah ion H^+ yang mensubstitusi ion Ca^{2+} dan ion Mg^{2+} dari protopektin sehingga menentukan jumlah pektin yang terlarut di air (Prasetyowati, *et al.*, 2009).

Penelitian yang dilakukan oleh Sholihah *et al.*, (2017) melakukan penelitian tentang aplikasi gelombang ultrasonik untuk meningkatkan rendemen ekstraksi dari kulit manggis. Variasi waktu ekstraksi yang digunakan adalah 15, 30 dan 45 menit dengan amplitudo gelombang ultrasonik 35%. Penelitian ini menunjukkan pada perlakuan lama ekstraksi 15 menit menghasilkan berat rendemen $5.07 \pm 0.60a$. Dengan perlakuan lama ekstraksi 30 menit menghasilkan berat rendemen $5.44 \pm 0.37a$. Dan perlakuan lama ekstraksi 45 menit

menghasilkan berat rendemen $5.56 \pm 0.51a$. Sehingga dalam penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh waktu ekstraksi gelombang ultrasonik terhadap berat rendemen yang dihasilkan. Semakin lama waktu ekstraksi maka semakin besar berat rendemen yang dihasilkan.

Berdasarkan gambar 4.4 dapat diketahui bahwa semakin lama waktu ekstraksi maka berat rendemen pektin kulit jeruk yang dihasilkan akan semakin sedikit. Hal ini dapat terjadi karena proses ekstraksi berbantu gelombang ultrasonik yang terlalu lama dapat mendegradasi komponen pektin, sehingga akan dihasilkan rendemen yang lebih sedikit (Odabas dan Koca, 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh Kunarto (2020) mengekstraksi buah parijoto berbantu ultrasonik dengan variasi perlakuan suhu, waktu ekstraksi, dan konsentrasi pelarut etanol. Pada perlakuan 20 menit waktu ekstraksi menghasilkan berat rendemen 7,22 gr. Sedangkan pada perlakuan 30 menit 7,70 gr. Mengalami penurunan pada saat perlakuan 30 menit waktu ekstraksi menghasilkan berat rendemen 6,81 gr.

4.2.3 Pengaruh Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik Terhadap Berat Ekuivalen Pektin Kulit Pisang dan Kulit Jeruk

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

rendahnya jumlah asam galakturonat bebas yang berarti semakin tingginya berat ekuivalen (Fitria, 2013 dalam Aziz, et al., 2018).

Berdasarkan gambar 4.5 dan 4.6 dapat diketahui bahwa ada hubungan taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap berat ekuivalen pektin kulit pisang dan kulit jeruk. Pada taraf intensitas gelombang ultrasonik 90 dB menunjukkan berat ekuivalen tertinggi di kedua bahan ekstrak. Pada perlakuan tersebut kulit pisang dan kulit jeruk masih banyak mengandung protopektin yang dihidrolisis menjadi pektin yang gugus karboksil dan telah mengalami esterifikasi sehingga gugus asam yang dimilikinya rendah. Semakin rendah gugus asam yang dimiliki maka berat ekuivalennya semakin tinggi. Jumlah terendah yakni pada berat ekuivalen pektin kulit pisang dan kulit jeruk pada perlakuan tanpa berbantu gelombang ultrasonik.

Berat ekuivalen yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 2,5-6,02 gr. Data standar mutu IPPA (2003) menunjukkan berat ekuivalen pektin berkisar antara 0,6-0,8 mgr. Sehingga hasil penelitian ini masih belum memenuhi standar mutu pektin.

4.2.4 Pengaruh Waktu Ekstraksi Terhadap Berat Ekuivalen Pektin Kulit

Pisang dan Kulit Jeruk

Berdasarkan gambar 4.7 dapat diketahui bahwa pada perlakuan waktu ekstraksi 15, 20, dan 25 menit menunjukkan jumlah berat ekuivalen pektin kulit pisang yang sama dan optimum. Namun pada perlakuan 30 menit mengalami penurunan berat ekuivalen kemungkinan karena pektin kulit pisang mengalami hidrolisis dari senyawa pektin menjadi asam pektat. Asam pektat murni tidak mengalami esterifikasi sehingga merupakan gugus asam tanpa gugus metil ester.

Senyawa pektin yang tinggi asam bebasnya dapat menurunkan berat ekuivalen (Nurhikmat, 2003).

Berdasarkan gambar 4.8 menunjukkan hasil berat ekuivalen pektin kulit jeruk pada perlakuan 15, 20 dan 25 menit meningkat. Berat ekuivalen optimum pada waktu ekstraksi 25 menit. Pada waktu ekstraksi tersebut kulit jeruk masih banyak mengandung protopektin yang dihidrolisis menjadi pektin yang gugus karboksil dan telah mengalami esterifikasi sehingga gugus asamnya rendah. Semakin rendah gugus asam yang dimiliki maka semakin tinggi berat ekuivalennya. Namun menurun pada saat waktu ekstraksi 30 menit kemungkinan karena kulit jeruk mengalami hidrolisis dari senyawa pektin menjadi asam pektat. Asam pektat murni tidak mengalami esterifikasi sehingga merupakan gugus asam tanpa gugus metil ester. Senyawa pektin yang tinggi gugus asam bebasnya dapat menurunkan berat ekuivalennya (Nurhikmat, 2003).

Penelitian yang dilakukan oleh Roikah et al., (2016) yang meneliti pengaruh waktu ekstraksi terhadap ekstraksi dan karakteristik pektin dari belimbing wuluh. Variasi waktu yang digunakan yaitu 30, 60, 90, dan 120 menit. Dalam penelitiannya menunjukkan adanya peningkatan berat ekuivalen pektin belimbing wuluh pada waktu ekstraksi 60 dan 90 menit yaitu 700 mg dan 720 mg. Namun mengalami penurunan pada waktu ekstraksi 120 menit yaitu 500 mg. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh waktu ekstraksi terhadap berat ekuivalen pektin belimbing wuluh.

Berat ekuivalen yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 3,75 – 7,14 gr. Data standar mutu IPPA (2003) menunjukkan berat ekuivalen pektin

berkisar antara 0,6-0,8 mgr. Sehingga hasil penelitian ini masih belum memenuhi standar mutu pektin.

4.2.5 Pengaruh Paparan Gelombang Ultrasonik Terhadap Gugus Fungsi Pektin Kulit Pisang dan Jeruk

Pektin secara fisik tampak memiliki warna yang berbeda-beda. Pektin kulit pisang cenderung berwarna putih dan pektin kulit jeruk cenderung berwarna agak kecoklatan. Berdasarkan perbedaan warna ini maka dapat dianalisis lebih lanjut menggunakan uji FTIR. Hasil pengukuran spektrum FTIR menunjukkan kelompok gugus fungsi dan memberikan informasi struktural pektin hasil ekstraksi dari bahan baku kulit pisang dan kulit jeruk. Rentang bilangan gelombang yang digunakan adalah $4000-400\text{ cm}^{-1}$.

Berdasarkan gambar 4.10 dan 4.11 menerangkan data grafik yang dihasilkan dalam penelitian ini mengenai adanya kandungan pektin yakni metoksil pada pektin kulit pisang dengan rentang gelombang $1438,26\text{ cm}^{-1}$ dan pektin kulit jeruk pada rentang $1444,44\text{ cm}^{-1}$. Terlihat bahwa gugus fungsi pektin kulit pisang dan kulit jeruk tidak terlalu berbeda. Gugus fungsional utama pektin biasanya terletak pada rentang bilangan gelombang $1000-2000\text{ cm}^{-1}$ sehingga perlakuan paparan gelombang ultrasonik tidak menghilangkan kandungan pektin yang ada.

4.3 Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang dan Kulit Jeruk Menurut Pandangan Islam

Makanan yang halal adalah makanan yang dibolehkan agama dari segi hukumnya. Pada hakikatnya makanan halal adalah makanan yang didapat dan

diolah dengan cara yang benar menurut agama. Sedangkan makanan yang baik yaitu makanan yang dapat dipertimbangkan dengan akal dan baik bagi kesehatan. Artinya makanan yang baik adalah sesuatu yang berguna dan tidak membahayakan tubuh manusia dilihat dari sudut kesehatan. Allah SWT telah menjelaskan tentang memakan makanan yang baik dan halal dalam firman Allah sebagai berikut:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُواتِ الشَّيْطَانِ ۚ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُبِينٌ (168)

Artinya: *"Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan, karena sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu."* Q.S. Al-Baqarah[2]:168.

Menurut tafsir Ibnu Katsir Allah SWT menyebutkan sebagai pemberi karunia kepada mereka, bahwa Dia memperbolehkan mereka makan dari semua apa yang ada di bumi, yaitu yang dihalalkan bagi mereka lagi baik dan tidak membahayakan tubuh serta akal mereka, sebagai karunia dari Allah Swt. Dalam ayat diatas Allah SWT telah memerintahkan manusia memakan makanan yang baik dan halal. Dan jangan sampai mengikuti langkah-langkah syaitan karena syaitan adalah musuh yang nyata bagi kita semua. Olahan kulit pisang dan jeruk ini untuk diambil pektinnya memiliki manfaat yang baik bagi manusia terutama dibidang makanan dan industri farmasi.

Bumi dan seisinya diciptakan oleh Allah SWT memiliki kekayaan alam yang melimpah dan beraneka ragam. Salah satunya adalah buah pisang. Buah ini memiliki manfaat dan khasiat yang baik bagi manusia. Buah pisang disebut dengan buah yang bersusun-susun sebagaimana dalam firman Allah SWT:

فِي سِدْرٍ مَّخْضُودٍ (28) وَطَلْحٍ مَّنْضُودٍ (29)

Artinya: “(mereka) berada di antara pohon bidara yang tidak berduri. Dan pohon pisang yang bersusun-susun (buahnya)” Q.S. Al-Waqi’ah[56]: 28-29.

Menurut tafsir Ibnu Katsir Qatadah menjelaskan bahwa pohon bidara tersebut rindang buahnya dan tidak berduri (berbeda dengan pohon bidara yang ada di bumi). Sedangkan dalam tafsir as-Sa’di Syaikh Abdurrahman bin Nashir as-Sa’di menjelaskan makna dalam surat Al-Waqi’ah ayat 28-29 yakni orang yang termasuk golongan kanan itu berada di antara pohon bidara yang tak berduri dengan penuh kegembiraan dan disekeliling mereka terdapat pohon pisang yang bersusun-susun buahnya dan telah masak. Berhubungan dengan penyebutan buah pisang dalam Al-Qur’an dan manfaatnya, tentunya menjadikan buah pisang sebagai salah satu buah yang dapat memberikan kebaikan dan manfaat bagi manusia khususnya dalam bidang kesehatan. Pemanfaatan buah pisang tidak hanya pada daging buahnya namun juga pada kulitnya. Kulit buah pisang dapat diolah kembali menjadi bahan baku penghasil pektin. Saat ini pektin sering digunakan sebagai bahan olahan makanan, minuman dan obat-obatan. Dalam Al-Qur’an Allah SWT membahas buah-buahan secara umum ada diseluruh dunia dengan jenisnya masing-masing. Seperti dalam firman Allah SWT.

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً

لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ (11)

Artinya: “Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman: zaitun, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan” Q.S. An-Nahl[16]: 11.

Dalam tafsir Ibnu Katsir Allah Swt. Berfirman “*Dia menumbuhkan bagi kalian dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, kurma, anggur, dan segala macam buah-buahan*” (An-Nahl: 11). Allah menumbuhkan semuanya dari bumi dengan air yang sama, tetapi hasilnya berbeda jenis, rasa, warna, bau. dan bentuknya. Karena itulah disebutkan dalam firman-Nya: Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan. (An-Nahl: 11) Yakni petunjuk dan bukti yang menyatakan bahwa tidak ada Tuhan selain Allah. Buah jeruk yang tidak disebutkan di dalam Al-Qur'an namun telah diketahui bahwa buah jeruk memiliki manfaat yang baik bagi manusia. Oleh sebab itu konsumsi buah pisang dan buah jeruk dibolehkan untuk dimakan. Dengan demikian produksi buah pisang dan jeruk menghasilkan limbah berupa kulit yang tentunya akan memberikan manfaat tersendiri. Selain bagi tumbuh-tumbuhan yang dapat menyuburkan tapi juga kepada manusia terutama. Olahan kulit pisang dapat dijadikan bahan baku pektin sebagai bahan pembuatan jelly, obat-obatan, makanan, minuman dan lain sebagainya. Sehingga olahan kulit pisang dan kulit jeruk dapat dimanfaatkan lebih lanjut oleh manusia. Dan tentunya itu semua terdapat tanda-tanda kebesaran Allah SWT.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan mengenai analisis pengaruh gelombang ultrasonik terhadap rendemen pektin kulit pisang (*Musa balbisiana* ABB) dan kulit jeruk (*Citrus sinensis*), maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengaruh taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap berat rendemen pektin kulit pisang dan jeruk yaitu:
 - a. Semakin besar taraf intensitas gelombang ultrasonik maka semakin besar berat rendemen pektin kulit pisang. Berat rendemen terbanyak pada taraf intensitas 94 dB dengan waktu konstan 30 menit sebesar 0,68 %
 - b. Semakin besar taraf intensitas gelombang ultrasonik maka semakin besar berat rendemen pektin kulit jeruk. Berat rendemen terbanyak pada taraf intensitas 94 dB dengan waktu konstan 30 menit sebesar 9,20 %
2. Pengaruh waktu ekstraksi gelombang ultrasonik terhadap berat rendemen pektin kulit pisang dan jeruk yaitu:
 - a. Semakin besar waktu ekstraksi dengan gelombang ultrasonik menghasilkan berat rendemen pektin kulit pisang yang semakin besar. Berat rendemen terbanyak pada waktu ekstraksi 30 menit dengan taraf intensitas konstan 94 dB sebesar 0,64 %.
 - b. Semakin kecil waktu ekstraksi dengan gelombang ultrasonik menghasilkan berat rendemen pektin kulit jeruk yang semakin

besar. Berat rendemen terbanyak pada waktu ekstraksi 10 menit dengan taraf intensitas konstan 94 dB sebesar 6,80 %.

3. Pengaruh taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap berat ekivalen pektin kulit pisang dan kulit jeruk yaitu:
 - a. Berat ekivalen pektin kulit pisang yang diperoleh dengan variasi taraf intensitas yaitu tidak signifikan. Berat ekivalen tertinggi yakni pada taraf intensitas 90 dB sebesar 7,50 gr. Dari taraf intensitas 0 dB sampai dengan 90 dB mengalami peningkatan, namun pada taraf intensitas 92 dB dan 94 dB mengalami penurunan. Berat ekivalen dengan pengaruh taraf intensitas berpengaruh secara signifikan.
 - b. Berat ekivalen pektin kulit jeruk yang diperoleh dengan variasi taraf intensitas yaitu tidak signifikan. Berat ekivalen tertinggi yakni pada taraf intensitas 90 dB sebesar 6,02 gr. Dari taraf intensitas 0 dB sampai dengan 90 dB mengalami peningkatan, namun pada taraf intensitas 92 dB dan 94 dB mengalami penurunan. Berat ekivalen dengan pengaruh taraf intensitas berpengaruh secara signifikan.
4. Pengaruh waktu ekstraksi gelombang ultrasonik terhadap berat ekivalen pektin kulit pisang dan jeruk yaitu:
 - a. Berat ekivalen pektin kulit pisang yang diperoleh dengan variasi waktu ekstraksi yaitu tidak signifikan. Berat ekivalen tertinggi yakni pada waktu ekstraksi 15, 20 dan 25 menit sebesar 5 gr. Waktu 10 menit sampai 15 menit mengalami peningkatan, namun pada waktu 30 menit mengalami penurunan. Berat ekivalen dengan pengaruh waktu ekstraksi berpengaruh secara signifikan.

- b. Berat ekivalen pektin kulit jeruk yang diperoleh dengan variasi waktu ekstraksi yaitu tidak signifikan. Berat ekivalen tertinggi yakni pada waktu 25 menit sebesar 7,14 gr. Dari waktu 10 menit sampai 25 menit berat ekivalen mengalami peningkatan, namun pada waktu 30 menit mengalami penurunan. Berat ekivalen dengan pengaruh waktu ekstraksi berpengaruh secara signifikan.
5. Pengaruh gelombang ultrasonik terhadap gugus fungsi pektin kulit pisang dan kulit jeruk tidak mempengaruhi dan tidak mengubah struktur dan kandungan pektin yang ada didalamnya.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah dipaparkan maka disarankan:

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan variabel-variabel lain yang dapat mempengaruhi pektin kulit pisang dan kulit jeruk.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan mengubah perlakuan dalam proses ekstraksi pektin kulit pisang dan kulit jeruk, agar dapat menghasilkan pektin yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhiksana, A. 2017. Perbandingan Metode Pektin Konvensional Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Pisang Dengan Menggunakan Ultrasonik. *Journal of Research and Technology* 3(2): 80-86.
- Akhmalludin, Kurniawan, Arie. 2009. *Pembuatan Pektin dari Kulit Cokelat dengan Cara Ekstraksi*. Universitas Diponogoro: Semarang.
- Arimpi, Ayu. 2019. Pembuatan Pektin dari Limbah Kulit Jeruk (*Citrus Sinensis*) dengan Metode Ekstraksi Gelombang Ultrasonik Menggunakan Pelarut Asam Sulfat (H_2SO_4). *Jurnal Teknik Kimia*. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.
- As-Sa'di. Tafsir. Q.S. Al-Waqi'ah: 28-29.
- Aziz. T., M. E. G. Johan, D. Sri. 2018. Pengaruh Jenis Pelarut, Temperatur dan Waktu Terhadap Karakteristik Pektin Hasil Ekstraksi dari Kulit Buah Naga (*Hylocereuspolyrhizus*). *Jurnal Teknik Kimia* 24(1):17-27.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Produksi Buah Pisang dan Jeruk Kabupaten Malang.
- Basse. 2000. *Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang sebagai Subtituen Tepung Terigu dalam pembuatan mie*. <http://www.scribd.com/doc/22590581/Kulit-Pisang>. [Diakses Tanggal 20 Februari 2020].
- Bolondi, L., Labo G. & Gondolfi L. 1984. *Diagnostic Ultrasound In Gastroentoliogy*. Italia: Fotocromo Emiliana Bologna.
- Budiyanto, Agus,. Yulianingsih. 2008. Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Terhadap Karakter Pektin dari Ampas Jeruk Siam (*Citrus nobilis L*). *Jurnal Pascapanen* 5 (2): 37-34.
- Bueche, Frederick J. 1989. *Theory and Problem of College Physics*. (8th ed.).
- Bueche, R. J. 1986. *Introduction to Physics for Scientist and Engineers*. New York: MC Graw Hill.
- Cameron John R., and Skofronik James G. 1978. *Medical Physics*. New York: John Wiley & Sons Inc.

- Castillo-Israel, K.A.T., Baguio, S.F., Diasanta, M.D.B., Lizardo, R.C.M., Dizon, E.I. and Mejico, M.I.F. 2015. Extraction and Characterization of Pectin from Sababanana [*Musa 'saba' (Musa acuminata x Musa balbisiana)*] Peel Wastes: A Preliminary Study. *Journal Internasional Food Research*, 22(1): 202-207.
- Constenla, D., Lozan, J.E. 2003. Kinetic Model of Pectin Demethylation. *Latin American Applied Research*, 33: 91-96.
- Departemen Kesehatan RI. 2000. *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Departemen Kesehatan: Jakarta.
- Dolatowski, Z. J., J. Stadnik, D. Stasiak. 2007. Applications of Ultrasound in Food Technology. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment* 6(3): 89-99.
- Fakayode, O. A., dan K. E. Abobi. 2018. Optimization of Oil and Pectin Extraction from Orange (*Citrus sinensis*) Peels: A Response Surface Approach. *Journal of Analytical Science and Technology*, 9(20); 1-16.
- Fitriani, vina. 2003. Ekstraksi dan Karakteristik Pektin Dari Kulit Jeruk Lemon (*Citrus medica* var Lemon). *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.
- Giancoli. 1998. *Fisika Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Halliday, David & Resnick, Robert. 1992. *Fisika Jilid 1 Edisi Ketiga* diterjemahkan oleh Pantur Silaban dan Ervin Sucipto. Bandung : ITB.
- Hariyati, M. N. 2006. *Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Pontianak*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Hasbullah, 2001. *Teknologi Tepat Guna Agroindustri Kecil Sumatera Barat*, Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Industri Sumatera Barat.
- Ibnu Katsir, Tafsir. 2015. Q.S. Al-Baqarah: 168. Tafsir Surat Al-Baqarah, ayat 168-169 (ibnukatsironline.com)
- Ibnu Katsir, Tafsir. 2015. Q.S. Al-Isra: 27. Tafsir Surat Al-Isra, ayat 26-28 (ibnukatsironline.com)
- Ibnu Katsir, Tafsir. 2015. Q.S. Al-Waqi'ah: 28-29. Tafsir Surat Al-Ahzab, ayat 28-29 (ibnukatsironline.com)

Ibnu Katsir. Tafsir. 2015. Q.S. An-Nahl: 11. Tafsir Surat An-Nahl, ayat 10-11 (ibnukatsironline.com)

Internasional Pectins Procedures Association, 2002. What is Pectin. http://www.ippa.info/history_of_pectin.htm. Diakses 6 Januari 2020

Jacob, A., F. Puturuhu, F. Polnaya, G. Agustyn, H. Jesajas, J. Rupilu., 2011, Survei Informasi Dasar Jeruk Kisar di Pulau Kisar Kabupaten Maluku Barat Daya (MBD). *Laporan Penelitian*. Kerjasama Dinas Penelitian dan Peternakan Kabupaten Maluku Barat Daya (MBD) dan Fakultas Pertanian Universitas Pattimura, Ambon.

Jolantje, L., Eirine, G. Fransina., Matheis F.J.D.P. Tanasale, Chudeya Y. Batawi. 2019. Extraction and Characterization Of Pectin From The Oranges Peel Of Kisar (Citrus sp.). *Journal of chemistry* Vol. 7(1), hal 53-60.

Kalapathy, U. Dan A. Proctor. 2001. *Effect of Acid Extraction and Alcohol Precipitation Conditions on The Yield and Purity of Soy Hull Pectin*. Food Chemistry 73: 393-396.

Kuldiloke, J. (2002). *Effect of Ultrasound Temperature And Pressure Treatments On Enzyme Activity and Quality Of Fruit and Vegetable Juices*. Dissertation der Technischen Universitas Berlin: Berlin.

Kunarto, B. 2020. Ekstraksi Buah Parijoto (*Medinilla speciosa blume*) Berbantu Ultrasonik Pada Berbagai Suhu, Waktu dan Konsentrasi Pelarut Etanol. *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 21 No.1: hal. 29-38.

Liu, Q. M., 2010. Optimization of ultrasonic-assisted extraction of chlorogenic acid from *folium eucommiae* and evaluation of its antioxidant activity. *Journal Of Medical Plants Research* Vol.4(23), pp.2503-2511.

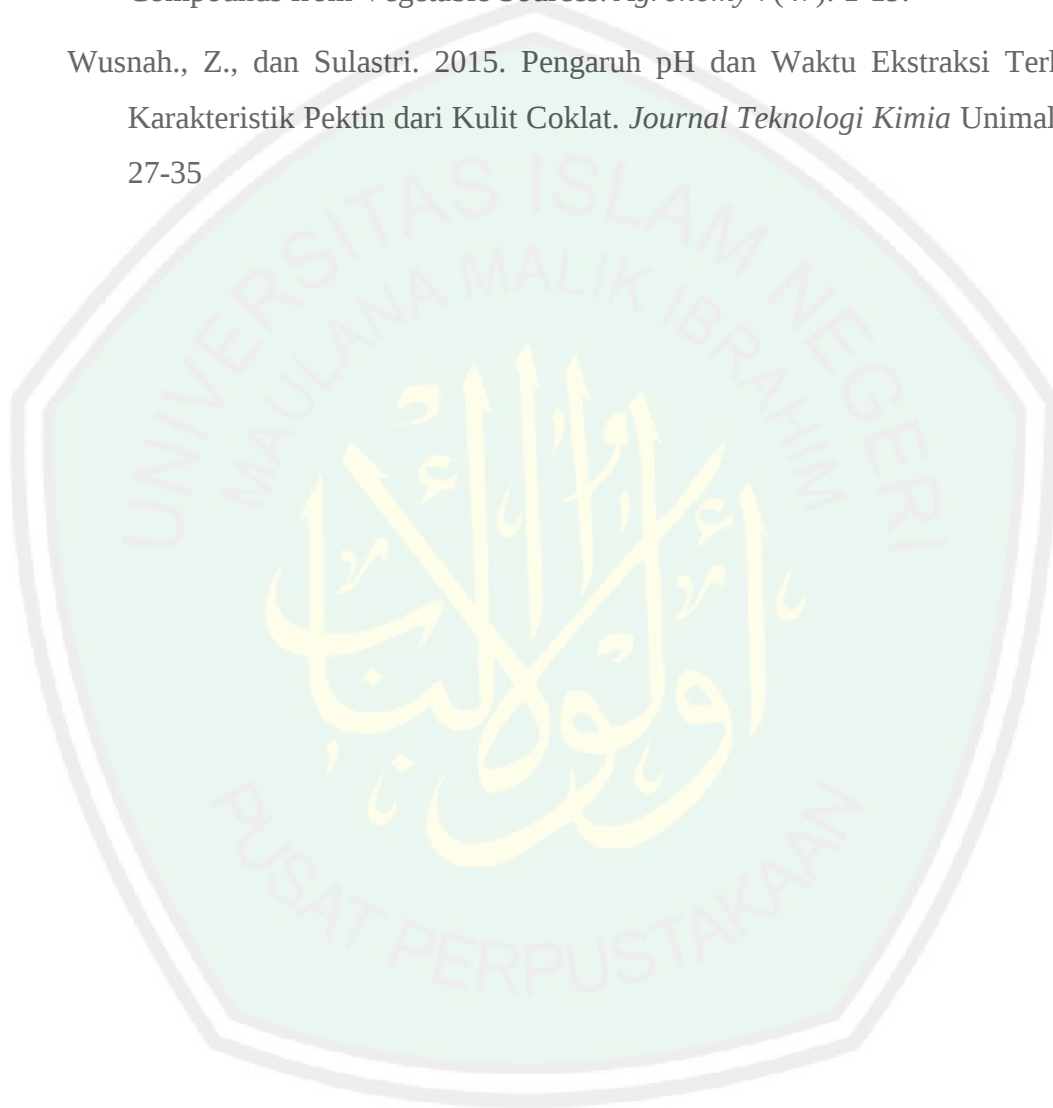
Lutfiati, A. 2008. Prarancangan Pabrik Asam Sulfat dari Sulfur dan Udara Dengan Proses Kontak Kapasitas 225.000 Ton Per Tahun. *Laporan*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Munadjim, 1982. *Teknologi Pengolahan Pisang*. Masa Baru. Bandung.

- Nurhikmat, A. 2003. *Ekstraksi Pektin dari Apel Lokal: Optimasi pH dan Waktu Hidrolisis*. Widyariset Volume 4: 23-31.
- Odabas, -H.I., Koca, -I. 2016. Application of response surface methodology for optimizing the recovery of phenolic compounds from hazelnut skin using different extraction methods. *Industrial Crops and Products*. 91,114-124. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.05.033>.
- Oliviera, C. F., D. Giordani, R. Lutckemier, P. D. Gurak, F. C. Olivera, L. D. F. Marczak. 2016. Extraction Of Pectin From Passion Fruit Peel Assisted by Ultrasound. *LWT – Food Science and Technology* 71:110-115.
- Panchami, P.S., and S. Gunasekaran. 2017. Extraction and Characterization of Pectin from Fruit Waste. *Internasional Journal of Current Microbiology and Applied Science* 6(8): 943-948.
- Pavia, D. L., G. M. Lampman dan G. S. Kriz. 2001. *Introduction to Spectroscopy* Third Edition. Thomson Learnin, Inc. Washington.
- Prasetyowati, Karina, P.S. dan Healty, P. 2009. Ekstraksi Pektin dari Kulit Mangga. *Jurnal Teknik Kimia* 16(4).
- Price Gj, White A, Clifton AA. 1995. The effect of high intensity ultrasonic on solid polymer. *Polymer*. 26:4919-4925.
- Qatadah. 2015. *Tafsir Ibnu Katsir*. Jakarta: Lentera Hati.
- Ranganna, S. 1977. *Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products Second Edition*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited: NewDelhi.
- Roikah, Sri. Rengga, P. D. W. Latifah. dan Kusumawati, Ella. 2016. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin Dari Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*,L). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. Volume 1, hal: 29-36.
- Sandarani, MDJC. 2017. A Review: Different Extraction Techniques of Pectin. *Journal of Pharmacognasy and Prosuct* 3(3): 1-15.

- Santos, H. M., C. Lodeiro, dan J. L. C. MartRnez. 2009. *Ultrasound in Chemistry: Analytical Applications*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. Portugal.
- Sayah, M. Y., R. Chabir, H. Benyahia, Y. R. Kandri, F. O. Chahdi, H. Touzani, dan F. Errachidi. 2016. *Yield, Esterification Degree and Molecular Weight Evaluation of Pectins Isolated from Orange and Grapefruit Peels under Different Conditions*. PLOS ONE. 19 September: 1-16.
- Shihab, M. Quraish. 2002. Fafsir al-Misbah; *Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jilid 11. Jakarta: Lentera Hati.
- Shihab, M. Quraish. 2002. Fafsir al-Misbah; *Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jilid 12. Jakarta: Lentera Hati.
- Sholihah, Ma'ratus. Ahmad, Usman. Dan Budiastra, Wayan, I. 2017. Aplikasi Gelombang Ultrasonik untuk Meningkatkan Rendemen Ekstraksi dan Efektivitas Antioksi dan Kulit Manggis. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, Vol. 5, hal 161-168.
- Sofiana, Heni., Triaswuri, Khrista., Sasongko, Setia Budi. 2012. Pengambilan Pektin dari Kulit Pepaya dengan Cara Ekstraksi. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, Vol. 1, hal 482-486.
- Sriamornsak, Pornsark. 2003. *Chemistry of Pectin and Its Pharmaceutical Uses: A Riview*. Internasional Journal, Vol. 3. Silpakorn University.
- Sufy, Qadrina. 2015. Pengaruh Variasi Perlakuan Bahan Baku dan Konsentrasi Asam Terhadap Ekstraksi dan Karakteristik Pektin dari Limbah Kulit Pisang Kepok Kuning (*Musa balbisiana* ABB). Skripsi. Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Susanti, D., I. Hartati dan Suwardiyono. 2017. Ekstraksi Berbantu Gelombang Mikro Pektin Albedo Durian (*Durio zibethinus murray*). *Inovasi Teknik Kimia* 2(1): 19-23.

- Tarigan, Martha Angelina, Kaban, Irza Menka Devilianny, Hanum, Farida. 2012. Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*). *Jurnal Teknik Kimia*, Universitas Sumatera Utara.
- Torres, N. M., T. A. Talavera, H. E. Andrews, A. S. Contreras, dan N. Pacheco. 2017. Ultrasound Assisted Extraction for the Recovery of Phenolic Compounds from Vegetable Sources. *Agronomy* 7(47): 1-19.
- Wusnah., Z., dan Sulastri. 2015. Pengaruh pH dan Waktu Ekstraksi Terhadap Karakteristik Pektin dari Kulit Coklat. *Journal Teknologi Kimia Unimal* 4(2): 27-35





LAMPIRAN

Lampiran 1: Data Hasil Pektin Kulit Pisang dan Jeruk

A. Berat Rendemen Pektin Kulit Pisang dan Jeruk dengan Waktu Ekstraksi 30 menit

Frekuensi (KHz)	Taraf Intensitas (dB)	Berat Sampel Kulit Pisang (gr)	Hasil Pektin Kulit Pisang (gr)	Rendemen Pektin Kulit Pisang (%)	Rata-rata Rendemen Pektin Kulit Pisang (%)
40	0	25	0,11	0,44	0,44
			0,10	0,40	
			0,12	0,48	
	86		0,11	0,44	0,46
			0,11	0,44	
			0,12	0,48	
	88		0,12	0,48	0,48
			0,11	0,44	
			0,13	0,52	
	90		0,11	0,44	0,48
			0,12	0,48	
			0,13	0,52	
	92		0,14	0,56	0,55
			0,13	0,52	
			0,15	0,60	
94	0,16	0,64	0,68		
	0,17	0,68			
	0,18	0,72			

Descriptives								
rendemen pisang								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
tanpa intensitas	3	.4400	.04000	.02309	.3406	.5394	.40	.48
86	3	.4533	.02309	.01333	.3960	.5107	.44	.48

88	3	.4800	.04000	.02309	.3806	.5794	.44	.52
90	3	.4800	.04000	.02309	.3806	.5794	.44	.52
92	3	.5600	.04000	.02309	.4606	.6594	.52	.60
94	3	.6800	.04000	.02309	.5806	.7794	.64	.72
Total	18	.5156	.09089	.02142	.4704	.5608	.40	.72

Test of Homogeneity of Variances			
rendemen pisang			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.087	5	12	.993

ANOVA					
rendemen pisang					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.123	5	.025	17.350	.000
Within Groups	.017	12	.001		
Total	.140	17			

rendemen pisang				
Duncan				
intensitas gelombang ultrasonik	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
tanpa intensitas	3	.4400		
86	3	.4533		
88	3	.4800		
90	3	.4800		
92	3		.5600	
94	3			.6800
Sig.		.251	1.000	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				

Frekuensi (KHz)	Taraf Intensitas (dB)	Berat Sampel Kulit Jeruk (gr)	Hasil Pektin Kulit Jeruk (gr)	Rendemen Pektin Kulit Jeruk (%)	Rata-rata Rendemen Pektin Kulit Jeruk (%)
40	0	10	0,80	8,00	8,03
			0,80	8,00	
			0,81	8,10	
	86		0,85	8,50	8,50
			0,84	8,40	
			0,86	8,60	
	88		0,86	8,60	8,65
			0,85	8,50	
			0,87	8,70	
	90		0,88	8,80	8,80
			0,88	8,80	
			0,88	8,80	
	92		0,92	9,20	9,20
			0,91	9,10	
			0,93	9,30	
	94		0,93	9,30	9,33
			0,94	9,40	
			0,93	9,30	

Test of Homogeneity of Variances			
rendemen jeruk			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.131	5	12	.396

ANOVA					
rendemen jeruk					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.431	5	.686	112.291	.000
Within Groups	.073	12	.006		
Total	3.504	17			

Descriptives								
rendemen jeruk								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
tanpa intensitas	3	8.0333	.05774	.03333	7.8899	8.1768	8.00	8.10
86	3	8.5000	.10000	.05774	8.2516	8.7484	8.40	8.60
88	3	8.6000	.10000	.05774	8.3516	8.8484	8.50	8.70
90	3	8.8000	.00000	.00000	8.8000	8.8000	8.80	8.80
92	3	9.2000	.10000	.05774	8.9516	9.4484	9.10	9.30
94	3	9.3333	.05774	.03333	9.1899	9.4768	9.30	9.40
Total	18	8.7444	.45403	.10702	8.5187	8.9702	8.00	9.40

rendemen jeruk					
Duncan					
intensitas gelombang ultrasonik	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
tanpa intensitas	3	8.0333			
86	3		8.5000		
88	3		8.6000		
90	3			8.8000	
92	3				9.2000
94	3				9.3333
Sig.		1.000	.143	1.000	.059
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.					

B. Berat Rendemen Pektin Kulit Pisang dan Jeruk dengan Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik 94 dB

Frekuensi (KHz)	Waktu Ekstraksi (menit)	Berat Sampel Kulit Pisang (gr)	Hasil Pektin Kulit Pisang (gr)	Rendemen Pektin Kulit Pisang (%)	Rata-rata Rendemen Pektin Kulit Pisang (%)
40	10	25	0,11	0,44	0,44
			0,10	0,40	
			0,12	0,48	
	15		0,11	0,44	0,48
			0,12	0,48	
			0,13	0,52	
	20		0,13	0,52	0,56
			0,14	0,56	
			0,15	0,60	
	25		0,14	0,56	0,60
			0,15	0,60	
			0,16	0,64	
	30		0,16	0,64	0,64
			0,15	0,60	
			0,17	0,68	

Descriptives								
rendemen pisang waktu								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
10	3	.4400	.04000	.02309	.3406	.5394	.40	.48
15	3	.4800	.04000	.02309	.3806	.5794	.44	.52
20	3	.5600	.04000	.02309	.4606	.6594	.52	.60
25	3	.6000	.04000	.02309	.5006	.6994	.56	.64
30	3	.6400	.04000	.02309	.5406	.7394	.60	.68
Total	15	.5440	.08390	.02166	.4975	.5905	.40	.68

Test of Homogeneity of Variances			
rendemen pisang waktu			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.000	4	10	1.000

ANOVA					
rendemen pisang waktu					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.083	4	.021	12.900	.001
Within Groups	.016	10	.002		
Total	.099	14			

rendemen pisang waktu				
Duncan				
lama waktu gelombang ultrasonik	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
10	3	.4400		
15	3	.4800		
20	3		.5600	
25	3		.6000	.6000
30	3			.6400
Sig.		.249	.249	.249
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				

Frekuensi (KHz)	Waktu Ekstraksi (menit)	Berat Sampel Kulit Jeruk (gr)	Hasil Pektin Kulit Jeruk (gr)	Rendemen Pektin Kulit Jeruk (%)	Rata-rata Rendemen Pektin Kulit Jeruk (%)
40	10	10	0,68	6,80	6,80
			0,67	6,70	
			0,69	6,90	
			0,63	6,30	6,37

	15		0,64	6,40	
			0,65	6,50	
	20		0,61	6,10	5,90
			0,58	5,80	
			0,58	5,80	
	25		0,58	5,80	5,90
			0,61	6,10	
			0,58	5,80	
	30		0,54	5,40	5,40
			0,55	5,50	
			0,53	5,30	

Test of Homogeneity of Variances			
rendemen jeruk waktu			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.200	4	10	.369

ANOVA					
rendemen jeruk waktu					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.444	4	.861	47.833	.000
Within Groups	.180	10	.018		
Total	3.624	14			

Descriptives								
rendemen jeruk waktu								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
10	3	6.8000	.10000	.05774	6.5516	7.0484	6.70	6.90
15	3	6.4000	.10000	.05774	6.1516	6.6484	6.30	6.50
20	3	5.9000	.17321	.10000	5.4697	6.3303	5.80	6.10
25	3	5.9000	.17321	.10000	5.4697	6.3303	5.80	6.10
30	3	5.4000	.10000	.05774	5.1516	5.6484	5.30	5.50
Total	15	6.0800	.50878	.13137	5.7982	6.3618	5.30	6.90

rendemen jeruk waktu					
Duncan					
lama waktu gelombang ultrasonik	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
30	3	5.4000			
20	3		5.9000		
25	3		5.9000		
15	3			6.4000	
10	3				6.8000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.					

C. Berat Ekvivalen Pektin Kulit Pisang dan Jeruk dengan Waktu Ekstraksi 30 Menit

Frekuensi (KHz)	Taraf Intensitas (dB)	Berat Sampel Kulit Pisang (mgr)	Volume NaOH (ml)	Konsentrasi NaOH (N)	Berat Ekvivalen Kulit Pisang (gr)	Rata-rata Berat Ekvivalen Kulit Pisang (gr)
40	0	100	0,40	0,1	2,50	2,50
			0,39		2,56	
			0,41		2,44	
	86		0,38		2,63	2,73
			0,36		2,78	
			0,37		2,70	
	88		0,21		4,76	4,29
			0,24		4,17	
			0,24		4,17	
	90		0,11		9,09	7,50
			0,14		7,14	
			0,14		7,14	
	92		0,29		3,45	3,75
			0,26		3,85	
			0,26		3,85	
	94		0,26		3,85	3,75
			0,27		3,70	
			0,28		3,57	

Descriptives								
berat ekuivalen pisang								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
tanpa intensitas	3	2.5000	.06000	.03464	2.3510	2.6490	2.44	2.56
86	3	2.7033	.07506	.04333	2.5169	2.8898	2.63	2.78
88	3	4.3667	.34064	.19667	3.5205	5.2129	4.17	4.76

90	3	7.7900	1.12583	.65000	4.9933	10.5867	7.14	9.09
92	3	3.7167	.23094	.13333	3.1430	4.2904	3.45	3.85
94	3	3.7067	.14012	.08090	3.3586	4.0547	3.57	3.85
Total	18	4.1306	1.85367	.43691	3.2087	5.0524	2.44	9.09

Test of Homogeneity of Variances			
berat ekuivalen pisang			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
10.536	5	12	.000

ANOVA					
berat ekuivalen pisang					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	55.482	5	11.096	45.423	.000
Within Groups	2.931	12	.244		
Total	58.413	17			

berat ekuivalen pisang				
Duncan				
intensitas gelombang ultrasonik	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
tanpa intensitas	3	2.5000		
86	3	2.7033		
94	3		3.7067	
92	3		3.7167	
88	3		4.3667	
90	3			7.7900
Sig.		.623	.145	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				

Frekuensi (KHz)	Taraf Intensitas (dB)	Berat Sampel Kulit Jeruk (mgr)	Volume NaOH (ml)	Konsentrasi NaOH (N)	Berat Ekuivalen Kulit Jeruk (gr)	Rata-rata Berat Ekuivalen Kulit Jeruk (gr)
40	0	500	1,43	0,1	3,50	3,50
			1,42		3,52	

			1,44		3,47	
	86		1,01		4,95	4,85
			1,04		4,81	
			1,04		4,81	
	88		0,87		5,75	5,75
			0,88		5,68	
			0,86		5,81	
	90		0,83		6,02	6,02
			0,84		5,95	
			0,82		6,09	
	92		1,10		4,54	4,54
			1,00		5,00	
			1,20		4,17	
	94		1,20		4,17	4,54
			1,10		4,54	
			1,00		5,00	

Descriptives								
berat ekivalen jeruk								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
tanpa intensitas	3	3.4967	.02517	.01453	3.4342	3.5592	3.47	3.52
86	3	4.8567	.08083	.04667	4.6559	5.0575	4.81	4.95
88	3	5.7467	.06506	.03756	5.5850	5.9083	5.68	5.81
90	3	6.3533	.51791	.29902	5.0668	7.6399	6.02	6.95
92	3	4.5700	.41581	.24007	3.5371	5.6029	4.17	5.00
94	3	4.5700	.41581	.24007	3.5371	5.6029	4.17	5.00
Total	18	4.9322	.97878	.23070	4.4455	5.4190	3.47	6.95

Test of Homogeneity of Variances			
berat ekivalen jeruk			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.502	5	12	.035

ANOVA					
berat ekivalen jeruk					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	15.035	5	3.007	28.848	.000
Within Groups	1.251	12	.104		
Total	16.286	17			

berat ekivalen jeruk					
Duncan					
intensitas gelombang ultrasonik	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
tanpa intensitas	3	3.4967			

92	3		4.5700		
94	3		4.5700		
86	3		4.8567		
88	3			5.7467	
90	3				6.3533
Sig.		1.000	.321	1.000	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.					

D. Berat Ekvivalen Pektin Kulit Pisang dan Jeruk dengan Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik 94 dB

Frekuensi (KHz)	Waktu Ekstraksi (menit)	Berat Sampel Kulit Pisang (mgr)	Volume NaOH (ml)	Konsentrasi NaOH (N)	Berat Ekuivalen Kulit Pisang (gr)	Rata-rata Berat Ekuivalen Kulit Pisang (gr)
40	10	100	0,21	0,1	4,76	4,29
			0,24		4,17	
			0,24		4,17	
	15		0,20		5,00	5,00
			0,19		5,26	
			0,21		4,76	
	20		0,21		4,76	5,00
			0,20		5,00	
			0,19		5,26	
	25		0,22		4,54	5,00
			0,19		5,26	
			0,19		5,26	
	30		0,25		4,00	3,75
			0,28		3,57	
			0,28		3,57	

Descriptives								
berat ekivalen pisang								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
10	3	4.3667	.34064	.19667	3.5205	5.2129	4.17	4.76
15	3	5.0067	.25007	.14438	4.3855	5.6279	4.76	5.26
20	3	5.0067	.25007	.14438	4.3855	5.6279	4.76	5.26
25	3	5.0200	.41569	.24000	3.9874	6.0526	4.54	5.26
30	3	3.7133	.24826	.14333	3.0966	4.3300	3.57	4.00
Total	15	4.6227	.59682	.15410	4.2922	4.9532	3.57	5.26

Test of Homogeneity of Variances			
berat ekivalen pisang			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.852	4	10	.524

ANOVA					
berat ekivalen pisang					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.036	4	1.009	10.608	.001
Within Groups	.951	10	.095		
Total	4.987	14			

berat ekivalen pisang				
Duncan				
lama waktu gelombang ultrasonik	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
30	3	3.7133		
10	3		4.3667	
15	3			5.0067
20	3			5.0067

25	3			5.0200
Sig.		1.000	1.000	.961
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				

Frekuensi (KHz)	Waktu Ekstraksi (menit)	Berat Sampel Kulit Jeruk (mgr)	Volume NaOH (ml)	Konsentrasi NaOH (N)	Berat Ekuivalen Kulit Jeruk (gr)	Rata-rata Berat Ekuivalen Kulit Jeruk (gr)
40	10	500	0,90	0,1	5,55	5,55
			0,91		5,49	
			0,89		5,62	
	15		0,89		5,62	5,75
			0,86		5,81	
			0,86		5,81	
	20		0,82		6,09	6,02
			0,83		6,02	
			0,84		5,95	
	25		0,72		6,94	7,14
			0,69		7,25	
			0,69		7,25	
	30		0,90		5,55	5,55
			0,91		5,49	
			0,89		5,62	

Descriptives								
berat ekuivalen jeruk waktu								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
10	3	5.5533	.06506	.03756	5.3917	5.7150	5.49	5.62
15	3	5.7467	.10970	.06333	5.4742	6.0192	5.62	5.81
20	3	6.0200	.07000	.04041	5.8461	6.1939	5.95	6.09
25	3	7.1467	.17898	.10333	6.7021	7.5913	6.94	7.25
30	3	5.5533	.06506	.03756	5.3917	5.7150	5.49	5.62
Tot	15	6.0040	.62393	.16110	5.6585	6.3495	5.49	7.25

al								
----	--	--	--	--	--	--	--	--

Test of Homogeneity of Variances			
berat ekivalen jeruk waktu			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.746	4	10	.089

ANOVA					
berat ekivalen jeruk waktu					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.335	4	1.334	116.115	.000
Within Groups	.115	10	.011		
Total	5.450	14			

berat ekivalen jeruk waktu				
Duncan				
lama waktu gelombang ultrasonik	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
10	3	5.5533		
30	3	5.5533		
15	3	5.7467		
20	3		6.0200	
25	3			7.1467
Sig.		.061	1.000	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				

E. Gugus Fungsi Pektin Kulit Pisang dengan Paparan Gelombang Ultrasonik

No.	Area (Bilangan Gelombang (cm ⁻¹))	Gugus	Senyawa
1	3406,85	-OH	Hidroksil
2	2935,48	C-H	Alkil
3	1741,46	-C=O	Karboksil

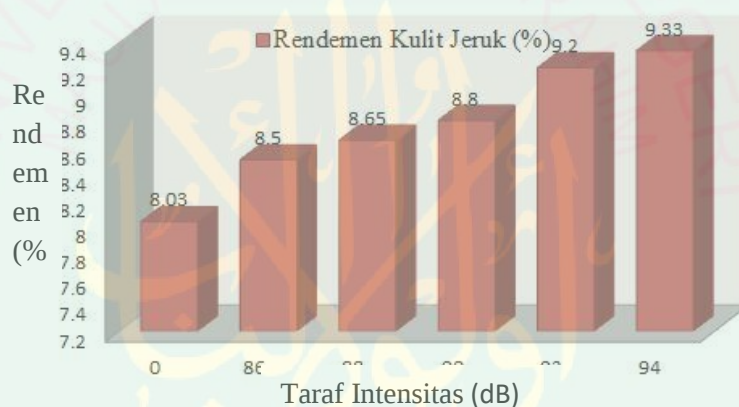
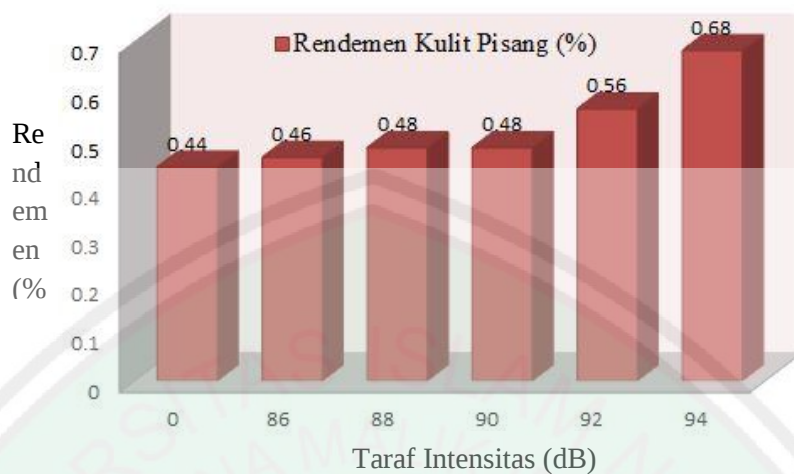
4	1438,26	-CH ₃	Metoksil
5	1143,98	C=O	Alkohol, Eter
6	1019,35	-O-	Eter

F. Gugus Fungsi Pektin Kulit Jeruk dengan Paparan Gelombang Ultrasonik

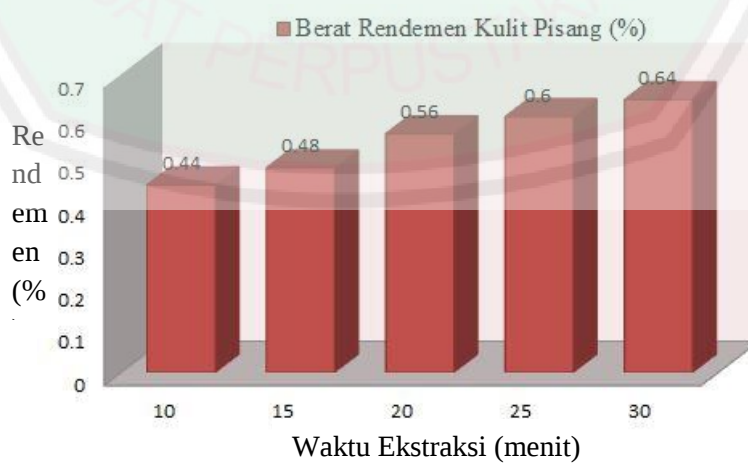
No.	Area (Bilangan Gelombang (cm ⁻¹))	Gugus	Senyawa
1	3410,76	-OH	Hidroksil
2	2952,60	C-H	Alkil
3	1746,28	-C=O	Karboksil
4	1444,44	-CH ₃	Metoksil
5	1147,80	C=O	Alkohol, Eter
6	1017,71	-O-	Eter

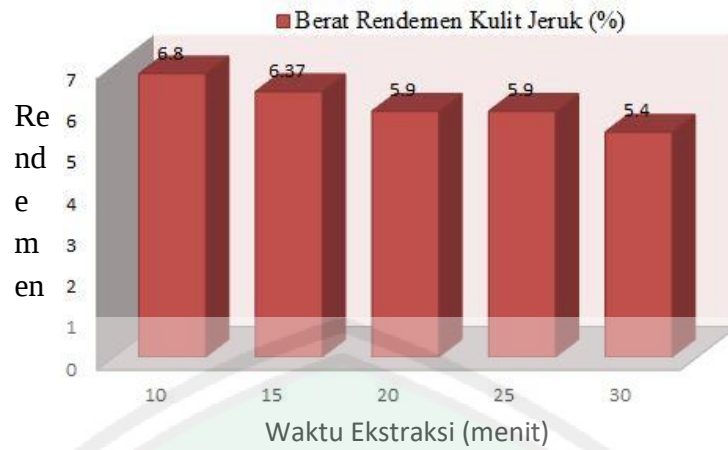
Lampiran 2: Diagram Data Hasil Pektin Kulit Pisang dan Jeruk

A. Rendemen Pektin Kulit Pisang dan Jeruk dengan Waktu Ekstraksi 30 Menit

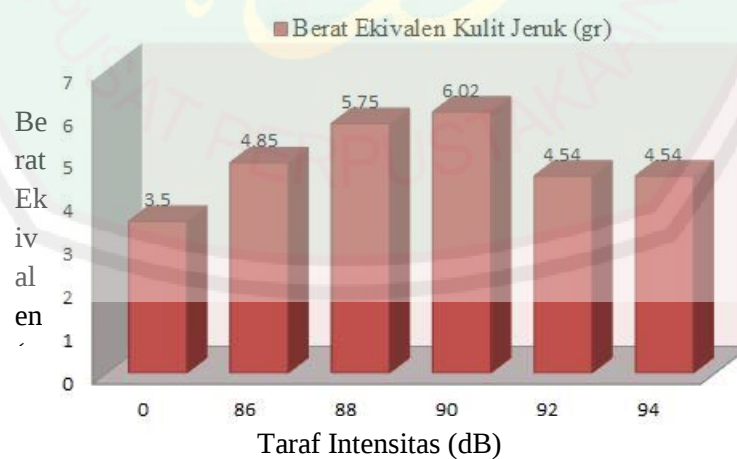
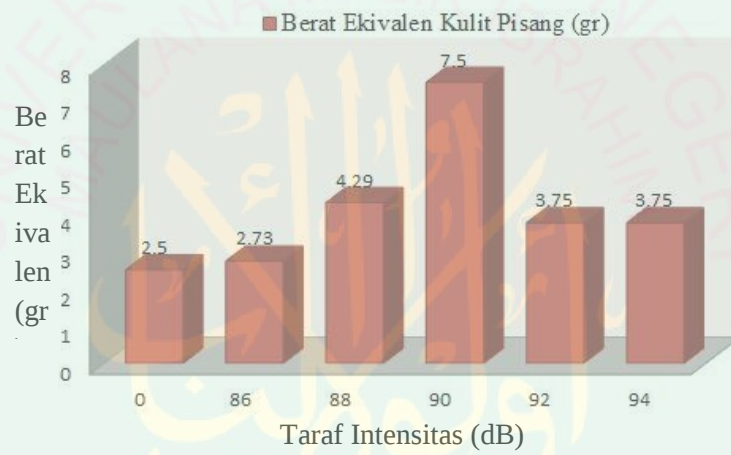


B. Rendemen Pektin Kulit Pisang dan Jeruk dengan Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik 94 dB

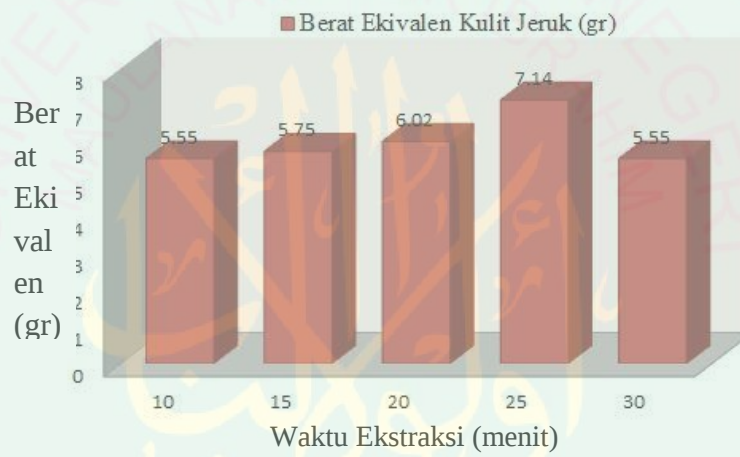
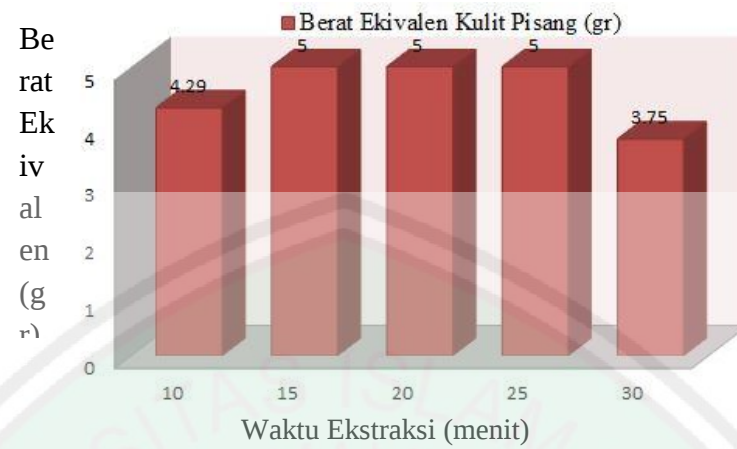




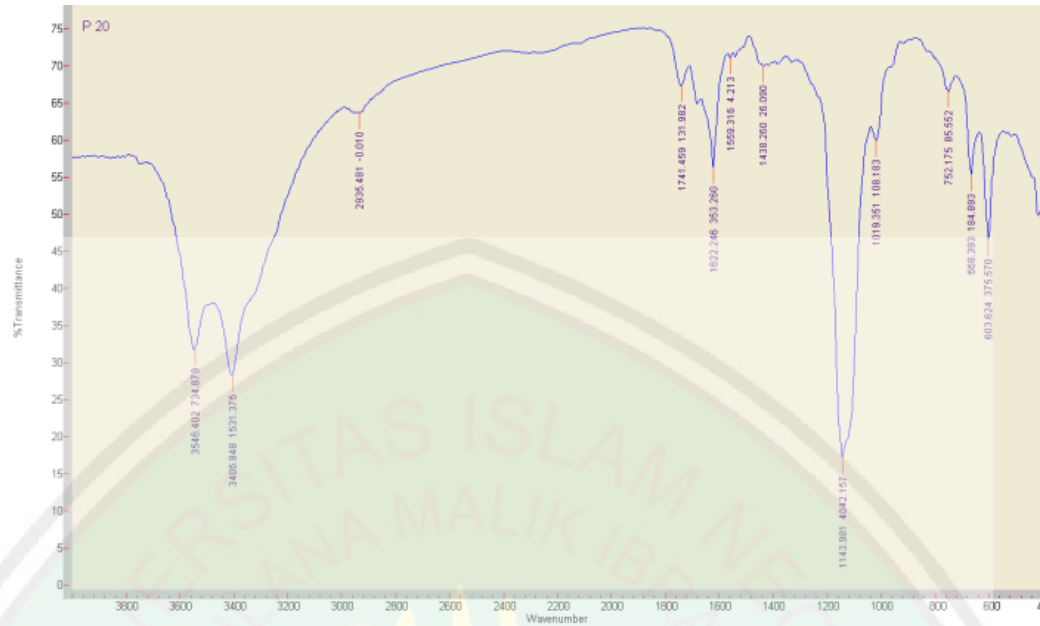
C. Berat Ekvivalen Pektin Kulit Pisang dan Jeruk dengan Waktu Ekstraksi 30 menit



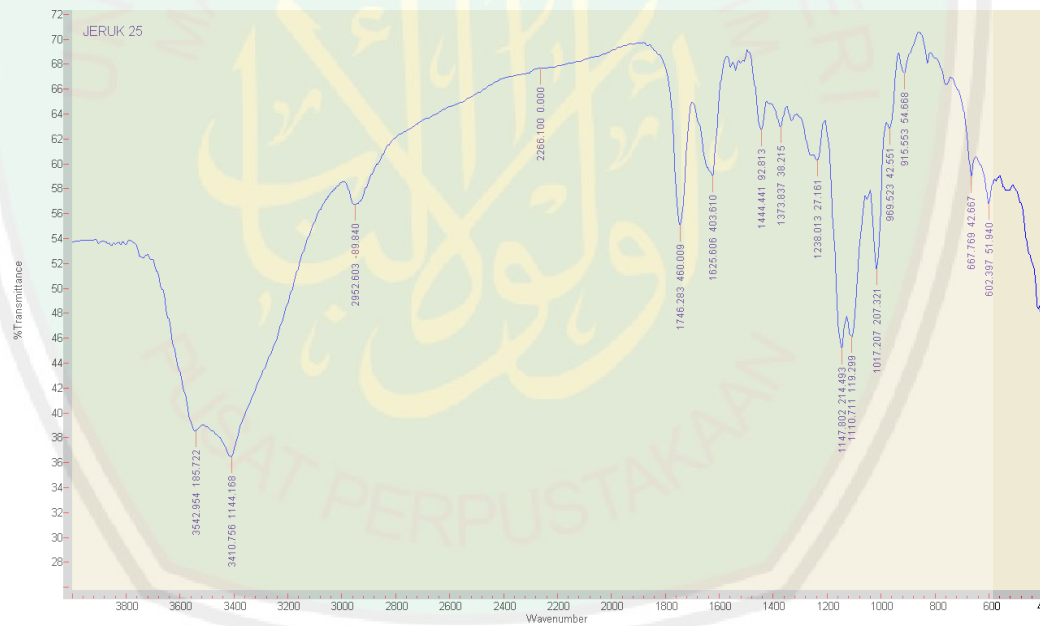
D. Berat Ekvivalen Pektin Kulit Pisang dan Jeruk dengan Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik 94 dB



E. Gugus Fungsi Pektin Kulit Pisang dengan Paparan Gelombang Ultrasonik



F. Gugus Fungsi Pektin Kulit Jeruk dengan Paparan Gelombang Ultrasonik



Lampiran 3. Documentasi Alat dan Bahan Penelitian



Kulit Pisang



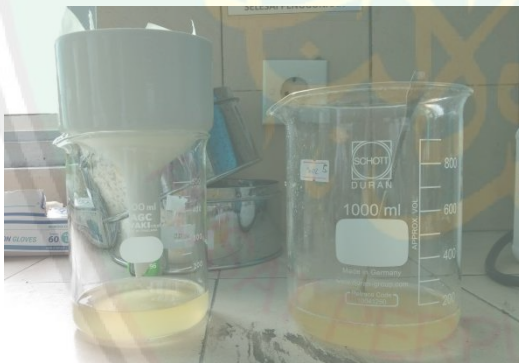
Kulit Jeruk



Serbuk kulit pisang yang dilarutkan dalam larutan asam sulfat



Proses ekstraksi



Penyaringan ekstrak kulit jeruk



Penyaringan ekstrak kulit jeruk



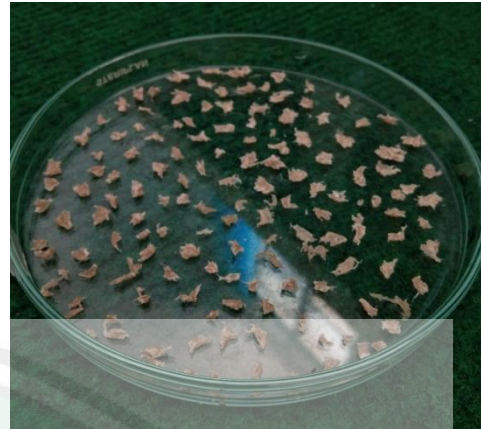
Pengendapan pektin kulit pisang menggunakan etanol



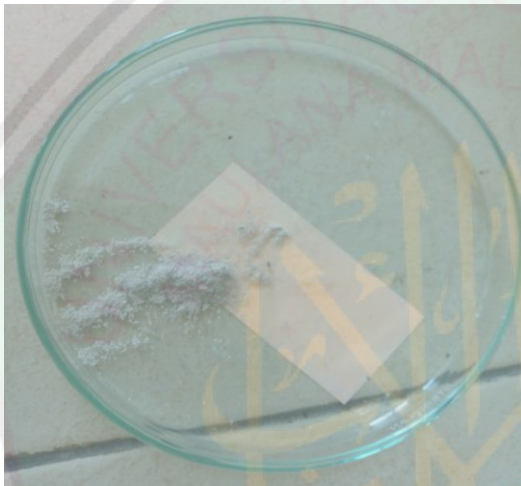
Pengendapan pektin kulit Jeruk menggunakan etanol



Pektin basah kulit jeruk



Pektin kering kulit jeruk



Pektin kering kulit pisang



Penghalusan pektin kering kulit jeruk



Hasil setelah titrasi