

**EFEKTIVITAS INTENSITAS DAN WAKTU PEMAPARAN
GELOMBANG ULTRASONIK TERHADAP KADAR METOKSIL,
GALAKTURONAT, DAN DERAJAT ESTERIFIKASI RENDEMEN
PEKTIN KULIT PISANG KEPOK (*Musa balbisiana* ABB)**

SKRIPSI

Oleh :
SRI WAHYUNI
NIM. 16640025



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

**EFEKTIVITAS INTENSITAS DAN WAKTU PEMAPARAN
GELOMBANG ULTRASONIK TERHADAP KADAR METOKSIL,
GALAKTURONAT, DAN DERAJAT ESTERIFIKASI RENDEMEN
PEKTIN KULIT PISANG KEPOK (*Musa balbisiana* ABB)**

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:

**SRI WAHYUNI
NIM. 16640025**

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

HALAMAN PERSETUJUAN

EFEKTIVITAS INTENSITAS DAN WAKTU PEMAPARAN
 GELOMBANG ULTRASONIK TERHADAP KADAR METOKSIL,
 GALAKTURONAT, DAN DERAJAT ESTERIFIKASI RENDEMEN
 PEKTIN KULIT PISANG KEPOK (*Musa balbisiana* ABB)

SKRIPSI

Oleh:

Sri Wahyuni
 NIM 16640025

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diujikan
 Tanggal 07 Desember 2020

Pembimbing I



Dr. H. M. Tirono, M.Si
 NIP.196412111991111 1 001

Pembimbing II



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



Mengetahui,
 Ketua Jurusan Fisika

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

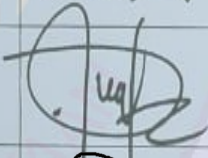
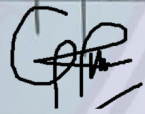
HALAMAN PENGESAHAN

EFEKTIVITAS INTENSITAS DAN WAKTU PEMAPARAN
GELOMBANG ULTRASONIK TERHADAP KADAR METOKSIL,
GALAKTURONAT, DAN DERAJAT ESTERIFIKASI RENDEMEN
PEKTIN KULIT PISANG KEPOK (*Musa balbistana ABB*)

SKRIPSI

Oleh:
Sri Wahyuni
NIM. 16640025

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji
dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal 15 Desember 2020

Penguji Utama :	<u>Dr. Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Ketua Penguji :	<u>Irian, M.Si</u> NIP. 19691231 200604 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

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

HALAMAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sri Wahyuni

NIM : 16640025

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains Dan Teknologi

Judul Penelitian : Efektivitas Intensitas dan Waktu Pemaparan Gelombang Ultrasonik Terhadap Kadar Metoksil, Galakturonat, dan Derajat Esterifikasi Rendemen Pektin Kulit Pisang (*Musa balbisiana* ABB)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya 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 kutip dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 17 Desember 2020
Yang Membuat Pernyataan



Sri Wahyuni
NIM. 16640025

MOTTO

Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan (Q. S Al-Insyirah: 5-6).

Kita Pintar Karna Kita Belajar,
Kita Mampu Karna Kita Mau,
Dan Kita Bisa Karna Kita Terbiasa

“ Jika kamu lelah untuk menuntut ilmu, maka ingatlah kedua orang tuamu yang tak pernah lelah bekerja dan selalu berharap akan masa depanmu kelak “

Ingat !!

You Can Do It Karna Allah



HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Syukur Alhamdulillah hamba panjatkan kepada-Mu ya Allah

Yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah, memberikan nikmat kesehatan, kesabaran, serta ilmu pengetahuan.

Karya Sederhana Ini Kupersembahkan Untuk:

Keluarga tercinta:

Bapak Sutiyono, Ibu Sukini dan Adik Supriadi

Yang senantiasa memberikan kasih sayang, menyebut namaku dalam setiap do'a serta mendidiku dengan sepenuh hati. Bapak ibukku kalian adalah pelita hidupku adikku penghiburku. Keluargaku kalian adalah tujuan hidupku. Semoga Allah mengumpulkan keluarga kita di surga-Nya kelak.

Keluarga Besar Pondok Pesantren Al-Azkiya'

Yang selalu memberi dukungan do'a dan semangat dan pengalaman yang berharga. Semoga Allah memudahkan segala urusan kedepannya dunia maupun akhirat.

**Seluruh Dosen Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Khususnya Dosen Pembimbing Yaitu bpaka Dr. H. M. Tirono, M. Si dan Ibu Erna
Hastuti, S, Si**

Yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, serta ilmu pengetahuan yang sangat berharga. Semoga Allah membalas dengan sebaik-baik balasan.

Sahabat-sahabatku seperjuangan

khususnya fisika angkatan 2016

Berbagai pengalaman telah kita lalui bersama baik suka maupun duka. Terim kasih atas canda, tawa, semangat, serta do'a yang kalian hadirkan hingga saat ini. Dan kalianlah aku banyak belajar dan saling berbagi ilmu pengetahuan. Semoga Allah menjadikan kita orang-orang yang sukses kedepannya di dunia maupun di akhirat.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah Robbil'alamin, 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 jahililah menuju zaman islamiyah.

Penulis menyadari bahwa proposal 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 proposal skripsi ini dengan baik.
5. Keluarga tercinta khususnya bapak, ibu dan adik yang selalu mendo'akan serta memberikan dukungan yang luar biasa berharga.
6. Ustadz Khudori sholeh, ustadzah erik dan untuk keluarga besar pondok pesantren Al-azkiya' khususnya kepada miftakhul mufarakha, fithrotul Azizah, Nani Triastuti yang selalu mendo'akan dan memberikan arahan dalam penulisan skripsi ini.

7. Teman-teman Fisika angkatan 2016 khususnya Dedik setiawan dan Fakhriyah sebagai patner penelitian yang selalu memberikan semangat saat menyusun proposal skripsi ini.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyelesaian proposal skripsi ini.

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

Malang, 01 Oktober 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Gelombang Ultrasonik	7
2.1.1 Gelombang Ultrasonik	7
2.1.2 Energi dan Intensitas Gelombang Ultrasonik	8
2.1.3 Hubungan Jarak dengan Intensitas Gelombang Ultrasonik	9
2.1.4 Hubungan Gelombang Amplitudo dan Frekuensi Terhadap Intensitas Gelombang Ultrasonik	10
2.1.5 Efek Gelombang Ultrasonik dengan Kavitasasi pada Pektin Kulit Pisang	12
2.1.6 Sifat Gelombang Ultrasonik	15
2.1.7 Gelombang Bunyi dalam Cairan	16
2.2 Pektin	16
2.2.1 Pengertian, Sumber dan Struktur Pektin	16
2.2.2 Karakteristik Pektin	19
2.3 Buah Pisang Dalam Al-Qur'an	26
2.4 Ekstraksi Pektin Menggunakan Gelombang Ultrasonik	27
2.5 Asam Sulfat (H_2SO_4)	29
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Jenis dan Subjek Penelitian	31
3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian	31
3.3 Alat dan Bahan	31
3.3.1 Alat	31
3.3.2 Bahan	32
3.4 Alur Penelitian	33
3.5 Langkah Percobaan	35
3.5.1 Produksi Pektin	35

3.5.2 Karakteristik Pektin Hasil Ekstraksi	37
3.6 Teknik Pengambilan Data.....	38
3.6.1 Perhitungan Kadar Metoksil	38
3.6.2 Perhitungan Kadar Galakturonat.....	39
3.6.3 Perhitungan Derajat Esterifikasi	40
3.7 Analisis Data	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Data Hasil Penelitian.....	41
4.1.1 Kadar Metoksil.....	42
4.1.2 Kadar Galakturonat	46
4.1.3 Derajat Esterifikasi.....	50
4.2 Pembahasan.....	54
4.2.1 Kadar Metoksil.....	54
4.2.2 Kadar Galakturonat	56
4.2.3 Derajata Esterifikasi	58
4.3 Efektivitas Intensitas dan Waktu Pemaparan Geombang Ultrasonik	
4. 4 Pemanfatan Limbah Kulit Pisang Menurut Pandangan Islam	60
BAB V PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prinsip Kavitasi Akustik	13
Gambar 2.2	Kavitasi Gelembung Rusak dan Melepaskan Bahan Tanaman	14
Gambar 2.3	Gelombang Ultrasonik Datang dengan Normal pada Bidang Batas Medium 1 dan Medium 2.....	15
Gambar 2.4	Struktur Dinding Sel Tumbuhan.....	18
Gambar 2.5	Pisang Kepok	21
Gambar 3.1	Diagram Alur Penelitian	33
Gambar 3.2	Rangkaian Alat Gelombang Ultrasonik	35
Gambar 4.1	Kadar Metoksil Pektin Kulit Pisang Variasi Taraf Intensitas	43
Gambar 4.2	Kadar Metoksil Pektin Kulit Pisang variasi Waktu Perlakuan	45
Gambar 4.3	Kadar Galakturonat Pektin Kulit Pisang Variasi Taraf Intensitas	47
Gambar 4.4	Kadar Galakturonat Pektin Kulit Pisang Variasi Waktu Perlakuan	49
Gambar 4.5	Derajat Esterifikasi Pektin Kulit Pisang Variasi Taraf Intensitas	51
Gambar 4.6	Derajat Esterifikasi Pektin Kulit Pisang Variasi Waktu Perlakuan	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kandungan Pektin pada Beberapa Buah dan Sayuran.....	17
Tabel 2.2	Standar Mutu Pektin	19
Tabel 2.3	Struktur dan Tekstur Kandungan Metoksil.....	25
Tabel 2.4	Sifat Fisika dan Sifat Kimia pada Asam Sulfat (H_2SO_4).....	30
Tabel 3.1	Pengolahan Data Kadar Metoksil Kulit Buah Pisang dengan Variasi Intensitas	38
Tabel 3.2	Pengolahan Data Kadar Metoksil Kulit Buah Pisang dengan Variasi Waktu.....	39
Tabel 3.3	Pengolahan Data Kadar Galakturonat Kulit Buah Pisang dengan Variasi Intensitas	39
Tabel 3.4	Pengolahan Data Kadar Galakturonat Kulit Buah Pisang dengan Variasi Waktu.....	39
Tabel 3.5	Pengolahan Data Derajat Esterifikasi Kulit Buah Pisang dengan Variasi Intensitas	40
Tabel 3.6	Pengolahan Data Derajat Esterifikasi Kulit Buah Pisang dengan Variasi Waktu.....	40
Tabel 4.1	Data Hasil Kadar Metoksil Pektin Kulit Pisang Variasi Taraf Intensitas dengan Waktu perlakuan 30 Menit.....	42
Tabel 4.2	Data Hasil Kadar Metoksil Pektin Kulit Pisang Variasi Waktu Perlakuan dengan Taraf Intensitas 94 dB	44
Tabel 4.3	Data Hasil Kadar Galakturonat Pektin Kulit Pisang Variasi Taraf Intensitas dengan Waktu perlakuan 30 Menit	46
Tabel 4.4	Data Hasil Kadar Galakturonat Pektin Kulit Pisang Variasi Waktu Perlakuan dengan Taraf Intensitas 94 dB.....	48
Tabel 4.5	Data Hasil Derajat Esterifikasi Pektin Kulit Pisang Variasi Taraf Intensitas dengan Waktu perlakuan 30 Menit	50
Tabel 4.6	Data Hasil Derajat Esterifikasi Pektin Kulit Pisang Variasi Waktu Perlakuan dengan Taraf Intensitas 94 dB	52

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Perhitungan Data Hasil Penelitian
- Lampiran 2. Analisis Statistik
- Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian



ABSTRAK

Wahyuni, Sri. 2020. **Efektivitas Intensitas Dan Waktu Pemaparan Gelombang Ultrasonik Terhadap Kadar Metoksil, Galakturonat, dan Derajat Esterifikasi Rendemen Pektin Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* ABB)**. Skripsi: Jurusan Fisika Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (1) Dr. H. M. Tirono, M. Si (II) Erna Hastuti, M.Si

Kata Kunci: Kulit Pisang, Pektin, Gelombang Ultrasonik

Limbah kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan pektin. Pektin banyak dimanfaatkan dalam dunia industri makanan, dikarenakan Pektin memiliki kemampuan gel yang baik. Penelitian ini dilakukan ekstraksi pektin dengan bahan baku kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* ABB) dan gelombang ultrasonik digunakan mempercepat proses ekstraksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui intensitas dan waktu pemaparan gelombang ultrasonik yang paling efektif terhadap kadar metoksil, galakturonat, dan derajat esterifikasi rendemen pektin yang dihasilkan. Gelombang ultrasonik yang digunakan memiliki frekuensi 40 kHz dengan variasi taraf intensitas dan waktu perlakuan. Diperoleh karakteristik pektin pada taraf intensitas 86, 88, 90, 92, dan 94 dB dengan waktu konstan 30 menit kadar metoksil berkisar 20,87-24,69%, kadar galakturonat 125,55-144,91%, dan derajat esterifikasi 94,39-98,26%. Sedangkan karakteristik pektin pada waktu Perlakuan 10, 15, 20, 25 dan 30 menit dengan taraf intensitas 94 dB kadar metoksil berkisar 9,61-16,53%, kadar galakturonat 59,25-97,38%, dan derajat esterifikasi 92,06-96,38%. Hasil penelitian menunjukkan taraf intensitas gelombang ultrasonik memberikan pengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap kadar metoksil, galakturonat, dan derajat esterifikasi rendemen pektin kulit pisang. Intensitas dan waktu paling efektif adalah dengan taraf intensitas 94 dB dan lama waktu pemaparan 20 menit yang memenuhi standar IPPA.

ABSTRACT

Wahyuni, Sri. 2020. **The Effectiveness of Ultrasonic Wave Exposure Intensity and Time on Methoxyl, Galacturonic, and Esterification Degree of Pectin Rendement from Kepok Banana Peels (*Musa balbisiana* ABB)**. Thesis: Department of Physics, Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (1) Dr. H. M. Tirono, M. Si (II) Erna Hastuti, M.Si

Keywords: Banana Peels, Pectin, Ultrasonic Wave

Banana peel waste can be used as a material for making pectin. Pectin is commonly used in the food industry because it acts like a gel. This research was carried out by extracting pectin from Kepok banana peel (*Musa balbisiana* ABB) and used ultrasonic waves to accelerate the extraction process. This research aims to determine the intensity and time of exposure of ultrasonic waves that were most effective against the levels of methoxyl, galacturonic, and the degree of esterification of the resulting pectin yield. The ultrasonic wave was used at a frequency of 40 kHz with variations in intensity and treatment time. Obtained characteristics of pectin at intensity levels of 86, 88, 90, 92, and 94 dB with a constant time of 30 minutes, methoxyl levels ranged from 20.87 to 24.69%, galacturonic levels from 125.55 to 144.91%, and degrees of esterification of 94.39-98.26%. While pectin characteristics at a treatment time of 10, 15, 20, 25, and 30 minutes with an intensity level of 94 dB, methoxyl levels ranged from 9.61-16.53%, galacturonic levels were 59.25-97.38%, and the degree of esterification was 92.06. - 96.38%. The results showed that the ultrasonic wave intensity level had a significant effect ($p < 0.05$) on the levels of methoxyl, galacturonic, and the degree of esterification of banana peel pectin yield. The most effective intensity and time are with an intensity level of 94 dB and an exposure time of 20 minutes that fulfill IPPA standards.

المخلص

واهيوبي ، سري. 2020. فاعلية الشدة ووقت التعرض للموجات فوق الصوتية على مستويات الميثوكسيل والجالاكتورونيك ودرجات استرة البكتين في قشر الموز كفاء (موس بلبيسان ابب). الأطروحة: قسم الفيزياء والعلوم والتكنولوجيا ، جامعة مولانا الإسلامية ، مالك إبراهيم مالانج. المستشارون: (1) الدكتور محمد الماجستير (II) ارناهستوت الماجستير.

كلمات الدالة : الموجات فوق الصوتية، البكتين، قشر الموز

يمكن استخدام نفايات قشر الموز كمواضع لصنع البكتين. يستخدم البكتين على نطاق واسع في صناعة المواد الغذائية ، لأن البكتين له قابلية جيدة للهلام. تم إجراء هذا البحث عن طريق استخلاص البكتين من المادة الخام لقشر الموز كفاء (موس بلبيسان ابب) واستخدمت الموجات فوق الصوتية لتسريع عملية الاستخلاص. الغرض من هذه الدراسة هو تحديد تأثير مستوى شدة الموجات فوق الصوتية على مستويات الميثوكسيل والجالاكتورونيك ودرجة أسترة محصول البكتين الناتج. الموجات فوق الصوتية المستخدمة لها تردد 40 كيلو هرتز مع اختلافات في مستوى الشدة ووقت العلاج. تم الحصول على خصائص البكتين بمستويات شدة تبلغ 86 و 88 و 90 و 92 و 94 ديسيبل مع وقت ثابت قدره 30 دقيقة ، وتراوحت مستويات الميثوكسيل من 20.87 إلى 24.69٪ ومستويات الجالاكتورونيك من 125.55 إلى 144.91٪ ودرجات الأسترة 94-39.98.26٪. بينما كانت خصائص البكتين في وقت العلاج 10 ، 15 ، 20 ، 25 و 30 دقيقة بمستوى إنتينستاس 94 ديسيبل ، تراوحت مستويات الميثوكسيل بين 9.61-16.53٪ ، ومستويات الجالاكتورونيك 59.25-97.38٪ ، ودرجة الأسترة 92.06-96.38٪. أظهرت النتائج أن مستوى شدة الموجات فوق الصوتية كان له تأثير معنوي ($p < 0.05$) على مستويات الميثوكسيل والجالاكتورونيك ودرجة أسترة محصول قشر الموز البكتين. أفضل علاج هو مستوى الشدة 94 ديسيبل ووقت الاستخراج 20 دقيقة الذي يفي بمعايير ف ا.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produksi pisang di Indonesia memiliki kedudukan pertama diantara jenis buah-buahan lainnya. Produksinya bisa mencapai 7,2 juta ton/tahun atau 27,37 % dari produksi buah nasional (Suhariyanto, 2018). Menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang produksi pisang pada tahun 2017 sebesar 9.724.243 ton/tahun dan mengalami kenaikan pada tahun 2018 yaitu 9.728.032 ton/tahun. Besarnya produksi pisang tentunya akan menghasilkan limbah kulit pisang dari 1/3 bagian buah, sehingga limbah yang dihasilkan dari kulit pisang sebesar 3.2 juta ton/tahun (BPS, 2019).

Kulit pisang secara umum dapat digunakan dalam pengolahan pembuatan cuka melalui proses fermentasi alkohol dan asam cuka, daun pisang biasanya digunakan sebagai pembungkus makanan tradisional Indonesia. Akan tetapi seiring dengan berjalannya waktu, masyarakat mulai jarang memanfaatkan limbah-limbah tersebut (Adinata, 2013). Disisi lain limbah kulit pisang merupakan bahan penghasil pektin, sehingga limbah kulit pisang ini bisa diolah kembali dan diambil ekstrak pektinya untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan makanan dan obat-obatan. Hal ini merupakan salah satu cara untuk menghindari perbuatan *tabdzir*. *tabdzir* adalah menghambur-hamburkan atau menyia-nyiakan sesuatu yang bisa dimanfaatkan, yang mana perbuatan tersebut dilarang oleh Allah sesuai dengan firman-Nya:

وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ {١٤١}

Artinya: "... Dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan." (Q. S Al-An'am [6]: 141)

Dalam tafsir Ibnu Katsir Ibnu Jurir memilih pendapat yang dikatakan oleh Atta, yaitu yang mengatakan bahwa makna ayat ini mengandung larangan bersikap berlebih-lebihan dalam segala hal. Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT melarang manusia bersikap *tabdzir*. Kata *tabdzir* dimaknakan sebagai membuang sesuatu yang masih dapat di olah kembali menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat. Akan tetapi jika sesuatu tersebut sudah tidak bisa dimanfaatkan kembali hal tersebut bukan termasuk *tabdzir*. Penelitian ini menggunakan limbah kulit pisang yang tidak digunakan lagi untuk di olah dan diambil ekstraknya sebagai bahan baku penghasil pembuatan makanan dan obat-obatan, sehingga menghasilkan sesuatu yang lebih bermanfaat.

Kulit pisang saat ini banyak digunakan sebagai sumber bahan penghasil pektin, pektin biasanya didapatkan dari beberapa tanaman pangan khususnya pada buah-buahan (Hariyati, 2006). Produksi pektin banyak dimanfaatkan pada dunia industri makanan terutama produk *jelly*, selai, makroni dan industri minuman seperti produk susu dan pengalengan. Hal tersebut disebabkan karena pektin memiliki kemampuan gel yang lebih optimum dan memiliki tekstur yang baik, kuat dan stabil (Fitriani, 2003). Pektin didapatkan dengan cara ekstraksi dan penambahan beberapa larutan yang dibantu dengan suhu yang tinggi untuk mempermudah proses pelepasan pektin pada kulit buah.

Proses ekstraksi pada umumnya menggunakan pemanas dengan pengadukan pada suhu yang tinggi di tambah pelarut tertentu. Proses tersebut terbilang sebagai proses yang banyak memakan waktu. Selain itu, proses ini juga dapat menurunkan kandungan pektin saat suhu yang digunakan terlalu tinggi. (Adhiksana, 2017).

Metode ekstraksi yang menggunakan gelombang ultrasonik adalah metode yang ditawarkan saat ini, metode ini memanfaatkan gelombang ultrasonik sebagai proses pelepasan kandungan pektin di dalam kulit buah, frekuensi akustik yang dikeluarkan lebih besar dari 20 kHz dapat menyebabkan terjadinya proses kavitasi pada dinding sel. Sehingga kandungan di dalam dinding sel dapat keluar dengan mudah. Selain itu, gelombang ultrasonik bersifat *non-destructive* dan *non-invasive*, sehingga dapat dimanfaatkan untuk proses ekstraksi serta mempercepat proses ekstraksinya (Kuldiloke, 2002). Kavitasi pada ultrasonik menghasilkan daya patah yang akan memecahkan dinding sel secara mekanis dan meningkatkan transfer material (Liu, 2010).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Adhiksana (2017) yang menggunakan gelombang ultrasonik untuk ekstraksi pektin dengan massa yang digunakan sebesar 5, 10, 20, 30 dan 40 gram. Diperoleh massa tertinggi pada pemanfaatan gelombang ultrasonik yaitu 20,0008 gram dengan hasil rendemen 25,59%. Semakin bertambah massa suatu bahan, maka hasil rendemen semakin meningkat. Akan tetapi setelah massa ditambahkan menjadi 30 dan 40 gram, rendemen justru mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan kemampuan pelarut dalam mengekstraksi pektin dari dinding sel terbatas akibat tidak sesuai antara jumlah pelarut dengan jumlah bahan.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Maryati (2018) yang menggunakan gelombang ultrasonik untuk ekstraksi pektin dengan lama waktu yang digunakan 20, 25, 30 dan 35 menit. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan lama waktu ekstraksi memberikan pengaruh signifikan ($P \leq 0,05$) terhadap asam galakturonat dan derajat esterifikasi. Perlakuan terbaik adalah pektin dengan lama waktu

ekstraksi 20 menit dengan sumber pemanas gelombang ultrasonik berfrekuensi 40 kHz.

Ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik juga dilakukan oleh Arimpi (2019) dalam penelitiannya menggunakan waktu pengendapan 14 jam, 16 jam, 18 jam, 20 jam dan konsentrasi etanol yang digunakan 75%, 85%, dan 95%. Hasil karakteristik pektin dalam percobaan berturut-turut: rendemen berkisar antara 16,44%-22,44%; 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%. Waktu pengendapan 18 jam dengan etanol 95% yang menghasilkan rendemen terbanyak dengan karakteristik pektin terbaik yang memenuhi standar IPPA.

Berdasarkan dari penelitian sebelumnya menjelaskan pengaruh gelombang ultrasonik terhadap kandungan pektin dengan variasi diantaranya suhu dan jenis larutan dengan berbagai keunggulannya, akan tetapi pada penelitian sebelumnya belum diketahui pengaruh intensitas dan lama waktu perlakuan gelombang ultrasonik pada proses ekstraksi pektin. Sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengaruh gelombang ultrasonik terhadap kandungan pektin dengan variasi intensitas dan lama waktu perlakuan. Berharap pada hasil penelitian ini dapat memberikan informasi dalam pengembangan pektin dan juga dapat memperbaiki kekurangan pada penelitian sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa intensitas gelombang ultrasonik yang efektif untuk memperoleh kadar metoksil, galakturonat dan derajat esterifikasi pektin dari kulit buah pisang kapok ?
2. Berapa waktu pemaparan gelombang ultrasonik yang efektif untuk memperoleh kadar metoksil, galakturonat dan derajat esterifikasi pektin dari kulit buah pisang kapok ?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui Berapa intensitas gelombang ultrasonik yang efektif untuk memperoleh kadar metoksil, galakturonat dan derajat esterifikasi pektin dari kulit buah pisang kapok
2. Mengetahui Berapa waktu pemaparan gelombang ultrasonik yang efektif untuk memperoleh kadar metoksil, galakturonat dan derajat esterifikasi pektin dari kulit buah pisang kapok

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Untuk memberikan informasi pada pembaca tentang berapa intensitas dan waktu pemaparan gelombang ultrasonik yang efektif terhadap karakteristik pektin dengan menggunakan metode gelombang ultrasonik.

2. Sebagai dasar untuk penelitian selanjutnya, dimana metode ekstraksi gelombang ultrasonik dapat diaplikasikan kedalam industry makanan khususnya industry pembuatan jelly.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Khusus jenis pisang kepok (*Musa balbisiana ABB*)
2. Ultrasonik kavitasi
3. Pelarut asam sulfat (H_2SO_4)
4. Metode ekstraksi gelombang ultrasonik
5. Intensitas gelombang ultrasonik 86, 88, 90, 92, 94 dB
6. Frekuensi gelombang ultrasonik 40 kHz.
7. Waktu perlakuan gelombang ultrasonik 10, 15, 20, 25, 30 menit.
8. Uji kadar metoksil, kadar galakturonat dan derajat esterifikasi.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Gelombang Ultrasonik

2.1.1 Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang yang mempunyai frekuensi yang besar yaitu lebih dari 20 KHz, dimana Frekuensi tersebut melebihi batas frekuensi tertinggi yang dapat didengar oleh telinga manusia (Adhiksana, 2017). Gelombang ini juga bisa disebut dengan gelombang mekanik longitudinal yang dapat merambat melalui tiga medium diantaranya medium padat, cair dan gas (Bueche, 1986).

Gelombang ultrasonik yang melalui udara dapat menyebabkan getaran partikel udara. Arah amplitudo pada getaran tersebut sejajar dengan arah rambat secara longitudinal. Hal ini dapat menyebabkan partikel udara mengalami rapat yang disebut dengan rapatan dan menjadi regang atau regangan. Jarak antar rapatan atau antar regangan disebut dengan panjang gelombang (λ). Selama gelombang ultrasonik melaluinya Proses kontinyu yang menyebabkan terjadinya rapatan dan regangan di dalam medium disebabkan oleh perubahan udara secara periodik (Giancoli, 2001).

Gelombang ultrasonik ini sering dipergunakan dalam dunia industri salah satunya sebagai bahan pembuatan *jelly*, pembuatan permen dan lebih khususnya digunakan sebagai pemeriksaan kualitas dalam suatu industri. Dalam bidang kedokteran, frekuensi pada gelombang ultrasonik yang cukup tinggi dapat menembus suatu jaringan pada tubuh, sehingga gelombang ultrasonik ini sering digunakan untuk mendiagnosis, pengahacuran suatu

penyakit dan juga sebagai pengobatan atau terapi (Cameron dan Skofronick, 1978).

Karakteristik gelombang ultrasonik yang melalui medium mengakibatkan suatu getaran partikel dengan medium amplitudo sejajar dengan arah rambat secara longitudinal sehingga menyebabkan partikel medium membentuk rapatan (*Strain*) dan tegangan (*Stress*) (Halliday, 1987).

2.1.2 Energi dan Intensitas Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonik merambat melalui suatu medium, sehingga partikel medium mengalami perpindahan energi. Besarnya energi gelombang yang dimiliki partikel adalah (Giancoli, 1998):

$$E = E_p + E_K \quad (2.1)$$

Keterangan:

E_p = Energi Potensial (Joule)

E_K = Energi Kinetik (Joule)

Menghitung intensitas pada gelombang ultrasonik harus mengetahui energi yang dibawa oleh gelombang ultrasonik. Intesitas gelombang ultrasonik (I) disebut juga dengan energi yang melewati luas permukaan medium 1 m²/s atau watt/m² (Cameron and Skofronik, 1978). Persamaan intesitas gelombang ultrasonik pada sebuah permukaan:

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

Dimana: ρ = Massa Jenis Medium/Jaringan (Kg/m³)

f = Frekuensi (Hz)

V = Volume (m³)

A = Amplitudo Maksimum (m)

v = Kecepatan Gelombang Ultrasonik (m/s^2)

$Z = \rho v$ = Impedansi Akustik ($\text{Kg/m}^2\text{s}$)

$\omega = 2\pi f$ = Frekuensi Sudut (rad/s)

2.1.3 Hubungan Jarak dengan Intensitas Gelombang Ultrasonik

Gelombang Ultrasonik yang terpancar dari transduser mengalir kesegala arah dalam arah tiga dimensi. Gelombang ultrasonik merambat keluar, energi gelombang ultrasonik yang dibawa merambat dan tersebar ke permukaan yang semakin lama semakin meluas, penyebarannya semakin luas dikarenakan penyebarannya 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 (Giancoli, 1998):

$$I = \frac{P}{A} \quad (2.3)$$

Dimana: P = daya (watt)

A = luas (m^2)

$$P = \frac{E}{t} = 2\pi^2 \rho S v f^2 A^2 \quad (2.4)$$

Sehingga dapat disimpulkan menjadi:

$$I = \frac{2\pi^2 \rho S v t f^2 A^2}{4\pi r^2} \quad (2.5)$$

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).

Keras pelan suara dapat dilihat melalui intensitas bunyinya, untuk menunjukkan nilai intensitas bunyi digunakan suatu besaran yakni taraf

intensitas bunyi dengan satuan desibel (dB). Tekanan suara dan intensitas biasanya digambarkan dalam skala logaritme atau disebut dengan tingkat bunyi. Karena adanya rentang yang sangat lebar pada tekanan dan intensitas bunyi pada daerah akustik sehingga menggunakan skala logaritme. Rentang intensitas yang terdengar berada 10^{-12} W/m^2 - 10 W/m^2 . Sehingga taraf intensitas (TI) dapat dirumuskan (Giancoli, 1998):

$$TI = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad (2.6)$$

Dimana: TI = Taraf intensitas (dB)

I = Intensitas bunyi (W/m^2)

I_0 = Intensitas ambang pendengaran manusia (10^{-12} W/m^2)

2.1.4 Hubungan Gelombang Amplitudo dan Frekuensi Terhadap Intensitas Gelombang Ultrasonik

Gelombang ultrasonik yang merambat membawa energi dari satu medium ke medium lainnya. Energi ini yang dipindahkan sebagai energi getaran dari partikel ke partikel pada medium tersebut. Besarnya energi yang dibawa partikel tersebut adalah (Giancoli, 1998):

$$E = \frac{1}{2} k A^2 \quad (2.7)$$

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

T = periode (s)

A = amplitudo geraknya (m)

m = massa partikel pada medium (Kg)

Kemudian:

$$E = 2 \pi^2 m f^2 A^2 \quad (2.8)$$

Dimana:

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

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

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

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

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

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

jadi:

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

Persamaan (2.8) diperoleh hasil bahwa energi yang dibawa oleh gelombang ultrasonik sebanding dengan kuadrat amplitudo. Besarnya daya yang dibawa gelombang ultrasonik (P) adalah (Giancoli, 1998):

$$P = \frac{E}{t} = 2\pi^2 \rho S v f^2 A^2 \quad (2.10)$$

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

$$I = \frac{P}{S} = 2\pi^2 \rho v f^2 A^2 \quad (2.11)$$

Persamaan (2.10) menyatakan hubungan secara eksplisit bahwa intensitas gelombang ultrasonik sebanding dengan kuadrat amplitudo (A) dan dengan kuadrat frekuensi (f) (Giancoli, 1998).

Adapun frekuensi yang diasosiasikan dengan gelombang ultrasonik pada aplikasi elektronik dihasilkan oleh getaran elastis dari sebuah Kristal kuarsa. Getaran tersebut diinduksikan oleh resonansi dengan suatu medan listrik bolak-balik yang dipakaikan atau yang disebut efek piezoelektrik (Sumardi, 2010).

2.1.5 Efek Gelombang Ultrasonik dengan Kavitasi pada Pektin Kulit Pisang

Gelombang ultrasonik yang merambat pada suatu jaringan atau zat cair akan mengalami efek kavitasi. Efek kavitasi terjadi akibat tekanan lokal pada gelombang ultrasonik menurun sampai harga yang cukup rendah. Besar tekanan gelombang ultrasonik tersebut dinyatakan dengan persamaan (Giancoli, 1998):

$$P = p - p_0 \quad (2.12)$$

Dengan:

P = tekanan gelombang ultrasonik (N/m^2)

p = tekanan lokal/total sesaat (N/m^2)

p_0 = tekanan lokal rata-rata/keseimbang (N/m^2)

Intensitas gelombang ultrasonik yang merambat akan membawa energi pada suatu luas permukaan per-satuan waktu (Giancoli, 1998). Jika energi gelombang ultrasonik merambat melalui jaringan maka energi kalor tersebut dapat melepaskan senyawa ekstrak. Pemanasan tersebut dapat menyebabkan suhu pada jaringan meningkat dan kemudian akan menimbulkan efek kavitasi. Meningkatnya suhu pada jaringan tergantung pada variasi tekanan gelombang ultrasonik dan kecepatan partikel terhadap energi yang diberikan (Ackerman, dkk, 1988). Hubungan antara intensitas dan tekanan gelombang ultrasonik dapat mempengaruhi terjadinya proses kavitasi pada jaringan yang dinyatakan (Giancoli, 1998):

$$I = \frac{p^2}{2\rho v} \quad (2.13)$$

Dimana:

I = intensitas gelombang ultrasonik (W/m^2)

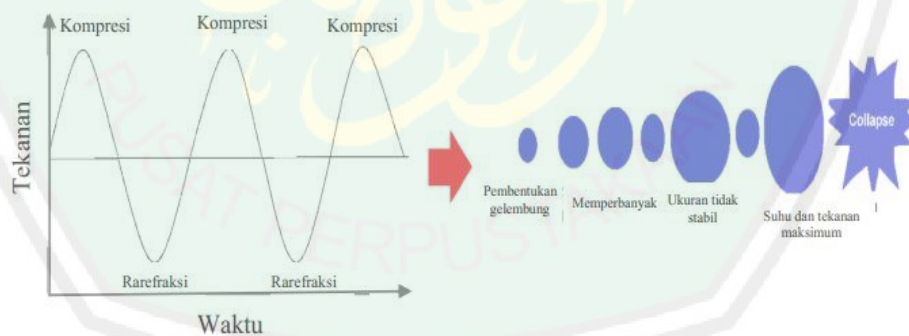
P = tekanan gelombang ultrasonik (N/m^2)

p = tekanan lokal/total sesaat (N/m^2)

v = kecepatan gelombang ultrasonik (m/s)

Terjadinya pemanasan lokal akibat efek kavitasi pada jaringan tergantung pada intensitas gelombang ultrasonik dan adanya tekanan yang bervariasi (Ackerman, dkk, 1988).

Suatu gelombang ultrasonik bertemu dengan suatu medium cair dalam proses ini akan menghasilkan gelombang longitudinal sehingga akan menciptakan daerah kompresi dan ekspansi secara bergantian. Gelembung-gelembung gas akan terbentuk karena terjadinya kavitasi saat adanya perubahan tekanan pada daerah tersebut. Proses ini menyebabkan pembesaran area sehingga terjadi proses difusi dan gelembung gas mengembang (Dolatowski dkk., 2007).

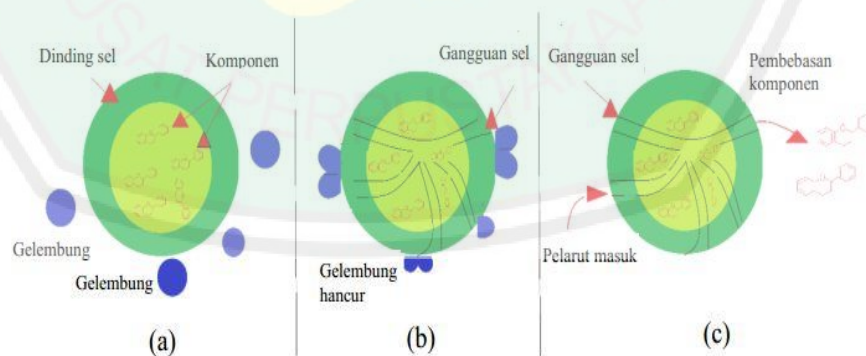


Gambar 2.1 Prinsip Kavitasi Akustik
(Soria dan Villamiel, 2010 dalam Torres dkk., 2017)

Gambar 2.1 merupakan gambaran proses terjadinya kavitasi oleh gelombang ultrasonik. Dari gambar tersebut gelombang ultrasonik memiliki tiga tahap utama terjadinya kavitasi ultrasonik pada jaringan, yaitu tahanan

nukleasi atau tahap pembentukan gelembung, tahap pertumbuhan gelembung, dan tahap pecahnya gelembung (*implosive collapse*). Tahap pertama adalah terbentuknya inti (nucleus) kavitas dari partikel gelembung mikro yang terperangkap dalam celah-celah mikro yang terbentuk akibat getaran molekul. Gelembung-gelembung mikro ini terbentuk saat amplitudo akustik cukup besar dan menyebabkan terjadinya siklus perenggangan (Nurfitriyana, 2012).

Tahap kedua yaitu pertumbuhan gelembung, gelembung-gelembung mikro akan tumbuh, membesar dan mengecil (berisolasi) mengikuti regangan dan rapatan gelombang ultrasonik yang dipancarkan. Bertambahnya ukuran gelembung yang membesar lebih banyak dibandingkan dengan berkurangnya ukuran gelembung yang mengecil sehingga menyebabkan ukuran gelembung yang tumbuh menjadi semakin membesar. Kemudian pada tahap ketiga terjadi kavitas dimana terjadi pada saat pertumbuhan gelembung yang tidak dapat lagi menyerap energi yang dihasilkan oleh gelombang secara efisien dan pada akhirnya gelembung tersebut pecah. Tahap ini juga disebut dengan *cotastropic collapse* (Nurfitriyana, 2012).



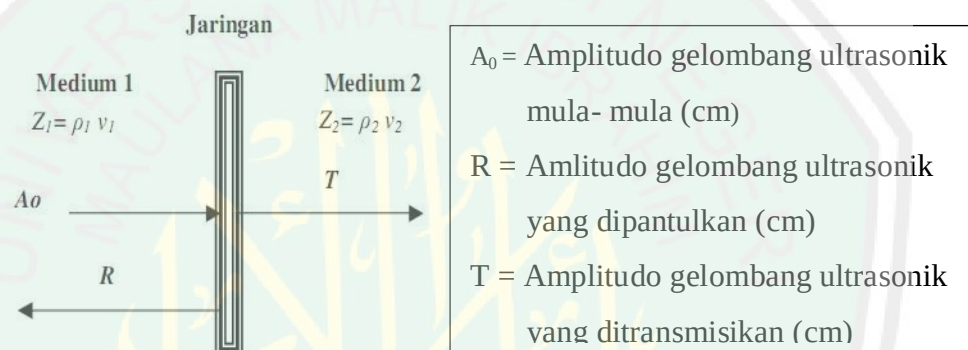
Gambar 2.2 Kavitas Gelembung Rusak dan Melepaskan Bahan Tanaman (Shirsath dkk., 2012 dalam Torres dkk., 2017)

Gambar 2.2 merupakan gambar kavitas gelembung rusak dan melepaskan bahan tanaman melalui 3 langkah yaitu: (a) Sel Tanaman dan

Gelembung, (b) Keruntuhan Gelembung dan Kerusakan Dinding Sel, dan (c) Pelepasan Senyawa dan Difusi Pelarut Melalui Gangguan Seluler (Shirsath dkk., 2012 dalam Torres dkk., 2017).

2.1.6 Sifat Gelombang Ultrasonik

Sifat gelombang ultrasonik dapat dipantulkan, diteruskan dan diserapkan oleh medium perambatannya termasuk oleh jaringan. Jika gelombang mengenai permukaan jaringan maka gelombang akan dipantulkan dan sebagian akan diteruskan/transmisikan (Cameron, 1978).



Gambar 2.3 Gelombang Ultrasonik Datang dengan Normal pada Bidang Batas Medium 1 dan Medium 2 (Cameron, 1978)

Akibat adanya peristiwa-peristiwa pemantulan, hambatan dan penyerapan, gelombang ultrasonik mengalami atenuasi (berkurangnya intensitas) selama perambatannya dalam medium. Besarnya penurunan intensitas gelombang ultrasonik pada kedalaman suatu jaringan dapat dinyatakan (Isaacs, 1997):

$$I_d = I_0 e^{-ud} \quad (2.14)$$

Dimana: I_d = intensitas bunyi pada kedalaman d

I_0 = Intensitas bunyi awal

u = koefisien atenuasi (Db/cm).

2.1.7 Gelombang Bunyi dalam Cairan

Gelombang bunyi dalam cairan yang biasanya terjadi adalah perubahan volume akibat perubahan tekanan. Perubahan tekanan akan sesuai dengan hukum hooke untuk cairan yang dapat dituliskan sebagai berikut (Trisnobudi, 2000):

$$\Delta P = -M_B \frac{\Delta v}{v_0} \quad (2.15)$$

Dimana M_B adalah modulus Bulk yang mempunyai analogi dengan modulus young dalam padatan. Tanda negatif menunjukkan bahwa penambahan tekanan pada cairan menyebabkan pengurangan volume. v_0 adalah volume awal dari Δv adalah perubahan volume yang terjadi ketika diberikan perubahan tekanan sebesar ΔP (Trisnobudi, 2000).

2.2 Pektin

2.2.1 Pengertian, Sumber dan Struktur Pektin

Pektin kata yang berasal dari bahasa latin “*Pectos*” yang mempunyai arti pengentalan yang bisa menjadikan sesuatu menjadi keras atau padat. Pada 200 tahun yang lalu pektin pertama ditemukan dalam jus buah oleh Vauquelin. Sebutan pektin digunakan pada tahun 1824 oleh peneliti braconnot yang sedang melanjutkan penelitian vauquelin. Dalam penelitiannya braconnot juga menyebutkan bahwa pectin sebagai substansi pembentukan gel tersebut adalah asam pektat (Herbstreith dan fox, 2005).

Pektin adalah senyawa polisakarida kompleks yang banyak terdapat pada dinding sel tumbuhan dan diberbagai jenis tanaman pangan. Pektin ini merupakan elemen utama pembentukan jaringan pada lemella pada tanaman,

selain itu juga sebagai perekat sekaligus penstabilitas antar jaringan dan sel. Senyawa polisakarida yang terdapat pada tumbuhan tergolong mempunyai bobot molekul tinggi (Tuhuloula dkk., 2013). Adapun Thakur dkk. (1997) menjelaskan bahwa pektin adalah salah satu polisakarida yang paling penting dan banyak digunakan dalam industri makanan. Pektin terdiri dari tulang punggung residu asam galakturonat α -(1,4) yang sebagian diesterifikasi dengan metil alkohol atau asam asetat dalam asam karboksilat dan dapat diekstraksi dari kulit buah.

Pektin yang berisi unit asam galaturonat merupakan suatu pektin polimer yang dimanfaatkan untuk makanan (sedikitnya 65%). Asam tersebut bisa dikelompokkan sebagai asam bebas, garam sodium, metil estera, kalium, amoniun dan beberapa kelompok pektin amida (IPPA, 2002). Derajat kematangan buah merupakan tolak ukur kandungan propektin, asam ektat dan pektin didalam buah. Umumnya propektin yang tidak larut terdapat pada buah pada tingkat kematangan yang kurang (Winarno, 1997).

Semua jenis Tanaman yang berfotosintesis berpotensi mengandung pektin didalamnya tanpa terkecuali. Menurut Kertesz (1951) dalam penelitiannya mengatakan bahwa pektin terdapat pada buah-buahan dan sayur-sayuran bahkan juga terdapat pada tanaman serelia dalam jumlah kecil. Dibawah ini merupakan kandungan pektin pada beberapa buah dan sayuran (Fitriani, 2003).

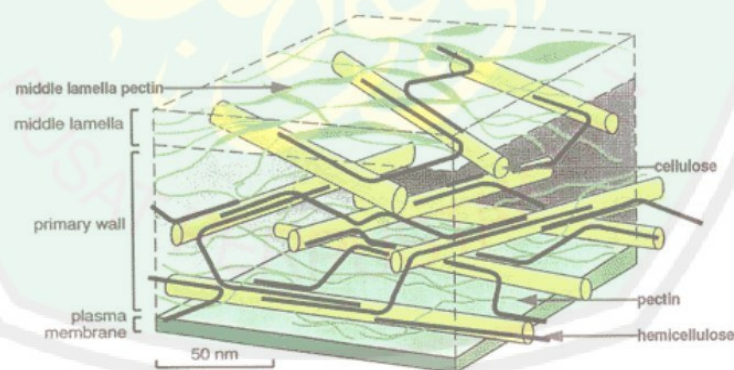
Tabel 2.1 Kandungan Pektin pada Beberapa Buah dan Sayuran

Sumber		Berat Pektin (% bobot kering)
Apel	Kulit	17,44
	Daging	17,63
	Albedo	16.4

Jeruk	Albedo	14,2
	Flavedo	14,2
Jambu biji		3,4
Terong		11
Bambang Bombay		4,8
Tomat	Hijau	3,43
	Kening	4,65
	Merah	4,63
Kubis		4,57
Wortel		7,14
Bayam		11,58
Pisang		52,4

Sumber : Kertesz (1951) dalam Fitriani (2003).

Sifat pektin asam yang tersebar luas dalam jaringan tumbuhan dalam jumlah bervariasi. Dinding primer merupakan dinding yang umumnya terdapat kandungan pektin di dalamnya dan lebih spesifik lagi pada sela-sela jaringan selulosa dan hemiselulosa. Bagian substansi dari pektin tersusun atas asam poligalakturonat yang akhirnya teresterifikasi menjadi senyawa ester (Tarigan dkk., 2012).



Gambar 2.4. Struktur Dinding Sel Tumbuhan
Sumber: IPPA (2002)

Pektin pada jaringan tanaman berfungsi sebagai bahan perekat antara dinding sel satu dengan sel lainnya. Asam poligalakturonat sebagai substansi

penyusun pektin yang mana gugus karboksil dari unit asam poligalakturonat dapat teresterifikasi sebagian dengan metanol (Tarigan dkk., 2012). Kandungan senyawa pektin dapat diklarifikasikan menjadi tiga kelompok senyawa yaitu asam pektat, asam pektinat (pektin), dan propektin. Pada Asam pektat gugus karboksilat asam galakturonat pada dasarnya tidak mengandung metil ester dan juga bersifat koloid maksudnya dalam ikatan polimernya tidak teresterkan (Winarno, 1997). Asam pektinat merupakan asam galakturonat yang mengandung beberapa metil ester dan bersifat koloid. Sedangkan protopektin adalah substansi pada tanaman yang tidak larut dalam air, asam pektinat dapat dihasilkan melalui proses hidrolisis (Tarigan dkk., 2012).

2.2.2 Karakteristik Pektin

Pektin mempunyai kemampuan untuk membentuk gel tergantung pada karakteristik kimianya pada pektin itu sendiri misalnya kadar metoksil, derajat esterifikasi dan berat molekul.

a. Standar mutu pektin

Standar mutu pektin merupakan tolak ukur kandungan pektin bisa disebut bagus atau tidaknya. standar mutu pektin berdasarkan *international pectin producers association* (2003).

Tabel 2.2 Standar Mutu Pektin (Arimpi, 2019)

Faktor Mutu		Kandungan
Kandungan metoksil	Pektin metoksil tinggi	>7,12%
	Pektin metoksil rendah	2,5-12%
Kadar asam galakturonat		<65%
Kadar abu		<10%
Kadar air		<12%
Derajat esterifikasi	Pektin ester tinggi	>50%
	Pektin ester rendah	<50%
Berat ekuivalen		600-800

Pektin pada umumnya mempunyai standar syarat mutu yang memenuhi *international pectin producers association* (IPPA). Proses ekstraksi pektin berpengaruh pada karakteristiknya pektin dan sifat fisik tergantung pada sifat kimia pektin. Hasil pektin yang dihasilkan dikatakan baik jika hasil tersebut dibandingkan dengan pektin komersial sebagai tolak ukurnya. Hal ini dapat dilakukan yang bertujuan untuk jika nantinya pektin digunakan pada dunia industri kebutuhan energi dapat meningkatkan biaya produksi. Apabila perlakuan suhu terendah dan waktu tercepat dapat memberikan hasil yang sesuai dan diperbolehkan oleh *international Pectin Producers Association, Food Chemical Codex* dan *Farmakope* maka hal ini sangat menguntungkan industri jika diaplikasikan (Fitriani, 2003).

b. Karakteristik pektin pada kulit pisang kepok

Pisang adalah tanaman herbal yang berasal dari kawasan Asia Tenggara (termasuk Indonesia). Tanaman buah ini kemudian menyebar luas ke kawasan Afrika (Madagaskar), Amerika Selatan dan Amerika Tengah. Penyebaran tanaman ini selanjutnya hampir merata ke seluruh dunia, yakni meliputi daerah tropik dan subtropik, dimulai dari Asia Tenggara ke timur melalui Lautan Teduh sampai ke Hawaii. Selain itu tanaman pisang menyebar ke barat melalui Samudera Atlantik, Kepulauan Kenari sampai Benua Amerika (Suyanti dan Supriyadi, 2008).

Menurut Cahyono (2009) pisang kepok memiliki banyak jenis, namun yang terkenal adalah pisang kepok kuning dan kepok putih. Daging buah pisang kepok kuning berwarna putih sedangkan kepok putih berwarna

putih. Daging buahnya bertekstur agak keras. Pisang kepok kuning memiliki rasa yang lebih manis dan enak dibandingkan kepok putih. Buah pisang kepok tidak beraroma harum. Kulit buah pisang kepok sangat tebal, pada buah yang sudah masak berwarna hijau kekuningan. Dalam satu tandan bisa terdapat hingga 16 sisir dan pada setiap sisirnya terdapat hingga 20 pisang, berat setiap tandannya sekitar 14-22 kg. buah pisang kepok cocok untuk disantap dalam bentuk olahan.



Gambar 2.5 Pisang Kepok

Produksi pisang di Indonesia memiliki kedudukan pertama diantara jenis buah-buahan lainnya produksi pisang di Indonesia mencapai 7,2 juta ton/tahun atau 27,37 % dari produksi buah nasional (Suhariyanto, 2018). Khusus Kabupaten Malang produksi pisang di berbagai daerah pada tahun 2017 sebesar 9.724.243 ton/tahun sedangkan pada tahun 2018 mengalami sedikit kenaikan yaitu 9.728.032 ton/tahun menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang. Pisang mempunyai dua komponen yaitu buah untuk dikonsumsi dan kulit sebagai limbah, kulit pisang merupakan satu 1/3 dari buahnya sehingga limbah kulit pisang di Kabupaten Malang sebesar 3,2 juta ton/tahun (BPS, 2019).

Pisang merupakan tumbuhan basah yang besar, biasanya mempunyai batang semu yang tersusun dari pelepah-pelepah daun. Tangkai daun jelas beralur pada sisi atasnya, helaian daun lebar, bangun jorong memanjang, dengan ibu tulang yang nyata dan tulang-tulang cabang yang menyirip dan kecil-kecil. Bunga dalam suatu bunga majemuk dengan daun-daun pelindung yang besar dan berwarna merah. Masing-masing bunga mempunyai tenda bunga yang menyerupai mahkota atau jelas mempunyai kelopak dan mahkota yang biasanya berlekatan, zigomorf. Benang sari 6 yang 5 fertil yang satu staminoidal. Bakal buah tenggelam, beruang 3 dengan 1 bakal biji dalam tiap ruang. Tangkai putik berbelah 3-6. Buahnya buah buni atau buah kendaga. Biji mempunyai salut, endosperm dan juga perisperm (Tjitrosoepomo, 1994).

Pemanfaatan pisang telah meluas di kalangan masyarakat, baik dari mulai daun, batang, bunga, buah hingga kulitnya. Buah pisang memiliki kandungan kalium yang tinggi, tingginya kandungan kalium dalam pisang membantu mengatasi stress yang memacu gangguan sulit tidur dengan cara menurunkan tekanan darah dan menyingkirkan rintangan berupa penyumbatan dalam pembuluh darah (Apriadi, 2007). Mencegah stroke, memberikan tenaga untuk berfikir dan menghindari kepikunan atau mudah lupa (Suyanti dan Supriyadi, 2008). Kulit buah pisang selain untuk pakan ternak juga dapat dijadikan sebagai bahan campuran krim anti nyamuk. Kulit buah pisang juga dapat diekstrak untuk dibuat pektin. Bagian dalam kulit pisang matang yang dikerok dan dihancurkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan nata pisang. Sementara

tepung kulit pisang yang dicampur dengan ampas tahu dapat digunakan sebagai pakan ayam buras untuk meningkatkan pertumbuhannya. Manfaat lainnya dapat dijadikan sebagai pembunuh larva serangga, yakni dengan menambahkan sedikit urea dan pemberian bakteri. Berdasarkan hasil temuan dari Taiwan diketahui bahwa kulit pisang yang mengandung vitamin B6 dan serotonin dapat diekstrak dan dimanfaatkan untuk kesehatan mata (Suyanti dan Supriyadi, 2008).

Pada umumnya karakteristik pektin dibagi menjadi beberapa diantaranya :

➤ Kadar Air

Kadar air merupakan banyak sedikitnya air yang terdapat dalam pektin, biasanya kadar air mempengaruhi masa simpan, tingginya kadar air menyebabkan aktivitas mikroba semakin meningkat. Meningkatnya Suhu ekstraksi berpengaruh pada peningkatan kadar air pektin, jumlah rendemen pektin juga berpengaruh pada kadar airnya. Semakin tingginya kecilnya kadar air maka semakin baik kualitas pektin (Arimpi, 2019).

➤ Kadar Abu

Abu disebut dengan senyawa anorganik yang berasal dari sisa proses pembakaran dari bahan organik. Kemurnian pektin dipengaruhi oleh kadar abu, Semakin tinggi kadar abu pada pektin maka kandungan pektin semakin rendah (Jariyah, dkk. 2015). Prinsip penetapan kadar abu dengan cara dipanaskan pada temperatur dimana senyawa organik dan turunannya terdestruksi dan menguap, sehingga tinggal unsur mineral dan anorganik (Departemen Kesehatan, 2000).

➤ Berat Ekuivalen

Berat ekuivalen adalah gugus kandungan asam galaturonat bebas yang tidak teresterifikasi dalam rantai molekul pektin. Asam pektat murni merupakan zat pektat yang seluruhnya tersusun dari asam poligalakturonat yang bebas dari gugus metil ester atau tidak mengalami esterifikasi. Besar kecilnya berat ekuivalen berpengaruh pada kadar pektin yang diperoleh, Semakin rendah berat ekuivalen maka semakin rendah juga kadar pektinnya (Sufy, 2015).

➤ Derajat Esterifikasi

Derajat Esterifikasi didefinisikan sebagai persentasi grub karboksilat yang teresterifikasi. Pektin yang mempunyai derajat esterifikasi di atas 50% dinamakan pektin tinggi metoksilnya dan apabila derajat esterifikasinya di bawah 50% dinamakan sebagai pektin rendah metoksilnya (Siamornsak, 2003). Derajat esterifikasi menunjukkan persentase jumlah residu asam D-galakturonat yang gugus karboksilnya teresterifikasi oleh etanol (Maryati, dkk. 2018). Semakin tinggi suhu dan lama proses ekstraksi dapat menyebabkan degradasi gugus metil ester dari pektin cenderung terhidrolisis menghasilkan asam galakturonat. Pektin yang diekstraksi terlalu lama dapat mengubah pektin menjadi asam pektat. Jumlah gugus metil ester menunjukkan jumlah gugus karboksil yang tidak teresterifikasi (Fitria, 2013).

➤ Kadar Metoksil

Kadar metoksil dapat didefinisikan sebagai jumlah methanol pada pektin yang berfungsi untuk menentukan sifat fungsional larutan pektin dan juga mempengaruhi struktur dan tekstur pektin yang terbentuk (Sufy, 2015).

Tabel 2.3 Struktur dan Tekstur Kandungan Metoksil
(Widiastuti, 2015)

Kandungan Metoksil	Karakteristik
Tinggi	Derajat esterifikasi >50%
	Kadar metoksil >7%
	Dapat membentuk gel pada rentang pH=1 hingga 3,5 dan penambahan gula 55-85%
	Suhu pembentukan gel sekitar 88 °C
Rendah	Derajat esterifikasi <50%
	Kadar metoksil <7%
	Dapat membentuk gel pada rentang pH=1 hingga 7 atau lebih, terdapat ion kalsium dan penambahan ion kalsium dan penambahan gula 0-85%
	Suhu pembentukan gel sekitar 54°C

➤ Kadar Asam Galakturonat

Kemurnian pektin dapat diketahui dengan perhitungan kandungan asam galakturonat. Kadar asam 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, dkk. 2012).

2.3 Buah Pisang dalam Al-Qur'an

Allah SWT telah menciptakan bumi seisinya dengan berbagai macam buah-buahan salah satunya yakni buah pisang. Buah ini memiliki banyak manfaat yakni kandungan vitamin yang terdapat dalam buah pisang baik bagi kesahatan tubuh manusia. Disamping itu ternyata buah pisang merupakan salah satu jenis buah yang disebutkan dalam Al-Qur'an dengan bentuknya yang tersusun-susun sebagaimana dalam firman Allah SWT:

وَأَصْحَابُ الْيَمِينِ مَا أَصْحَابُ الْيَمِينِ {٢٧} فِي سِدْرٍ مَّخْضُودٍ {٢٨} وَطَلْحٍ مَّنْضُودٍ {٢٩}

Artinya: “ Dan golongan kanan, alangkah bahagianya golongan kanan itu, berada diantara pohon bidara yang tak berduri, yaitu pohon pisang yang tersusun-susun (Buahnya) (Q.S. Al Waqiah [56]: 27-29).

Menurut Imam al-Maraghi dalam tafsirnya pada ayat 27 ini, bahwa golongan kanan adalah mereka yang berada dalam puncak kemegahan dan berderajat tinggi, serta berkedudukan luhur. *Uslub* seperti ini terdapat dalam bahasa arab untuk memberi pengertian *Mubalaghah* (bersangatan dalam memuji ataupun mengecam). Selanjutnya Allah SWT. Menerangkan lebih lanjut tentang hal ihwal *Ashabu al-Yamin* yang dinyatakan secara *mubham*. Ayat tersebut menjelaskan tentang keadaan golongan *asbabul yamin*, bahwasannya mereka akan menikmati surga yang didalamnya terdapat pohon bidara yang tiada berduri. Dan disana terdapat pohon pisang yang buahnya tersusun-susun dan bertandan-tandan yang penuh dengan buah, sehingga tampaknya tidak mempunyai batang buah (Al-Maraghi, 1993).

Surat Al- Waqi'ah ayat 28 dalam tafsir ibnu katsir Ibnu Abbas, Ikrimah, Mujahid, Abul Ahwas, Qisainah ibnu Zuhair, As-Safar ibnu Qais. Al-Hasan, Qatadah, Abdullah ibnu Kasir, As-Saddi, dan Abu Hirzah serta lain-lainnya

mengatakan bahwa pohon tersebut tidak ada durinya. Dan menurut Ibnu Abbas adalah pohon bidara yang dipenuhi dengan buahnya, ini menurut riwayat Ikrimah dan Mujahid. Hal yang sama telah dikatakan pula oleh Qatadah, bahwa kami selalu membicarakannya, bahwa pohon bidara tersebut rindang buahnya dan tidak berduri (berbeda dengan pohon bidara yang ada di bumi).

Kata *Talh*, pada ayat 29 dalam tafsir Ibnu Katsir merupakan nama sebuah pohon besar yang banyak didapat di tanah Hijaz termasuk kelompok pohon 'idah. Bentuk tunggalnya *talhah*, pohon ini terkenal banyak durinya. Ibnu Abu Hatim telah meriwayatkan melalui Al-Hasan Ibnu Sa'd, dari seorang syekh, dari Hamdan yang mengatakan bahwa ia pernah mendengar Ali r.a. mengatakan sehubungan dengan dialek yang menyebutkan bahwa *talhin mandud* artinya sama dengan *tal'un mandul*. Berdasarkan pengertian ini berarti kalimat ini merupakan sifat dari pohon bidara tersebut. Seakan-akan sifat dari pohon bidara itu telah dilenyapkan semua durinya dan bahwa mayangnya bersusun-susun, yakni banyak buahnya: hanya Allah-lah Yang Maha Mengetahui. Sehubungan dengan makna firman-Nya: yang *bersusun-susun* (buahnya). (Al-Waqi'ah: 29) bahwa pohon tersebut dimaknai sebagai pohon pisang.

2.4 Ekstraksi Pektin Menggunakan Gelombang Ultrasonik

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 propektin menjadi pektin. Ekstraksi ini dapat dilakukan dengan asam mineral seperti asam klorida dan 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 Akmalludin dan kurniawan, 2009).

Gelombang ultrasonik adalah metode ekstraksi yang menggunakan gelombang ultrasonik atau gelombang akustik dengan frekuensi lebih besar dari 20 kHz, gelombang ultrasonik mempunyai sifat *non-destructive* dan *non-invasive*, sehingga dapat dengan mudah diadaptasikan ke berbagai aplikasi. Manfaat menggunakan gelombang ultrasonik pada metode ekstraksi dapat mempercepat proses ekstraksi (Kuldiloke, 2002).

Penggunaan gelombang ultrasonik pada proses ekstraksi senyawa organik yang ada dalam tanaman dan biji-bijian dengan menggunakan pelarut organik dapat berlangsung lebih cepat. Dinding sel pada kulit pisang pecah akibat terjadinya proses kavitasi. Cara kerja gelombang ultrasonik dalam mengekstraksi adalah sebagai berikut: gelombang ultrasonik terbentuk dari pembangkitan ultrason secara lokal dari kavitasi mikro pada sekeliling bahan yang akan diekstraksi sehingga terjadi pemanasan pada bahan tersebut, yang pada akhirnya akan melepaskan senyawa ekstrak. Terdapat efek ganda yang dihasilkan, yaitu pengacauan dinding sel sehingga membebaskan kandungan senyawa yang ada di dalamnya dan pemanasan lokal pada cairan dan meningkatkan difusi ekstrak. Energi kinetik dilewatkan ke seluruh bagian cairan, diikuti dengan munculnya gelembung kavitasi pada dinding atau permukaan sehingga meningkatkan transfer massa antara permukaan padat cair. Efek mekanik yang ditimbulkan adalah

meningkatkan penetrasi dari cairan menuju dinding membran sel, mendukung pelepasan komponen sel, dan meningkatkan transfer massa. Kavitasi ultrasonik menghasilkan daya patah yang akan memecah dinding sel secara mekanis dan meningkatkan transfer material (Liu, 2010).

Beberapa keunggulan pada penggunaan gelombang ultrasonik dalam aplikasinya pada berbagai macam pati dan polisakarida adalah 1) proses gelombang ultrasonik tidak membutuhkan penambahan bahan kimia dan bahan tambahan lain, 2) Prosesnya cepat dan mudah, yang berarti prosesnya tidak memerlukan biaya tinggi, 3) Prosesnya tidak mengakibatkan perubahan yang signifikan pada struktur kimia, partikel, dan senyawa-senyawa bahan yang digunakan (Lida dkk, 2002).

2.5 Asam Sulfat (H_2SO_4)

Pektin di dalam jaringan 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 dkk., 2017). Asam sulfat (H_2SO_4) salah satu bahan penunjang dan penting dalam dunia industri, asam sulfat (H_2SO_4) merupakan cairan yang bersifat korosif, tidak berwarna, tidak berbau, sangat reaktif dan mampu melarutkan berbagai logam. Cairan ini mempunyai titik lebur $10,31\text{ }^{\circ}C$ dan titik didih $336,85\text{ }^{\circ}C$ tergantung kepekatan serta pada temperatur $300^{\circ}C$ atau lebih terdekomposisi sulfur trioksida (Lutfiati, 2008).

Tabel 2.4 Sifat Fisika dan Sifat Kimia pada Asam Sulfat (H_2SO_4) (Lutfiati, 2008)

No.	Sifat Fisika	Sifat Kimia
1.	Berat molekul : 98,08 g/mol	Bersifat korosif
2.	Titik didih : 337 °C	Bersifat Toksik
3.	Titik leleh :10 °C	Mudah terbakar
4.	Densitas :1,84 gr/cm ³	Larut dalam air dingin dan etil alkohol
5.	Viskositas : 26,7 Cp	Berbahaya bagi pernapasan



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Subjek Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental bertujuan untuk mengetahui intensitas dan waktu pemaparan gelombang ultrasonik terhadap karakteristik pektin khususnya pada nilai kadar metoksil, kadar galaktarunat dan derajat esterifikasi terhadap rendemen pektin kulit buah pisang. Objek pada penelitian ini menggunakan kulit buah pisang kepok.

3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian eksperimental dimulai pada bulan Juli–Oktober 2020 di ruang Laboratorium Riset lantai dua 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
2. *Thermometer*
3. *Enlenmeyer*
4. *Beaker glass*
5. PH meter
6. Batang pengaduk
7. Spatula

8. Statis dan klem
9. Gelas ukur
10. Buret
11. Mesh
12. Oven
13. Blender
14. Cawan proselen
15. Pipet tetes
16. Neraca analitik
17. Kertas saring
18. Corong gelas
19. *Magnetic stirrer*
20. Sound Level Meter
21. Aluminium Foil

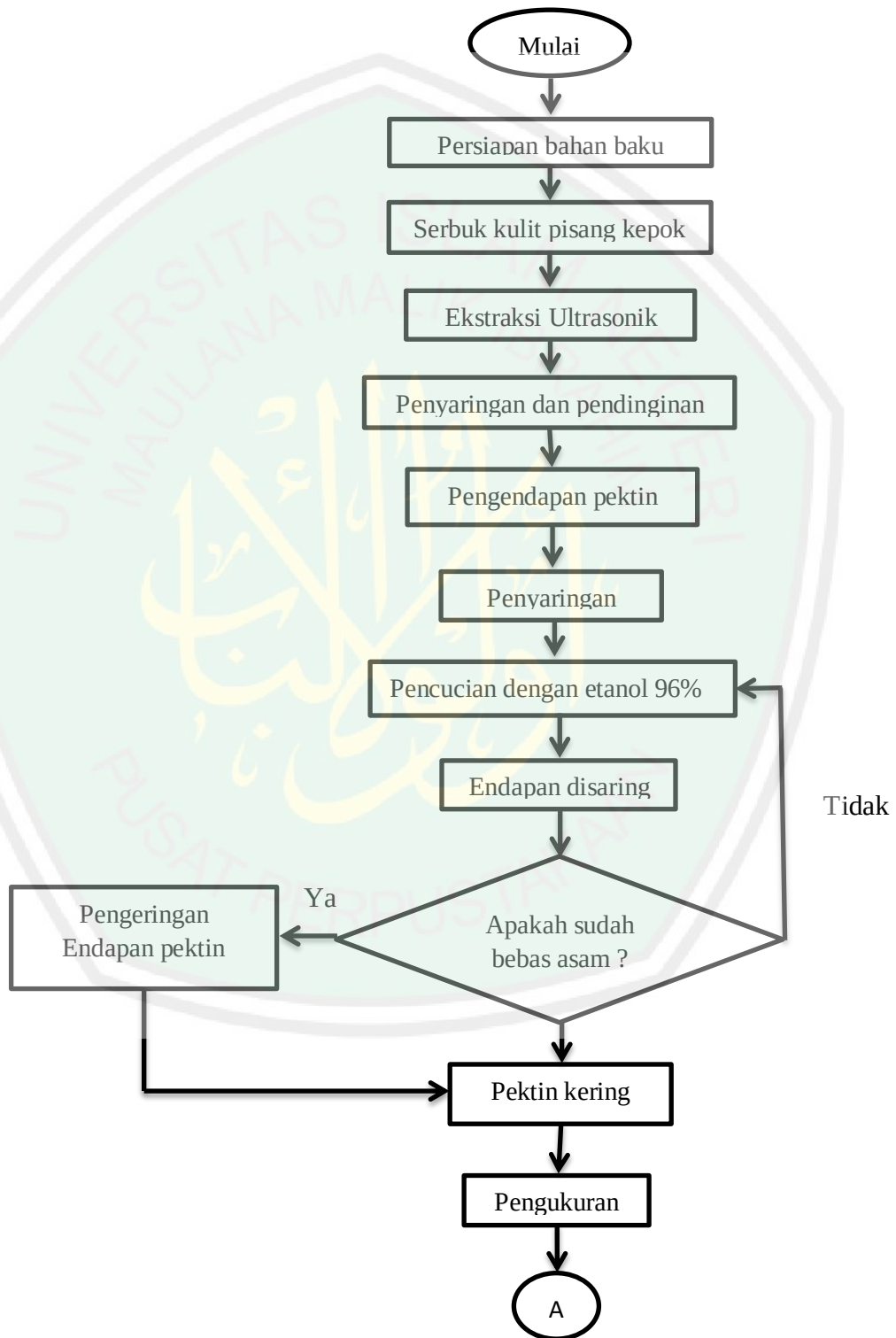
3.3.2 Bahan

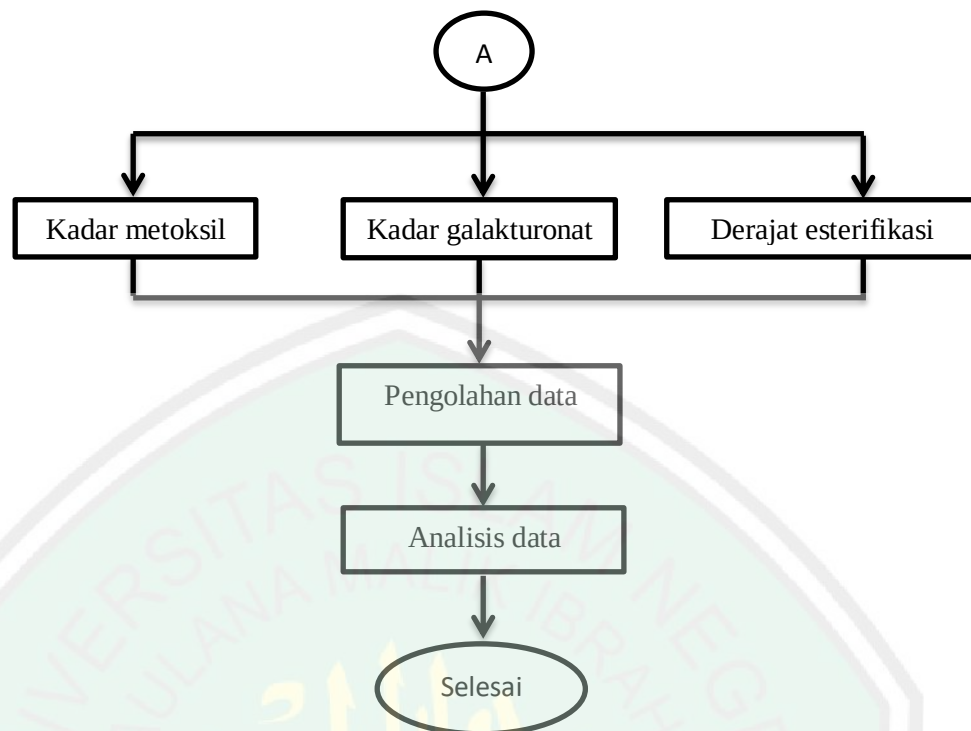
Bahan dalam penelitian ini adalah:

1. Kulit buah pisang kepok (*Musa balbisiana* ABB)
2. Asam sulfat (H_2SO_4)
3. Etanol 95% ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)
4. *Ultrasonic gel*
5. *Aquadest* (H_2O)
6. NaOH 0,25 N
7. NaOH 0,1 N
8. HCl 0,25 N

9. NaCl

3.4 Alur Penelitian





Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Alat dan bahan dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dilakukan penelitian. Bahan baku kulit pisang dicuci menggunakan air yang mengalir. Kemudian mengeringkan kulit pisang menggunakan oven dengan suhu 55°C selama 2-3 hari. Kulit pisang yang sudah kering dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk. Serbuk kulit pisang dilarutkan kedalam larutan asam sulfat dan dipapari gelombang ultrasonik dengan variasi taraf intensitas serta waktu ekstraksi yang telah ditentukan. Kemudian larutan hasil ekstraksi disaring menggunakan kertas saring untuk diambil filtratnya. Pengendapan pektin kulit pisang dilakukan dengan menambahkan etanol dan didiamkan selama 18 jam.

Endapan pektin yang diperoleh dicuci menggunakan etanol untuk menghilangkan kandungan asamnya. Pektin basah yang telah netral dikeringkan dengan oven pada suhu 40°C selama 7 jam. Pektin kering yang telah diperoleh

diukur kadar metoksil dan kadar galakturonatnya dengan cara titrasi. Kadar metoksil dan kadar galakturonat dihitung menggunakan persamaan pada 3.1 dan 3.2. Data yang telah diperoleh digunakan untuk mencari nilai derajat esterifikasi menggunakan persamaan 3.3. Data hasil penelitian dianalisis statistik dalam bentuk grafik dan deskripsi.

3.5 Langkah Percobaan

3.5.1 Produksi Pektin

a) Persiapan Bahan Baku

Kulit pisang kepok yang telah dipilih dicuci dengan bersih untuk menghilangkan kotoran yang ada, setelah dicuci bersih kulit tersebut dipotong dengan ukuran $\pm 0,5$ cm tujuannya agar mempermudah proses pemblenderan. Sebelum diblender kulit tersebut terlebih dahulu dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C selama kurun waktu 2×24 jam atau dalam 1 minggu dalam rumah kaca untuk mengurangi kandungan airnya. Jika sudah kering dan kandungan air berkurang dilanjutkan dengan menumbuknya menjadi serbuk.

b) Ekstraksi pektin dari kulit pisang kepok



Gambar 3.2 Rangkaian Alat Gelombang Ultrasonik

Hasil serbuk kulit pisang disaring menggunakan mesh dan kemudian dimasukkan kedalam *Erlenmeyer* sebanyak 25 gram, ditambah dengan pelarut asam sulfat (H_2SO_4) 0,05 N sebanyak 750 ml. setelah semua tercampur larutan tersebut dipapari gelombang ultrasonik dengan intensitas 86, 88, 90, 92 dan 94 W/cm^2 pada kurun waktu mulai 10,15, 20, 25, dan 30 menit. Perhitungan waktu ekstraksi dimulai saat tercapainya kondisi operasi percobaan. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring dan filtrat diambil. Filtrat ini disebut filtrat pektin.

c) Pengendapan pektin

Hasil filtrat pektin dingin dicampur dengan etanol konsentrasi 96% dengan perbandingan volume 1:1. Setelah tercampur didiamkan selama 18 jam sehingga terbentuk endapan pektin yang selanjutnya akan dipisahkan dengan fitratnya menggunakan kertas saring.

d) Pencucian pektin

Endapan pektin yang didapat ditambahkan etanol untuk dicuci untuk menghilangkan keasamannya dan disaring menggunakan kertas saring. Pencucian dilakukan berkali-kali hingga pektin tidak lagi bersifat asam. Indikator bahwa pektin tersebut bebas asam Jika air pencucian pektin berwarna merah rose ketika ditetesi oleh phenolphthalein. phenolphthalein adalah pewarna yang berperan sebagai indikator pH.

e) Pengeringan pektin

Pektin basah yang telah dicuci dan bebas asam dikeringkan menggunakan oven pada suhu 40°C selama 7 jam. Gel pektin yang telah kering kemudian ditimbang dan beratnya dicatat.

3.5.2 Karakteristik Pektin Hasil Ekstraksi

a) Kadar Metoksil dan Kadar Galakturonat

Hasil pektin kering yang didapatkan akan dianalisis untuk diketahui kandungan metoksil dan galakturonatnya. Kandungan metoksil dapat ditentukan dengan penambahan 25 ml 0,25 N NaOH ke dalam larutan netral dari penentuan berat ekuivalen, setelah dicampur diaduk dan dibiarkan selama 30 menit pada suhu kamar dengan keadaan tertutup. Kemudian ditambahkan 25 ml larutan 0,25 N HCl dan dititrasi dengan 0,1 N NaOH dengan indikasi phenolptalein berubah menjadi warna merah rosa dan kadar galakturonat dapat dihitung dari miliekivalen NaOH yang didapatkan dari penentuan BE (berat ekuivalen) dan kandungan metoksil. Kadar metoksil dan kadar galakturonat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Ranganna, 1977):

$$\text{Kadar Metoksil (\%)} = \frac{\text{ml NaOH} \times 31 \times N_{\text{NaOH}}}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan :

N_{NaOH} : Normalitas dari NaOH

Nilai 31 adalah bobot molekul metoksil yang berupa CH_3O

$$K.G (\%) = \frac{176 \times 0,1z \times 100\%}{\text{Berat Sampel (mg)}} + \frac{176 \times 0,1y \times 100\%}{\text{Berat Sampel (mg)}} \quad (3.2)$$

Keterangan :

z : ml (titer) NaOH dari penentuan berat ekuivalen.

y : ml (titer) NaOH dari penentuan kadar metoksil

Nilai 0,1 merupakan nilai normalitas dari NaOH

Nilai 176 didapatkan dari berat ekuivalen terendah asam pektat

(Devi, 2014)

b) Derajat Esterifikasi

Derajat esterifikasi ini diperoleh dari perbandingan antara kadar metoksil dan kadar galaturonat (Sufy, 2015).

$$D.E (\%) = \frac{176 \times \% \text{metoksil}}{31 \times \% \text{galakturonat}} \times 100\% \quad (3.3)$$

3.6 Teknik Pengambilan Data

3.6.1 Perhitungan Kadar Metoksil

Data yang diperoleh dari pengukuran kadar metoksil dengan variasi intensitas dan variasi waktu dicatat dalam tabel 3.1 dan 3.2.

Tabel 3.1 Pengolahan Data Kadar Metoksil Kulit Buah Pisang dengan Variasi Intensitas

Frekuensi (kHz)	Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik (dB)	Waktu (menit)	Berat Sampel (mg)	Volume NaOH (N)	Konsentrasi NaOH (N)	Kadar Metoksil (%)
0	0	30	100			
40 kHz	86	30	100			
	88	30	100			
	90	30	100			
	92	30	100			
	94	30	100			

Tabel 3.2 Pengolahan Data Kadar Metoksil Kulit Buah Pisang dengan Variasi Waktu

Frekuensi (kHz)	Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik (dB)	Waktu (menit)	Berat Sampel (mg)	Volume NaOH (ml)	Konsentrasi NaOH (N)	Kadar Metoksil (%)
40 kHz	(Taraf Intensitas terbaik Gelombang Ultrasonik)	10	100			
		15	100			
		20	100			
		25	100			
		30	100			

3.6.2 Perhitungan Kadar Galakturonat

Data yang diperoleh dari pengukuran kadar galakturonat dengan variasi intensitas dan variasi waktu dicatat dalam tabel 3.3 dan 3.4.

Tabel 3.3 Pengolahan Data Kadar Galakturonat Kulit Buah Pisang dengan Variasi Intensitas

Frekuensi (kHz)	Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik (dB)	Waktu (menit)	Berat Sampel (mg)	Volume NaOH z (ml)	Konsentrasi NaOH y (N)	Kadar Galakturonat (%)
0	0	30	100			
40 kHz	86	30	100			
	88	30	100			
	90	30	100			
	92	30	100			
	94	30	100			

Tabel 3.4 Pengolahan Data Kadar Galakturonat Kulit Buah Pisang dengan Variasi Waktu

Frekuensi (kHz)	Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik (dB)	Waktu (menit)	Berat Sampel (mg)	Volume NaOH z (ml)	Konsentrasi NaOH y (N)	Kadar Galakturonat (%)
40 kHz	(Taraf Intensitas terbaik Gelombang Ultrasonik)	10	100			
		15	100			
		20	100			
		25	100			
		30	100			

3.6.3 Perhitungan Derajat Esterifikasi

Data yang diperoleh dari pengukuran derajat esterifikasi dengan variasi intensitas dan variasi waktu dicatat dalam tabel 3.5 dan 3.6.

Tabel 3.5 Pengolahan Data Derajat Esterifikasi Kulit Buah Pisang dengan Variasi Intensitas

Frekuensi (kHz)	Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik (dB)	Waktu (menit)	Kadar Metoksil (%)	Kadar Galakturonat (%)	Derajat Esterifikasi (%)
0	0	30			
40 kHz	86	30			
	88	30			
	90	30			
	92	30			
	94	30			

Tabel 3.6 Pengolahan Data Derajat Esterifikasi Kulit Buah Pisang dengan Variasi Waktu

Frekuensi (kHz)	Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik (dB)	Waktu (menit)	Kadar Metoksil (%)	Kadar Galakturonat (%)	Derajat Esterifikasi (%)
40 kHz	(Taraf Intensitas terbaik Gelombang Ultrasonik)	10			
		15			
		20			
		25			
		30			

3.7 Analisis Data

Data yang didapat dari penelitian ini akan dianalisis statistik menggunakan Anava Tunggal (*One way Anova*) dalam bentuk grafik dan deskripsi untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari pemaparan intensitas gelombang ultrasonik dalam proses ekstraksi pektin terhadap kadar metoksil, galakturonat dan derajat esterifikasi dengan beberapa intensitas tertentu.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Penelitian ini merupakan eksperimen yang menggunakan pisang kepok (*Musa balbisiana* ABB) sebagai objek penelitian. Tujuan dalam penelitian ini untuk mengetahui intensitas dan waktu paparan gelombang ultrasonik yang efektif terhadap kadar metoksil, galakturonat dan derajat esterifikasi 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.

Bahan baku kulit pisang yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit pisang yang matang berwarna kekuning-kuningan. Ekstraksi pektin kulit pisang 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 (H_2SO_4). 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. Pektin di dalam jaringan 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 dkk., 2017).

Proses ekstraksi dilakukan dengan paparan gelombang ultrasonik, kemudian dilakukan pengendapan pektin yang ditambahkan alkohol atau etanol 96% pada filtrat pektin dengan volume 1:1. Pengendapan ini perlu dilakukan karena pektin terlarut memiliki gangguan terhadap kestabilan dispersi koloidnya.

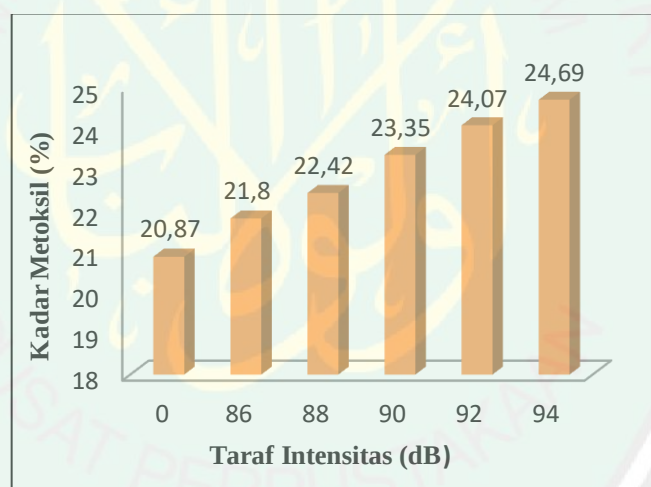
4.1.1 Kadar Metoksil

Data hasil kadar metoksil pektin kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* ABB) hasil ekstraksi dengan variasi taraf intensitas menggunakan waktu konstan 30 menit.

Tabel 4.1 Data Hasil Kadar Metoksil Pektin Kulit Pisang Variasi Taraf Intensitas dengan Waktu perlakuan 30 Menit.

Frekuensi (kHz)	Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik (dB)	Berat Sampel (mg)	Volume NaOH (N)	Kadar Metoksil (%)
0	0	100	6,73	20,87
40 kHz	86	100	7,03	21,8
	88	100	7,23	22,42
	90	100	7,53	23,35
	92	100	7,77	24,07
	94	100	7,97	24,69

Pada tabel 4.1 menunjukkan hasil karakteristik pektin variasi taraf intensitas menggunakan waktu konstan 30 menit. Kadar metoksil yang dihasilkan berbanding lurus dengan dengan taraf intensitas yang diberikan menggunakan waktu konstan 30 menit. Semakin besar taraf intensitas yang diberikan maka kadar metoksil juga semakin meningkat. Jumlah rata-rata persen kadar metoksil dalam penelitian ini berkisar 20,87 -24,69 (%). Kadar metoksil terendah tanpa perlakuan gelombang ultrasonik yaitu sebesar 20,87 % dan tertinggi pada saat diberikan taraf intensitas gelombang ultrasonik 94 dB yaitu sebesar 24,69 %. Hubungan taraf intensitas yang diberikan dengan waktu konstan untuk perlakuan gelombang ultrasonik terhadap kadar metoksil pektin dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Kadar Metoksil Pektin Kulit Pisang Variasi Taraf Intensitas

Berdasarkan gambar 4.1 menunjukkan bahwa nilai kadar metoksil pektin kulit pisang berbanding lurus dengan taraf intensitas gelombang ultrasonik yang diberikan. Hal ini dikarenakan adanya energi yang semakin besar dari sumber keluarnya gelombang ultrasonik yang merambat ke dalam cairan pektin sehingga dapat meningkatkan kadar metoksil yang dihasilkan. Salah satu

manfaat gelombang ultrasonik pada penelitian ini yaitu untuk mempercepat ekstraksi, sehingga menyebabkan gugus metil banyak dilepaskan.

Hasil penelitian ini dianalisis statistik menggunakan Anava tunggal (*One Way Anova*) (lampiran 2), dengan uji normalitas (signifikansi $> 0,05$) serta uji homogenitas (signifikansi $> 0,05$). Uji kadar metoksil didapatkan nilai signifikansi kurang dari 0,05 ($0,000 < 0,05$), artinya taraf intensitas gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap kadar metoksil pektin kulit pisang.

Data uji Anava yang signifikan tersebut selanjutnya diuji menggunakan Duncan 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap kadar metoksil pektin kulit pisang. berdasarkan notasi yang didapatkan dari uji Duncan 5 % didapatkan bahwa taraf intensitas gelombang ultrasonik 94 dB berbeda nyata dengan taraf intensitas 86, 88, 90, dan 92 dB, artinya taraf intensitas gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap kadar metoksil pektin kulit pisang dan Intensitas paling efektif untuk mendapatkan kadar metoksil yang banyak adalah 94 dB.

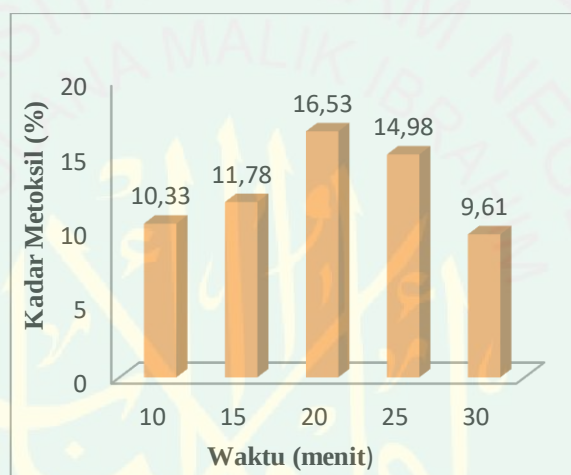
Tabel 4.2 merupakan data hasil kadar metoksil pektin kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* ABB) hasil ekstraksi dengan variasi waktu perlakuan menggunakan taraf intensitas optimum yaitu 94 dB

Tabel 4.2 Data Hasil Kadar Metoksil Pektin Kulit Pisang Variasi Waktu Perlakuan dengan Taraf Intensitas 94 dB..

Frekuensi (kHz)	Waktu perlakuan Gelombang Ultrasonik (menit)	Berat Sampel (mg)	Volume NaOH (N)	Kadar Metoksil (%)
40 kHz	10	100	3,33	10,33
	15	100	3,8	11,78
	20	100	5,33	16,53
	25	100	4,83	14,98

	30	100	3,1	9,61
--	----	-----	-----	------

Berdasarkan tabel 4.2 diketahui bahwa kadar metoksil pektin kulit Pisang rata-rata berkisar 9,61-16,53 (%). Nilai kadar metoksil terendah pada waktu perlakuan gelombang ultrasonik selama 30 menit yaitu 9,61 (%) dan nilai tertinggi pada waktu perlakuan gelombang ultrasonik selama 20 menit yaitu 16,53 (%). Hubungan waktu perlakuan dengan taraf intensitas 94 dB terhadap kadar metoksil pektin dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Kadar Metoksil Pektin Kulit Pisang variasi Waktu Perlakuan

Gambar 4.2 menunjukkan hubungan nilai kadar metoksil dengan waktu perlakuan gelombang ultrasonik. Pada waktu 10 menit, 15 menit sampai dengan 20 menit kadar metoksil semakin meningkat. Namun pada waktu tertentu mengalami penurunan. Waktu 20 menit merupakan waktu optimum untuk mendapatkan kadar metoksil yang banyak. Kadar metoksil pada waktu lebih dari 20 menit mengalami penurunan yaitu 14,98% - 9,61%.

Hasil penelitian ini dianalisis statistik menggunakan Anava tunggal (*One Way Anova*) (lampiran 2), dengan uji normalitas (signifikansi $> 0,05$) serta uji homogenitas (signifikansi $> 0,05$). Uji kadar metoksil didapatkan nilai signifikansi

kurang dari 0,05 ($0,000 < 0,05$), artinya waktu perlakuan gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap kadar metoksil pektin kulit pisang.

Data uji Anava yang signifikan tersebut selanjutnya diuji menggunakan Duncan 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan waktu perlakuan gelombang ultrasonik terhadap kadar metoksil pektin kulit pisang. Berdasarkan notasi yang didapatkan dari uji Duncan 5 % didapatkan bahwa waktu perlakuan gelombang ultrasonik selama 20 menit berbeda nyata dengan waktu perlakuan 10, 15, 25 dan 30 menit. Artinya waktu perlakuan gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap kadar metoksil pektin kulit pisang dan waktu paparan gelombang ultrasonik yang paling efektif untuk menghasilkan kadar metoksil yang banyak adalah 20 menit.

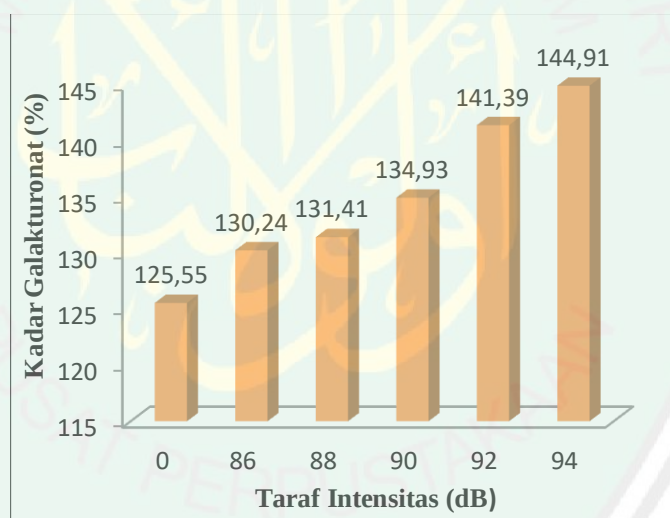
4.1.2 Kadar Galakturonat

Data hasil kadar galakturonat pektin kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* ABB) hasil ekstraksi dengan variasi taraf intensitas menggunakan waktu perlakuan 30 menit.

Tabel 4.3 Data Hasil Kadar Galakturonat Pektin Kulit Pisang Variasi Taraf Intensitas dengan Waktu perlakuan 30 Menit.

Frekuensi (kHz)	Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik (dB)	Berat Sampel (mg)	Volume NaOH z (N)	Volume NaOH y (N)	Kadar Galkturonat (%)
0	0	100	0,4	6,73	125,55
40 kHz	86	100	0,36	7,03	130,24
	88	100	0,23	7,23	131,41
	90	100	0,13	7,53	134,93
	92	100	0,26	7,77	141,39
	94	100	0,26	7,97	144,91

Pada tabel 4.2 menunjukkan hasil karakteristik pektin variasi taraf intensitas menggunakan waktu konstan 30 menit. Kadar galakturonat yang dihasilkan berbanding lurus dengan dengan taraf intensitas yang diberikan menggunakan waktu konstan 30 menit. Semakin besar taraf intensitas yang diberikan maka kadar galakturonat juga semakin meningkat. Jumlah rata-rata persen kadar galakturonat dalam penelitian ini berkisar 125,55-144,91 (%). Kadar galakturonat terendah tanpa perlakuan gelombang ultrasonik yaitu sebesar 125,55 % dan tertinggi pada saat diberikan taraf intensitas gelombang ultrasonik 94 dB yaitu sebesar 144,91 %. Hubungan taraf intensitas yang diberikan dengan waktu konstan untuk perlakuan gelombang ultrasonik terhadap kadar galakturonat pektin dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Kadar Galakturonat Pektin Kulit Pisang Variasi Taraf Intensitas

Berdasarkan gambar 4.3 menunjukkan bahwa nilai kadar galakturonat pektin kulit pisang berbanding lurus dengan taraf intensitas gelombang ultrasonik yang diberikan. Kadar galakturonat tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah volume titrasi pada saat pengujian kadar galakturonat, namun juga bergantung pada jumlah volume titrasi saat uji berat ekivalen. Sehingga hal

tersebut yang menyebabkan nilai kadar galakturonat berbanding lurus dengan taraf intensitas menggunakan waktu konstan yaitu 30 menit.

Hasil penelitian ini dianalisis statistik menggunakan Anava tunggal (*One Way Anova*) (lampiran 2), dengan uji normalitas (signifikasi $> 0,05$) serta uji homogenitas (signifikasi $> 0,05$). Uji kadar galakturonat didapatkan nilai signifikasi kurang dari 0,05 ($0,000 < 0,05$), artinya taraf intensitas gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap kadar galakturonat pektin kulit pisang

Data uji Anava yang signifikan tersebut selanjutnya diuji menggunakan Duncan 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap kadar galakturonat pektin kulit pisang. berdasarkan notasi yang didapatkan dari uji Duncan 5 % didapatkan bahwa taraf intensitas gelombang ultrasonik 94 dB berbeda nyata dengan taraf intensitas 86, 88, 90, dan 92 dB, artinya taraf intensitas gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap kadar galakturonat pektin kulit pisang dan Intensitas paling efektif untuk mendapatkan kadar gaakturonat yang banyak adalah 94 dB.

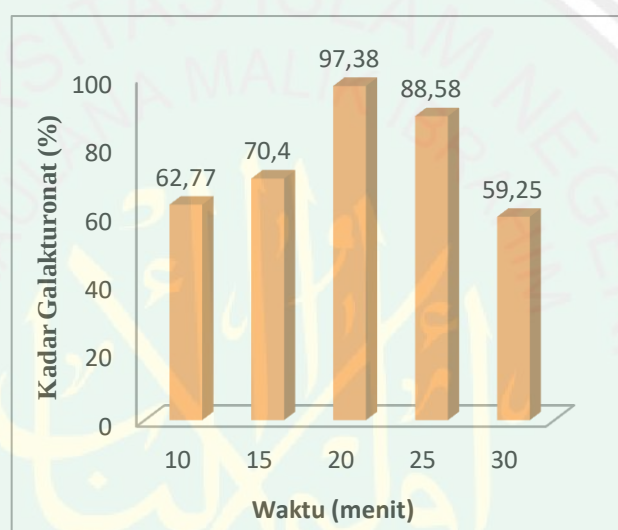
Selain perlakuan taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap kadar galakturonat pektin, berikut juga disajikan data hasil kadar galakturonat dengan lama waktu perlakuan gelombang ultrasonik 10, 15, 20, 25 dan 30 menit.

Tabel 4.4 Data Hasil Kadar Galakturonat Pektin Kulit Pisang Variasi Waktu Perlakuan dengan Taraf Intensitas 94 dB.

Frekuensi (kHz)	Waktu perlakuan Gelombang Ultrasonik (menit)	Berat Sampel (mg)	Volume NaOH z (N)	Volume NaOH y (N)	Kadar Galakturonat (%)
40 kHz	10	100	0,23	3,33	62,77
	15	100	0,2	3,8	70,40
	20	100	0,2	5,33	97,38

	25	100	0,2	4,83	88,58
	30	100	0,26	3,1	59,25

Berdasarkan tabel 4.4 kadar galakturonat terendah pada waktu perlakuan gelombang ultrasonik selama 30 menit yaitu 59,25 (%) dan nilai tertinggi pada waktu perlakuan gelombang ultrasonik selama 20 menit yaitu 97,38 (%). Peningkatan dan penurunan nilai kadar galakturonat pektin kulit pisang dengan waktu perlakuan gelombang ultrasonik dapat dilihat pada gambar 4.4 berikut:



Gambar 4.4 Kadar Galakturonat Pektin Kulit Pisang Variasi Waktu Perlakuan

Terlihat pada gambar 4.4 bahwa nilai kadar galakturonat kulit pisang dengan waktu perlakuan gelombang ultrasonik mengalami peningkatan dan penurunan pada waktu tertentu, grafik awalnya meningkat mulai dari waktu 10 menit sampai dengan 20 menit yaitu 62,77%, 70,4% sampai dengan 97,38% kemudian menurun pada waktu 25 menit hingga 30 menit yaitu 88,58% - 59,25%.

Hasil penelitian ini dianalisis statistik menggunakan Anava tunggal (*One Way Anova*) (lampiran 2), dengan uji normalitas (signifikansi $> 0,05$) serta uji

homogenitas (signifikasi $> 0,05$). Uji kadar galakturonat didapatkan nilai signifikasi kurang dari 0,05 ($0,000 < 0,05$), artinya waktu perlakuan gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap kadar galakturonat pektin kulit pisang.

Data uji Anava yang signifikan tersebut selanjutnya diuji menggunakan Duncan 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan waktu perlakuan gelombang ultrasonik terhadap kadar galakturonat pektin kulit pisang. Berdasarkan notasi yang didapatkan dari uji Duncan 5 % didapatkan bahwa waktu perlakuan gelombang ultrasonik selama 20 menit berbeda nyata dengan waktu perlakuan 10, 15, 25 dan 30 menit. Artinya waktu perlakuan gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap kadar galakturonat pektin kulit pisang dan waktu pemaparan gelombang ultrasonik yang paling efektif untuk menghasilkan kadar galakturonat yang banyak adalah 20 menit.

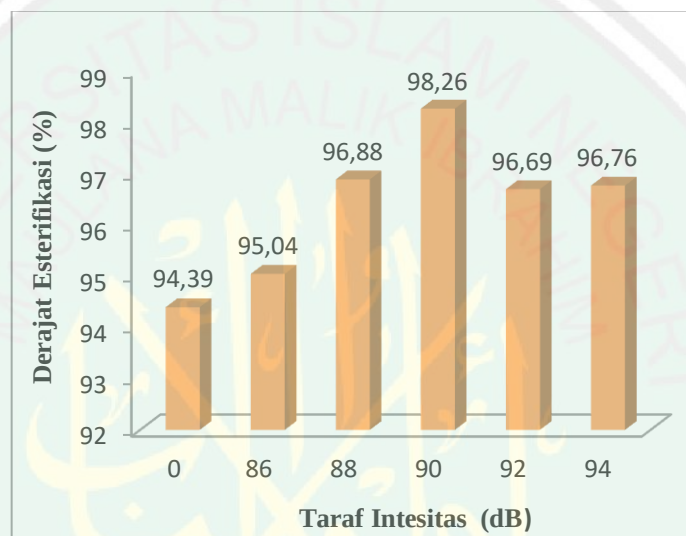
4.1.3 Derajat Esterifikasi

Data hasil derajat esterifikasi pektin kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* ABB) hasil ekstraksi dengan variasi taraf intensitas menggunakan waktu perlakuan 30 menit.

Tabel 4.5 Data Hasil Derajat Esterifikasi Pektin Kulit Pisang Variasi Taraf Intensitas dengan Waktu perlakuan 30 Menit

Frekuensi (kHz)	Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik (dB)	Berat Sampel (mg)	Kadar Metoksil (%)	Kadar Galakturonat (%)	Derajat Esterifikasi (%)
0	0	100	20,87	125,55	94,39
40 kHz	86	100	21,8	130,24	95,04
	88	100	22,42	131,41	96,88
	90	100	23,35	134,93	98,26
	92	100	24,07	141,39	96,69
	94	100	24,69	144,91	96,76

Pada tabel 4.5 menunjukkan hasil derajat esterifikasi pektin variasi taraf intensitas menggunakan waktu konstan 30 menit. Hasil derajat esterifikasi menunjukkan hasil bahwa derajat esterifikasi semula terus naik sampai dengan 90 dB, namun pada saat tertentu nilai derajat esterifikasi justru turun yaitu pada taraf intensitas 92 dB. Setelah itu meningkat kembali di taraf intensitas 94 dB. Nilai derajat esterifikasi didapatkan dari perbandingan antara kadar metoksil dengan kadar galakturonat. Hubungan taraf intensitas yang diberikan dengan waktu konstan untuk perlakuan gelombang ultrasonik terhadap nilai derajat esterifikasi pektin dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Derajat Esterifikasi Pektin Kulit Pisang Variasi Taraf Intensitas

Berdasarkan gambar 4.5 derajat esterifikasi tertinggi terdapat pada taraf intensitas 90 dB dengan waktu konstan 30 menit yaitu 98,26%. Pada taraf intensitas 0 dB, 86 dB, 88 dB dan 90 dB mengalami peningkatan nilai derajat esterifikasi, namun derajat esterifikasi pada 92 dB dan 94 dB mengalami penurunan. Hasil selanjutnya dianalisis statistik menggunakan Anava tunggal (*One Way Anova*) (lampiran 2), dengan uji normalitas (signifikansi $> 0,05$) serta uji homogenitas (signifikansi $> 0,05$). Uji derajat esterifikasi didapatkan nilai signifikansi kurang dari 0,05 ($0,002 < 0,05$), artinya taraf intensitas gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap derajat esterifikasi pektin kulit pisang.

Data uji Anava yang signifikan tersebut selanjutnya diuji menggunakan Duncan 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap derajat esterifikasi pektin kulit pisang. Berdasarkan notasi yang didapatkan dari uji Duncan 5 % bahwa taraf intensitas 94 dB tidak berbeda nyata dengan taraf intensitas 88, 90 dan 92 dB. Namun berbeda nyata dengan tanpa intensitas dan 86 dB. Artinya taraf intensitas gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap derajat esterifikasi pektin kulit pisang dan Intensitas paling efektif untuk mendapatkan nilai derajat esterifikasi yang banyak adalah 94 dB.

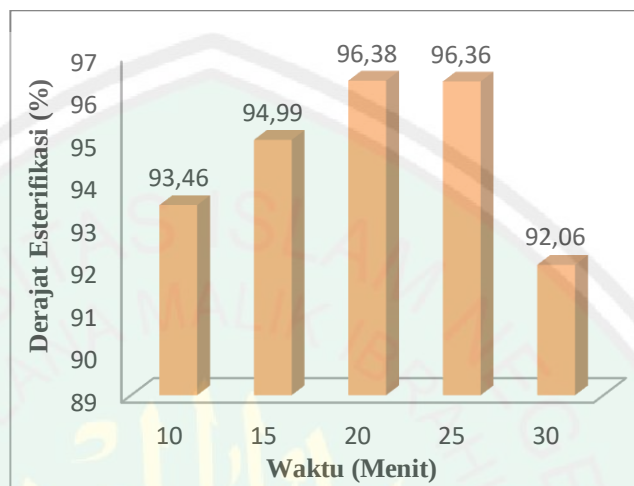
Selanjutnya adalah data hasil perlakuan lama waktu perlakuan gelombang ultrasonik dengan nilai derajat esterifikasi, di mana waktu yang digunakan yaitu 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit dan 30 menit dengan taraf intensitas konstan yaitu 94 dB.

Tabel 4.6 Data Hasil Derajat Esterifikasi Pektin Kulit Pisang Variasi Waktu Perlakuan dengan Taraf Intensitas 94 dB

Frekuensi (kHz)	Waktu perlakuan Gelombang Ultrasonik (menit)	Berat Sampel (mg)	Kadar Metoksil (%)	Kadar Galakturonat (%)	Derajat Esterifikasi (%)
40 kHz	10	100	10,33	62,77	93,46
	15	100	11,78	70,40	94,99
	20	100	16,53	97,38	96,38
	25	100	14,98	88,58	96,02
	30	100	9,61	59,25	92,07

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa nilai derajat esterifikasi pektin kulit pisang berkisar antara 92,07 – 96,38 (%). Nilai tertinggi terdapat pada waktu perlakuan gelombang ultrasonik selama 20 menit dan nilai terendah terdapat

pada lama waktu perlakuan gelombang ultrasonik selama 96,38 %. Diikuti selanjutnya pada waktu 10 menit sebesar 93,46 %, pada 15 menit 94,99 % dan untuk 25 menit sebesar 96,02 %. Perubahan naik turunnya derajat esterifikasi dengan lama waktu perlakuan dapat dilihat dalam gambar 4.6.



Gambar 4.6 Derajat Esterifikasi Pektin Kulit Pisang Variasi Waktu Perlakuan

Terlihat pada gambar 4.6 bahwa nilai derajat esterifikasi pektin kulit pisang dengan waktu perlakuan gelombang ultrasonik mengalami peningkatan dan penurunan pada waktu tertentu, grafik awalnya meningkat mulai dari waktu 10 menit sampai dengan 20 menit yaitu 93,46%, 94,99% sampai dengan 96,38% kemudian menurun pada waktu 25 menit hingga 30 menit yaitu 96,36% - 92,06%. Hasil selanjutnya dianalisis statistik menggunakan Anava tunggal (*One Way Anova*) (lampiran 2), dengan uji normalitas (signifikasi $> 0,05$) serta uji homogenitas (signifikasi $> 0,05$). Uji derajat esterifikasi didapatkan nilai signifikasi kurang dari 0,05 ($0,002 < 0,05$), artinya lama waktu perlakuan gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap derajat esterifikasi pektin kulit pisang yang dihasilkan.

Data uji Anava yang signifikan tersebut selanjutnya diuji menggunakan Duncan 5% untuk mengetahui perbedaan antar lama waktu perlakuan gelombang ultrasonik terhadap derajat esterifikasi pektin kulit pisang. Berdasarkan notasi yang didapatkan dari uji Duncan 5 % bahwa waktu perlakuan 20 menit tidak berbeda nyata dengan waktu 15 menit dan 25 menit, namun berbeda nyata dengan waktu perlakuan 10 dan 30 menit. artinya lama waktu perlakuan gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap nilai derajat esterifikasi pektin kulit pisang yang dihasilkan dan waktu pemaparan gelombang ultrasonik yang paling efektif untuk menghasilkan nilai derajat esterifikasi yang banyak adalah 20 menit. Hasil uji tersebut dapat dilihat pada lampiran 2.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Kadar Metoksil

Data dan grafik kadar metoksil pektin kulit pisang yang didapatkan dari penelitian ini diketahui bahwa ada hubungan antara taraf intensitas gelombang ultrasonik dengan kadar metoksil pektin kulit pisang. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan analisis statistik diperoleh hasil yaitu adanya pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) antara penggunaan taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap kadar metoksil yang dihasilkan. Hasil pengujian kadar metoksil (gambar 4.1) menunjukkan bahwa taraf intensitas gelombang ultrasonik dengan kadar metoksil memiliki hubungan yang berbanding lurus. Analisis tersebut terlihat intensitas yang paling efektif dalam penelitian ini adalah 94 dB. Kadar metoksil yang cenderung meningkat seiring dengan

bertambahnya taraf intensitas yang diberikan. Menurut Adhiksana (2017) Hal ini terjadi karena gelombang ultrasonik kavitasi menghasilkan kekuatan pemotongan yang tinggi yang dapat menembus gumpalan partikel dan menjadikannya partikel tunggal yang tersebar. Paparan gelombang ultrasonik dapat menghancurkan partikel berserat, solusa menjadi partikel halus dan menghancurkan dinding sel tumbuhan. Sehingga semakin tinggi taraf intensitas gelombang ultrasonik yang digunakan maka semakin besar kekuatan yang dihasilkan untuk memecahkan dinding sel tumbuhan.

Kadar metoksil merupakan jumlah mol etanol yang terdapat dalam 100 mol asam galakturonat. Kadar metoksil ini berpengaruh terhadap kemampuan pembentukan gel yang baik. Pektin dapat disebut bermetoksil tinggi jika memiliki nilai kadar metoksil sama atau lebih dari 7% dan jika kurang dari 7% disebut sebagai pektin yang bermetoksil rendah (Goycoolea dan Adriana, 2003). Dalam hal ini kadar metoksil yang didapatkan semua masuk dalam katagori pektin bermetoksil tinggi.

Lama waktu perlakuan gelombang ultrasonik yang digunakan ternyata juga berpengaruh terhadap kadar metoksil pektin kulit pisang, yaitu nilai kadar metoksil kulit pisang meningkat dan menurun pada taraf intensitas tertentu. Menurut data yang didapatkan dari penelitian ini hasil kadar metoksil dengan waktu pemaparan paling efektif adalah pektin dengan lama waktu pemaparan 20 menit. Kemudian nilai menurun saat waktu lebih dari 20 menit, adanya akumulasi energi yang terpancarkan semakin besar ternyata menyebabkan rusaknya kandungan pada metoksil. Dalam jurnal penelitian (Wusnah dkk, 2015) mengatakan bahwa hal tersebut terjadi karena bila waktu ekstraksi

maksimum telah terlewati maka hasil pektin yang didapat akan mengalami penurunan. Karena ekstraksi yang terlalu lama dapat menyebabkan degradasi gugus metil ester pada pektin menjadi asam karboksilat oleh adanya asam. Ikatan gugus metil ester cenderung terhidrolisis menghasilkan asam galakturonat (Aziz, 2018).

4.2.2 Kadar Galakturonat

Sifat fungsional pektin sangat dipengaruhi oleh kadar galakturonat. Struktur dan tekstur dari gel pektin tergantung pada kadar galakturonat (Constenla dan Lozano, 2002). Semakin tinggi nilai kadar galakturonat maka mutu pektin semakin tinggi. Kadar galakturonat tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah volume titrasi pada saat pengujian kadar metoksil, namun juga bergantung pada jumlah volume titrasi saat uji berat ekuivalen. Syarat kadar galakturonat untuk pektin menurut IPPA (*International Pectin Producers Association*) (2003) yaitu >65%.

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan analisis statistik diperoleh hasil yaitu adanya pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) antara penggunaan taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap kadar metoksil yang dihasilkan. Hasil pengujian kadar galakturonat (gambar 4.3) menunjukkan bahwa kadar galakturonat berbanding lurus dengan taraf intensitas gelombang ultrasonik, semakin tinggi taraf intensitas gelombang ultrasonik yang diberikan maka semakin tinggi jumlah persen kadar galakturonat yang dihasilkan. Nilai kadar galakturonat didapatkan berkisar 125,55-144,91 (%). Hasil tersebut telah memenuhi nilai standar yang ditetapkan, disebabkan reaksi hidrolisis yang maksimal propektin menjadi pektin pada komponen dasarnya yaitu asam D-

galakturonat (Tuhuloula dkk., 2013). Peningkatan kadar galakturonat pektin juga dikarenakan putusnya ikatan komponen galakturonat pektin dengan senyawa-senyawa lain seperti hemiselulosa (Krisnayanti dan Syamsudin, 2013). Besarnya asam galakturonat dipengaruhi oleh sumber bahan baku, pelarut, serta metode ekstraksi yang digunakan (Adetunji dkk., 2017). Intensitas 94 dB merupakan intensitas paling efektif dalam penelitian ini untuk mendapatkan kandungan galakturonat yang banyak.

Selain pengaruh taraf intensitas gelombang ultrasonik yang diberikan ternyata lama waktu yang digunakan dalam proses ekstraksi juga berpengaruh. Berdasarkan hasil data dan grafik yang dianalisis dalam penelitian ini didapatkan nilai kadar galakturonat tertinggi sebesar 97,38 % pada waktu ekstraksi 20 menit. Ini sesuai hasil penelitian yang dilakukan oleh Maryati (2018) yang menggunakan gelombang ultrasonik untuk ekstraksi pektin dengan lama waktu yang digunakan 20, 25, 30 dan 35 menit. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan lama waktu ekstraksi memberikan pengaruh signifikan ($P \leq 0,05$) terhadap asam galakturonat dan derajat esterifikasi. Perlakuan terbaik adalah pektin dengan lama waktu ekstraksi 20 menit dengan sumber pemanas gelombang ultrasonik berfrekuensi 40 kHz. Waktu ekstraksi 20 menit merupakan waktu paling efektif dalam penelitian ini untuk mendapatkan kandungan galakturonat yang banyak. Kadar galakturonat pada waktu lebih 20 mengalami reaksi oksidasi atau pelepasan elektron sehingga kadar galakturonat menurun (Roikah, 2016: 33).

4.2.3 Derajat Esterifikasi

Derajat esterifikasi merupakan presentase jumlah residu asam D-galakturonat yang gugus karboksilnya teresterifikasi dengan etanol (Whistler dan Daniel, 1985 di dalam Budiyanto dan Yulianingsih, 2008). Nilai derajat esterifikasi pektin diperoleh dari perbandingan antara kadar metoksil dengan kadar galakturonat.

Analisis dari data dan grafik derajat esterifikasi dengan taraf intensitas gelombang ultrasonik berkisar 95,04 - 98,26 (%). Nilai naik turunnya derajat esterifikasi di karenakan hasil derajat esterifikasi didapatkan dari perbandingan nilai kadar metoksil dan kadar galakturonat. Hal ini terjadi kemungkinan pada intensitas 92 dB dan 94 dB mengalami hidrolisis lanjut, sehingga pektin berubah menjadi asam pektat. Tiga unsur pembentuk pektin yaitu propektin, asam pektinat dan asam pektat. Propektin merupakan zat pektat yang tidak larut dalam air dan jika di hidrolisis menggunakan asam akan menghasilkan asam pektinat. Asam pektinat adalah asam poligalakturonat yang banyak mengandung gugus metil ester dan jika dihidrolisis lebih lanjut akan membentuk asam pektat. Asam pektat merupakan zat yang tersusun atas asam poligalakturonat yang bebas dari gugusmetil ester atau gugus metil esternya tidak teresterifikasi (Khan, et al., 2015)

Hasil jurnal penelitian yang dilakukan Nurdjanah (2006) pada ekstraksi dan karakteristik pektin dari kulit labu kuning. Pada nilai derajat esterifikasi mengalami penurunan pada saat titik tertentu hal ini terjadi karena pektin mengalami degradasi gugus metil ester pektin menjadi asam karboksil oleh adanya asam. Ikatan glikosidik gugus metil ester dari pektin cenderung

terhidrolisis menghasilkan asam galakturonat, sehingga pektin menjadi asam pektat yang asam galakturonatnya bebas dari gugus metil ester.

Berdasarkan standar IPPA (*International Pectin Producers Association*) yang ditetapkan yaitu derajat esterifikasi diatas 50% dinamakan pektin bermetoksil tinggi dan derajat di bawah 50% dinamakan pektin bermetoksil rendah (Sufy, 2015). Jika dilihat dari hasil data penelitian ini semua nilai derajat esterifikasi dapat dikategorikan sebagai pektin yang bermetoksil tinggi, sehingga ini sesuai dengan perhitungan nilai kadar metoksil yang juga menyebutkan pektin yang bermetoksil tinggi. Berdasarkan hasil uji analisis statistik diperoleh hasil yaitu adanya pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) antara perlakuan taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap derajat esterifikasi pektin yang dihasilkan.

Selain pengaruh intensitas gelombang ultrasonik terhadap nilai derajat esterifikasi pektin, derajat esterifikasi juga dipengaruhi oleh lama waktu perlakuan gelombang ultrasonik. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan analisis statistik diperoleh hasil yaitu adanya pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) antara waktu perlakuan gelombang ultrasonik terhadap derajat esterifikasi pektin yang dihasilkan. Waktu ekstraksi yang lama dapat menyebabkan pektin berubah menjadi asam pektat sedang gugus metil ester berubah menjadi asam galakturonat, sehingga menyebabkan derajat esterifikasi menurun. Hasil dari penelitian ini nilai tertinggi pada waktu paling efektif adalah 20 menit yaitu 96,38 %. Roikah (Dalam Maryati, 2018) waktu ekstraksi yang lama dapat menyebabkan pektin berubah menjadi asam pektat sedang gugus metil ester

berubah menjadi asam galakturonat, sehingga menyebabkan derajat esterifikasi menurun.

Penelitian yang dilakukan oleh Maryati (2018) yang menggunakan gelombang ultrasonik untuk ekstraksi pektin dengan lama waktu yang digunakan 20, 25, 30 dan 35 menit. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan lama waktu ekstraksi memberikan pengaruh signifikan ($P \leq 0,05$) terhadap asam galakturonat dan derajat esterifikasi. Perlakuan terbaik adalah pektin dengan lama waktu ekstraksi 20 menit dengan sumber pemanas gelombang ultrasonik berfrekuensi 40 kHz.

4.3 Efektivitas Intensitas dan Waktu Paparan Gelombang Ultrasonik

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan intensitas paling efektif untuk mendapatkan nilai kadar metoksil, galakturonat dan derajat esterifikasi dari beberapa variasi taraf intensitas adalah 94 dB. Pada intensitas 94 dB memiliki medan listrik yang tinggi dan menghasilkan gelombang mekanik, karena terjadinya reaksi piezoelektrik di dalam transduser ultrasonik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Amplitudo besar yang melewati medium dapat menyebabkan tekanan dan gaya geser oleh molekul pelarut, kondisi ini dapat menyebabkan perubahan densitas dan modulus elastisitas serta perpindahan masa antar fase meningkat (Price et al, 1995).

Piezoelektrik didefinisikan sebagai suatu kemampuan yang dimiliki sebagian kristal maupun bahan-bahan tertentu lainnya yang dapat menghasilkan tegangan listrik jika mendapatkan perlakuan tekanan atau regangan. Piezoelektrik adalah suatu efek yang reversibel, dimana terdapat efek piezoelektrik langsung

(direct piezoelectric effect) yaitu produksi potensial listrik akibat adanya tekanan mekanik dan efek piezoelektrik balikan (converse piezoelectric effect) yaitu produksi tekanan akibat pemberian tegangan listrik yang menghasilkan perubahan dimensi (Harriyanto, 2013).

Lama waktu pemaparan gelombang ultrasonik yang paling efektif untuk mendapatkan kadar metoksil, galakturonat dan derajat esterifikasi yang paling optimum adalah 20 menit. Pada perlakuan tersebut energi yang dihasilkan dari gelombang ultrasonik dapat menghidrosis dengan optimum senyawa protopektin menjadi pektin yang gugus fungsinya teresterifikasi. Sehingga menghasilkan kadar metoksil, galakturonat dan derajat esterifikasi tinggi.

4.4 Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Menurut Pandangan Islam

Allah SWT telah menganugrahkan kenikmatan kepada manusia dengan menumbuhkan berbagai macam buah-buahan dan tumbuh-tumbuhan. Menurut ulama' besar asal Mesir Dr. Syekh Yusuf Qardhawy dalam bukunya menyebutkan ada pertimbangan Allah menjadikan penghijauan (menumbuhkan tumbuh-tumbuhan) yaitu untuk pertimbangan manfaat. Menurutnya salah satu manfaat dari tanaman adalah untuk makanan. Sesuai dengan firman Allah ta'ala:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ (٢٤) أَنَّا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا (٢٥) ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا (٢٦) فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا (٢٧) وَعَيْنَبًا وَزَيْتُونًا (٢٨) وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا (٢٩) وَحَدَائِقَ غُلْبًا (٣٠) وَفَاكِهَةً وَأَبًّا (٣١) مَتَاعًا لَّكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ (٣٢)

Artinya: “Maka, hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya. Sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan ari (dari langit), kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya, lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, anggur dan sayur-sayuran, zaitun dan pohon kurma, kebun-kebun lebat,

dan buah-buahan serta rumput-rumputan, untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu." (Q.S 'Abasa [80]: 24-32)

Dalam tafsir Ibnu Katsir menjelaskan tentang firman Allah dalam surat 'Abasa ayat 24 bahwa ayat ini mengandung penyebutan nikmat Allah dan sekaligus menjadi bukti yang menunjukkan bahwa jasad-jasad ini setelah menjadi tulang belulang yang hancur dimakan tanah dan bercerai-berai akan dihidupkan kembali. Hal tersebut diutarakan melalui analogi dihidupkan-Nya tetumbuhan dari tanah yang mati. Untuk itu Allah Swt. berfirman: "*Sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit)*". ('Abasa: 25) Yakni Kami turunkan hujan dari langit ke bumi. "*kemudian kami belah bumi dengan sebaik-baiknya*". ('Abasa: 26) Maksudnya, Kami tempatkan air itu dalam bumi dan masuk melalui celah-celahnya, kemudian meresap ke dalam biji-bijian yang telah disimpan di dalam tanah. Maka tumbuhlah biji-bijian itu menjadi tetumbuhan yang muncul di permukaan bumi, lalu meninggi. "*lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, anggur dan sayur-sayuran*". ('Abasa: 27-28) *Al-habb* artinya biji-bijian, *al-inab* artinya anggur. Sedangkan *al-qadb* artinya sejenis sayuran yang dimakan oleh ternak dengan mentah-mentah. Demikianlah menurut Ibnu Abbas, Qatadah, Ad-Dahhak, dan As-Saddi. Al-Hasan Al-Basri mengatakan bahwa *al-qadb* artinya makanan ternak, "*dan zaitun*". ('Abasa: 29) Buah zaitun cukup dikenal dan dapat dijadikan sebagai lauk, begitu pula minyaknya. Bahkan minyaknya dapat digunakan untuk meminyaki tubuh dan juga sebagai bahan bakar penerangan. "*Dan buah kurma*". ('Abasa: 29) yang dapat dimakan dalam keadaan gemading, ataupun sudah masak; dapat pula dijadikan sale, dan perasannya dapat dibuat minuman dan cuka. "*Kebun-kebun (yang) lebat*". ('Abasa: 30) Yakni kebun-kebun yang rindang. *Dan buah-buahan serta*

rumput-rumputan, untuk kesenangan kalian dan untuk binatang-binatang ternak kalian. ('Abasa: 31-32) Yakni untuk makanan pokok kalian dan binatang ternak kalian dalam kehidupan dunia ini sampai hari kiamat nanti.

Pada ayat di atas menjelaskan bahwa Allah menumbuhkan tumbuh-tumbuhan yang ada di bumi ini salah satunya untuk kebutuhan makhluk khususnya untuk makanan, yang mana tumbuhan tersebut dapat dimakan dalam keadaan gemading ataupun bisa di olah kembali menjadi sesuatu yang dapat dimakan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Dalam penelitian ini menggunakan limbah kulit pisang sebagai bahan penghasil pektin. Kulit pisang yang diambil pektinNya memiliki banyak manfaat yang baik bagi manusia terutama di bidang makanan. Pengolahan kembali kulit pisang yang tidak digunakan menjadi sesuatu yang bisa dimakan untuk memenuhi kebutuhan manusia.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan mengenai analisis intensitas dan waktu pemaparan gelombang ultrasonik yang efektif terhadap kadar metoksil, galakturonat dan derajat esterifikasi rendemen pektin kulit pisang (*Musa balbisiana ABB*), maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai Kadar Metoksil, galakturonat dan derajat esterifikasi pektin kulit pisang melalui uji Anava Tunggal (*One Way Anova*) didapatkan nilai signifikan ($p < 0,05$), dan dengan uji lanjut Duncan didapatkan intensitas paling efektif yaitu 94 dB dengan hasil kadar metoksil sebesar 24,69 %, kadar galakturonat sebesar 144,91 % dan derajat esterifikasi sebesar 96,76 %.
2. Nilai Kadar Metoksil, galakturonat dan derajat esterifikasi pektin kulit pisang melalui uji Anava Tunggal (*One Way Anova*) didapatkan nilai signifikan ($p < 0,05$), dan dengan uji lanjut Duncan didapatkan waktu pemaparan paling efektif yaitu 20 menit dengan hasil kadar metoksil sebesar 16,53%, kadar galakturonat sebesar 97,38% dan derajat esterifikasi sebesar 96,38.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini sebagai berikut:

1. Diperlukan adanya penambahan variasi taraf intensitas gelombang ultrasonik terhadap proses ekstraksi pektin.

2. Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang pengaplikasian pektin yang telah dihasilkan.
3. Diperlukan adanya analisis tentang kelayakan dari hasil karakteristik pektin ini untuk mengetahui seberapa besar potensi produksi pektin ini dapat dikembangkan dalam bidang industri.



DAFTAR PUSTAKA

- Adetunji, L. R., A. Adekunle., V. Orsat., dan V. Raghavan. 2017. *Advance In The Pectin Production Process Using Novel Extraction Techniques*: 62: 239-250. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2016.08.015
- Adhiksana, Arief. 2017. *Perbandingan metode konvensional ekstraksi pectin dari kulit buah pisang dengan metode ultrasonik*. Journal of research and technology. Vol. 3 No. 2.
- Akmalludin, Arie K., 2009. *Pembuatan Pektin Dari Kulit Coklat Dengan Cara Ekstraksi*. Jurusan Teknik kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Tembalang. Semarang.
- Al-Qur'an Terjemah. 2015. Departemen Agung Ri. Bandung: CV Darus Sunnah.
- Al-Mahalli dan As-Savuti. Imam Jalaluddin. 2006. "*Terjemahan Tafsir Jalalain Berikut Asbaabun Nuzul*." Jilid 3. Bandung: Sinar Batu Algensindo Offset Bandung.
- Al- Maraghi, Ahmad Mustofa. 1993. *Tafsir Al-Maraghi*. Penerjemah. K. Anshori Umar Sitanggal Dkk, Jilid IX. PT. Karya Toha Putra Semarang, hlm 242-243.
- Al-Qardhawi, Yusuf, 2002. *Islam Agama Raham Lingkungan*, Jakarta Timur: Pustaka Al-Kautsar.
- Apriadi, Wied Harry. 2007. *Good Mood Food*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Arimpi, Ayu. 2019. *Pembuatan Pektin dari Limbah Kulit jeruk (Citrus Sinensis) dengan Metode Ekstraksi Gelombang Ultrasonik Menggunakan Pelarut Asam Sulfat (H₂SO₄)* . Sumatera Utara: universitas Sumatera Utara.
- Ackerman E, Lynda B. M. Ellis, Lawrence E. Williams, 1988. *Ilmu Biofisika* (terjemahan; Redjani, Abdulbasir). Surabaya; Airlangga Universitas.
- Aziz, Tamzil., M. Egan Giovanni Johan dan Dewi Sri. 2018. *Pengaruh Jenis Pelarut, Temperatur dan Waktu Terhadap Karakteristik Pektin Hasil Ekstraksi Dari Kulit Buah Naga (Hylocereuspolyrhizus)*. Jurnal Tekni Kimia No. 1, Vol. 24.
- BPS, Statistik Kabupaten Malang, 2019. Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan Kabupaten Malang.
- Budiyanto, A., Yulianingsih. 2008. *Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Terhadap Karakter Pektin dari Ampas Jeruk Siam (Citrus nobilis L.)*. J. Penelitian Pascapanen Pertanian. 5(2), 37-44.

Bueche R. J. 1986. *Introduction To Physics For Scientists And Engineer*, New York: Mc Graw-Hill.

Cahyono, Bambang. 2009. *Pisang Usaha Tani Dan Penanganan Pascapanen Revisi Kedua*. Kanisius: Yogyakarta.

Cameron, John R, and Skofronik James G. 1978. *Medical Physics*. New York: John Wiley and Sons Inc.

Constenla, D., Lozano, J.E. (200). *Effect of pomace drying on apple pectin*. *Lebensmittel Wissenschaft Und Technology*.

Departemen Kesehatan RI. 2000. *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Departemen Kesehatan: Jakarta.

Devi, W. E., R.N. Shukla, A. Abraham, S. Jarpula, dan U. Kaushik. 2014. *Optimized Extraction Condition and Characterization of Pectin from Orange Peel*. *International Journal of Research in Engineering & Advanced Technology*, 2(2): 1-9.

Dolatowski, Z. J., J. Stadnik, D. Stasiak. 2007. Applications of Ultrasound in Food Technology. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment* 6(3): 89-99.

Fitria, Vita. 2013. Karakterisasi pektin hasil ekstraksi dari limbah kulit pisang kepok (Musa Balbisiana ABB). *Skripsi*. Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Syarif Hidayatullah: Jakarta.

Fitriani, V. 2003. *Ekstraksi & Karakterisasi Pektin dari Kulit Jeruk Lemon (Citrus medica var lemon)*. *Skripsi*. Departemen Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Sains dan Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor: Bogor.

Giancoli, Douglas C. 1998. *Fisika Edisi Empat*. Jakarta: Erlangga.

Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*. (terjemah: Hanum, Yuhilza). Jakarta: Erlangga.

Goycoolea, F.M. dan Adriana Cardenas. 2003. *Pectins Opuntia spp. A Short Review*. *J.PACD*. 17-29.

Halliday, David dan Robert Resnick. 1987. *Fisika jilid 1*. Bandung: Erlangga.

Hariyati, M. N. 2006. *Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Pontianak*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor: Bogor.

Harriyanto, Agus R. Utomo. 2013. *Studi Analisis Gelombang Tegangan Piezoelektrik*. *Jurnal. Teknik elektro*, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

- Herbstreith dan Fox 2005 Herbstreith, K dan E. Fox. 2005. Pectin. http://www.Herbstreith_fox.de/pektin/forschung_und_entwicklung/forschung_entwicklung04a.htm.
- Ibnu Katsir. <http://www.ibnukatsironline.com/2015/10/tafsir-surat-al-waqiah-ayat-27-40.html>. 2015. *Tafsir Q.S Al-Waqi'ah: 27-40*.
- Ibnu Katsir. <http://www.ibnukatsironline.com/2015/05/tafsir-surat-al-anam-ayat-141.html>. 2015. *Tafsir Q.S Al-An'am: 141*.
- Ibnu Katsir. <http://www.ibnukatsironline.com/2015/10/tafsir-surat-abasa-ayat-17-32.html>. 2015. *Tafsir Q.S 'Abasa: 24-32*.
- IPPA (Internasional Pectins Procedures Association), 2002. What is pectin. http://www.ippa.info/history_of_pectin.htm. 28 Agustus 2018).
- IPPA (International Pectins Procedures Association). (2003). What is pectin. http://www.ippa.info/history_of_pectin.htm. Diakses 20 Januari 2016.
- Isaacs, Alan. 1997. *Kamus Lengkap Fisika*. Jakarta: Erlangga.
- Jariyah, Sudaryati., R. Yulistiani dan Habibi. 2015. Ekstraksi Pektin Buah Pedada (*Sonneratia caseolaris*). *J.REKAPANGAN* 9(1): 28-33.
- Kertesz, Z. I. (1951). "*The Pectin Substances*". Interscience, New York.
- Khan, M., N. Bibi dan A. Zeb. 2015. *Optimization Of Process Conditions For Pectin Extraction From Citrus Peel*. *Science, Tecnology and Development*, 34(1): 9-15.
- Kuldiloke, J. (2002). *Effect Of Ultrasound Temperature And Pressure Treathments On Enzyme Activity and Quality Of Fruit and Vegeatable Juices*. Dissertationder Technischen Universitat Berlin: Berlin.
- Krisnayanti dan Syamsudin. 2013. *Pengaruh Suhu Ekstraksi Kulit Buah Pepaya dengan Pelarut HCl 0,1 N pada Pembuatan Pektin*. *J. Konversi*. 2(2): 47-56.
- Lida, Y., Tuziuti T., Yasui K., Towata A., and Kozuka T. (2002). "*Control of Viscosity in Starch and Polysaccharide Solution with Ultrasound After Gelatinization*", *Journal of National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)*. Nagoya: Japan.
- Liu, Q. M., dkk. (2010). *Optimization Of Ultrasonic-Assisted Extraction Of Chlorogenic Acid From Folium Eucommiae and Evaluation Of Its Antioxidant Activity*. *Journal of Medicinal Plants Research*. 4(23): 2503-2511.
- Lutfiani, 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.

- Maryati, Wiwid Rizqi., Yoga Pratama dan Nurwantoro. 2018. *Asam Galakturonat dan Derajat Esterifikasi Ekstrak Pektin Kulit Buah Nangka Menggunakan Gelombang Ultrasonik*. Jurnal Teknologi Pangan 2(1)14-16, Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponogero.
- Nurfitriyana, Annisa. 2012. *Signifikansi Kavitas Ultrasonik dan Hidrodinamik terhadap karakteristik Produk Oksidasi penyisihan Limbah Fenol dengan Proses Oksidasi Lanjut Berbasis Ozzon*. Skripsi. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Nurdjanah, nanan & Sri Usmiati, 2006. *Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit Labu Kuning*. Jurnal pascapanen 3(1): 13-23.
- Price Gj, White A, Clifton AA. 1995. The effect of high intensity ultrasonic on solid polymer. *Polymer*. 26:4919-4925.
- Ranganna, S. 1977. *Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products Second Edition*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited: New Delhi.
- Roikah, Sri., Wara Dyah Pita Rengga., Latifah dan Ella Kusumasturi. 2016. *Ekstraksi dan Karakteristik Pektin dari Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.)*. JBAT (1): 29-36.
- Siamornsak, Pornsark. 2003. *Chemistry of Pectin and Its Pharmaceutical Uses; A Review*. International Journal, Vol. 3. Silpakorn University.
- Satria, Berry dan Ahda, Yusuf. 2008. *Pengolahan Limbah Kulit Pisang Menjadi Pektin dengan Metode Ekstraksi*. Universitas Diponogoro, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik kimia: Semarang.
- Sofiana, Heni., Triaswuri, Kharista., Sasongko, Setia Budi. 2012. *Pengambilan Pektin dari Kulit Papaya dengan Cara Ekstraksi*. Jurnal Teknologi Kimia dan Industry, Vol 1, NO. 1, Hal 482-486.
- Sufy, Qodarina. 2015. *Pengaruh Variasi Perlakuan Bahan Baku Dan Konsentrasi Asam Terhadap Ekstraksi Dan Karakteristik Pektin Dari Limbah Kulit Pisang Kepok Kuning (Musa Balbisiana BBB)*. Skripsi. Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Syarif Hidayatullah: Jakarta.
- Suhariyanto, 2018. *Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan 2017*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Sumardi, Ferry. 2010. *Studi Scanner Sidik Jari Ultrasonik Dengan Menggunakan Cermin Akustik*. Skripsi. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Susanti, D., I. Hartati dan Suwardiyono. 2017. *Ekstraksi Berbantu Gelombang Mikro Pektin Albedo Durian (Durio zibethinus murray)*. Inovasi Teknik Kimia 2(1): 19-23.

Suyanti dan Supriyadi, Ahmad. 2008. *Pisang, Budidaya, Pengolahan dan Prospek Pasar*. Penebar Swadaya: Jakarta.

Tarigan, M. Hanum, F. Dkk. 2012. *Ekstraksi Pektin dari Kulit Pisang Kepok (Musa balbisiana ABB)*. Jurnal Teknik Kimia USU, Article in Press. Universitas Sumantra Utara: Medan.

Thakur, B. R., Singh, R. K., & Handa, A. K. (1997). *Chemistry and uses of pectinea review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37(1), 47e73.

Tjitrosoepomo, G. 1994. *Taksonomi Tumbuhan Obat-Obatan*. UGM: Yogyakarta.

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.

Trisnobudi, Amoranto, 2000. *Teori Ultrasonik*. Bandung: ITB.

Tuhuloula, A., L. Budiarti dan E. N. Fitriana. 2013. *Karakterisasi Pektin dengan Memanfaatkan Limbah Kulit Pisang Menggunakan Metode Ekstraksi. Konversi* 2(1): 21-27.

Widiastuti, D. R. 2015. *Ekstraksi Pektin Kulit Jeruk Bali dengan Microwave Assisted Extraction dan Aplikasinya sebagai Edible Film*. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Semarang.

Winarno, F, G. 1997. *Kimia Pangan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.

Wusnah., dkk. 2015. *Pengaruh Ph dan Waktu Ekstraksi Terhadap Karakteristik Pektin dari Kulit Coklat*. Jurnal Teknologi Kimia Unimal. 4-2: 27-35.

LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN DATA HASIL PENELITIAN

L1.1 Perhitungan Kadar Metoksil

Contoh perhitungan Kadar Metoksil pektin kulit pisang dengan waktu ekstraksi 30 menit dan konsentrasi NaOH 0,1 N.

Berat Sampel pektin = 100 mg

Volume NaOH = 6,6 ml

Konsentrasi NaOH = 0,1

$$\begin{aligned} \text{Kadar Metoksil (\%)} &= \frac{\text{ml NaOH} \times 31 \times N_{\text{NaOH}}}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% \\ &= \frac{6,6 \times 31 \times 0,1}{100} \times 100\% \\ &= 20,46 \% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan pada data berikutnya merupakan analog dengan perhitungan di atas yang disajikan pada tabel L1.1 & L1.2:

Tabel L1.1 Hasil perhitungan Kadar Metoksil pektin kulit pisang waktu ekstraksi 30 menit dan konsentrasi NaOH 0,1 N.

Frekuensi (KHz)	Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik (dB)	Berat Sampel (mg)	Volume NaOH (ml)	Kadar Metoksil (%)	Rata-rata Kadar Metoksil (%)
40	0	100	6,6	20,46	20,87
			6,9	21,39	
			6,7	20,77	
	86	100	7	21,7	21,8
			7,1	22,01	
			7	21,7	
	88	100	7,2	22,32	22,42
			7,2	22,32	
			7,3	22,63	
	90	100	7,5	23,25	23,35
			7,5	23,25	
			7,6	23,56	

	92	100	7,7	23,87	24,08
			7,7	24,18	
			7,8	24,18	
	94	100	8	24,8	24,7
			8	24,8	
			7,9	24,49	

Tabel L1.2 Hasil Perhitungan Kadar Metoksil Pektin Kulit Pisang dengan Taraf intensitas Gelombang Ultrasonik 94 dB dan Konsentrasi NaOH 0,1 N.

Frekuensi (KHz)	Waktu perlakuan Gelombang Ultrasonik (menit)	Berat Sampel (mg)	Volume NaOH (ml)	Kadar Metoksil (%)	Rata-rata Kadar Metoksil (%)
40	10	100	3,4	10,54	10,33
			3,3	10,23	
			3,3	10,23	
	15	100	3,8	11,78	11,78
			3,7	11,47	
			3,9	12,09	
	20	100	5,3	16,43	16,53
			5,3	16,43	
			5,4	16,74	
	25	100	4,7	14,57	14,98
			4,9	15,19	
			4,9	15,19	
	30	100	3,2	9,92	9,61
			3	9,3	
			3,1	9,61	

L1.2 Perhitungan Kadar Galakturonat

Contoh perhitungan Kadar Galakturonat pektin kulit pisang waktu ekstraksi 30 menit dan konsentrasi NaOH 0,1 N.

Berat Sampel pektin = 100 mg

Volume NaOH berat ekivalen (z) = 0,4 ml

Volume NaOH kadar metoksil (y) = 6,6 ml

$$K. G (\%) = \frac{176 \times 0,1z \times 100\%}{Berat Sampel (mg)} + \frac{176 \times 0,1y \times 100\%}{Berat Sampel (mg)}$$

$$= \frac{176 \times 0,1 \times 0,4 \times 100\%}{100} + \frac{176 \times 0,1 \times 6,6 \times 100\%}{100}$$

$$= 123,2\%$$

Hasil perhitungan pada data berikutnya merupakan analog dengan perhitungan di atas yang disajikan pada tabel L1.3 & L1.4:

Tabel L1.3 Hasil perhitungan Kadar Galakturonat pektin kulit pisang waktu ekstraksi 30 menit dan konsentrasi NaOH 0,1 N.

Frekuensi (KHz)	Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik (dB)	Berat Sampel (mg)	Volume NaOH z (ml)	Volume NaOH y (ml)	Kadar Galakturonat (%)	Rata-rata Kadar Galakturonat (%)
40	0	100	0,4	6,6	123,2	125,4
			0,3	6,9	126,2	
			0,5	6,7	126,72	
	86	100	0,4	7	130,24	130,2
			0,3	7,1	130,24	
			0,4	7	130,24	
	88	100	0,2	7,2	130,24	131,4
			0,2	7,2	130,24	
			0,3	7,3	133,76	
	90	100	0,1	7,5	133,76	134,9
			0,1	7,5	133,76	

	92	100	0,2	7,6	137,28	141,4
			0,2	7,7	139,04	
			0,3	7,8	142,56	
			0,3	7,8	142,56	
	94	100	0,2	8	144,32	144,9
			0,3	8	146,08	
			0,3	7,9	144,9	

Tabel L1.4 Hasil perhitungan Kadar Galakturonat pektin kulit pisang dengan 94 dB intensitas gelombang ultrasonik dan konsentrasi NaOH 0,1 N.

Frekuensi (KHz)	Waktu perlakuan Gelombang Ultrasonik (menit)	Berat Sampel (mg)	Volum e NaOH z (ml)	Volum e NaOH y (ml)	Kadar Galakturonat (%)	Rata-rata Kadar Galakturonat (%)
40	10	100	0,2	3,4	63,36	62,77
			0,2	3,3	61,6	
			0,3	3,3	63,36	
	15	100	0,2	3,8	70,4	70,4
			0,2	3,7	68,64	
			0,2	3,9	72,16	
	20	100	0,2	5,3	96,8	97,38
			0,2	5,3	96,8	
			0,2	5,4	98,56	

	25	100	0,2	4,7	86,24	88,58
			0,2	4,9	89,76	
			0,2	4,9	89,76	
	30	100	0,2	3,2	59,84	59,23
			0,3	3	58,08	
			0,3	3,1	59,84	

L1.3 Perhitungan Derajat Esterifikasi

Contoh perhitungan Kadar Galakturonat pektin kulit pisang waktu ekstraksi 30 menit dan konsentrasi NaOH 0,1 N.

Berat Sampel pektin = 100 mg

% metoksil = 20,46 %

% galakturonat = 123,2 %

$$D.E (\%) = \frac{176 \times \% \text{metoksil}}{31 \times \% \text{galakturonat}} \times 100\%$$

$$= \frac{176 \times 20,46 \%}{31 \times 123,2 \%} \times 100\% = 94,29 \%$$

Hasil perhitungan pada data berikutnya merupakan analog dengan perhitungan di atas yang disajikan pada tabel L1.5 & L1.6:

Tabel L1.5 Hasil perhitungan Derajat Esterifikasi pektin kulit pisang waktu ekstraksi 30 menit dan konsentrasi NaOH 0,1 N.

Frekuensi (KHz)	Taraf Intensitas Gelombang Ultrasonik (dB)	Berat Sampel (mg)	Kadar Metoksil (%)	Kadar Galakturonat (%)	Derajat Esterifikasi (%)	Rata-rata Derajat Esterifikasi (%)
40	0	100	20,46	123,2	94,29	94,39
			21,39	126,2	95,83	
			20,77	126,72	93,06	

	86	100	21,7	130,24	94,59	95,04
			22,01	130,24	95,95	
			21,7	130,24	94,59	
	88	100	22,32	130,24	97,3	96,88
			22,32	130,24	97,3	
			22,63	133,76	96,05	
	90	100	23,25	133,76	98,68	98,26
			23,25	133,76	98,68	
			23,56	137,28	97,44	
	92	100	23,87	139,04	97,47	96,69
			24,18	142,56	96,3	
			24,18	142,56	96,3	
	94	100	24,8	144,32	97,56	96,76
			24,8	146,08	96,39	
			24,49	144,9	96,34	

Tabel L1.6 Hasil perhitungan Derajat Esterifikasi pektin kulit pisang dengan 94 dB intensitas gelombang ultrasonik dan konsentrasi NaOH 0,1 N.

Frekuensi (KHz)	Waktu perlakuan Gelombang Ultrasonik (menit)	Berat Sampel (mg)	Kadar Metoksil (ml)	Kadar Galakturonat (ml)	Derajat Esterifikasi (gr)	Rata-rata Derajat Esterifikasi (gr)
40		100	10,54	63,36	94,44	93,46

	10		10,23	61,6	94,29	
			10,23	63,36	91,67	
	15	100	11,78	70,4	95	94,99
			11,47	68,64	94,87	
			12,09	72,16	95,12	
	20	100	16,43	96,8	96,36	96,38
			16,43	96,8	96,36	
			16,74	98,56	96,43	
	25	100	14,57	86,24	95,92	96,02
			15,19	89,76	96,08	
			15,19	89,76	96,08	
	30	100	9,92	59,84	94,12	92,07
			9,3	58,08	90,91	
			9,61	59,84	91,18	

LAMPIRAN 2 ANALISIS STATISTIK

L2.1 Analisis Kadar Metoksil Variasi Intensitas Intensitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		kadar metoksil
N		18
Normal Parameters ^a	Mean	22.8711
	Std. Deviation	1.36812
Most Extreme Differences	Absolute	.109
	Positive	.101
	Negative	-.109
Kolmogorov-Smirnov Z		.463
Asymp. Sig. (2-tailed)		.983
a. Test distribution is Normal.		

Levene's Test of Equality of Error Variances ^a			
Dependent Variable:kadar metoksil			
F	df1	df2	Sig.
2.000	5	12	.151
Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.			
a. Design: Intercept + intensitas			

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable:kadar metoksil					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	31.051 ^a	5	6.210	96.933	.000
Intercept	9415.579	1	9415.579	1.470E5	.000
Intensitas	31.051	5	6.210	96.933	.000
Error	.769	12	.064		
Total	9447.399	18			
Corrected Total	31.820	17			
a. R Squared = ,976 (Adjusted R Squared = ,966)					

kadar metoksil							
Duncan							
taraf intensitas gelombang ultrasonik	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
tanpa intensitas	3	20.8733					
86	3		21.8033				
88	3			22.4233			
90	3				23.3533		
92	3					24.0767	
94	3						24.6967
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square (Error) = ,064.							

L2. 2 Analisi Statistik Kadar Metoksil Variasi Waktu

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		kadar metoksil
N		15
Normal Parameters ^a	Mean	12.6480
	Std. Deviation	2.78310
Most Extreme Differences	Absolute	.179
	Positive	.179
	Negative	-.155
Kolmogorov-Smirnov Z		.695
Asymp. Sig. (2-tailed)		.720
a. Test distribution is Normal.		

Levene's Test of Equality of Error Variances ^a			
Dependent Variable:kadar metoksil			
F	df1	df2	Sig.
.583	4	10	.682
Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.			
a. Design: Intercept + waktu			

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable:kadar metoksil					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	107.670 ^a	4	26.918	350.125	.000
Intercept	2399.579	1	2399.579	3.121E4	.000
Waktu	107.670	4	26.918	350.125	.000
Error	.769	10	.077		
Total	2508.018	15			
Corrected Total	108.439	14			
a. R Squared = ,993 (Adjusted R Squared = ,990)					

kadar metoksil						
Duncan						
waktu perlakuan	N	Subset				
		1	2	3	4	5
30	3	9.6100				
10	3		10.3333			
15	3			11.7800		
25	3				14.9833	
20	3					16.5333
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square (Error) = ,077.						

L2.3 Analisis Statistik Kadar Galakturonat Variasi Intensitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		kadar galakturonat intensitas
N		18
Normal Parameters ^a	Mean	134.7378
	Std. Deviation	6.96773
Most Extreme Differences	Absolute	.185
	Positive	.185
	Negative	-.147

Kolmogorov-Smirnov Z	.786
Asymp. Sig. (2-tailed)	.568
a. Test distribution is Normal.	

Levene's Test of Equality of Error Variances ^a			
Dependent Variable:kadar galakturonat intensitas			
F	df1	df2	Sig.
3.953	5	12	.024
Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.			
a. Design: Intercept + intensitas			

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable:kadar galakturonat intensitas					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	790.232 ^a	5	158.046	54.024	.000
Intercept	326776.838	1	326776.838	1.117E5	.000
Intensitas	790.232	5	158.046	54.024	.000
Error	35.106	12	2.926		
Total	327602.176	18			
Corrected Total	825.338	17			
a. R Squared = ,957 (Adjusted R Squared = ,940)					

kadar galakturonat intensitas						
Duncan						
taraf intensitas gelombang	N	Subset				
		1	2	3	4	5
tanpa intensitas	3	1.2555 E2				
86	3		1.3024 E2			
88	3		1.3141 E2			

90	3			1.3493 E2		
92	3				1.4139 E2	
94	3					1.4491 E2
Sig.		1.000	.417	1.000	1.000	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square (Error) = 2,926.						

L2. 4 Analisis Statistik Kadar Galakturonat Variasi Waktu

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		kadar galakturonat
N		15
Normal Parameters ^a	Mean	75.6800
	Std. Deviation	15.41526
Most Extreme Differences	Absolute	.190
	Positive	.190
	Negative	-.153
Kolmogorov-Smirnov Z		.737
Asymp. Sig. (2-tailed)		.649
a. Test distribution is Normal.		

Levene's Test of Equality of Error Variances ^a			
Dependent Variable:kadar galakturonat			
F	df1	df2	Sig.
1.000	4	10	.452
Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.			
a. Design: Intercept + waktu			

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable:kadar galakturonat					
Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.

Corrected Model	3306.172 ^a	4	826.543	400.250	.000
Intercept	85911.936	1	85911.936	4.160E4	.000
Waktu	3306.172	4	826.543	400.250	.000
Error	20.651	10	2.065		
Total	89238.758	15			
Corrected Total	3326.822	14			
a. R Squared = ,994 (Adjusted R Squared = ,991)					

kadar galakturonat						
Duncan						
waktu perlakuan	N	Subset				
		1	2	3	4	5
30	3	59.2533				
10	3		62.7733			
15	3			70.4000		
25	3				88.5867	
20	3					97.3867
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square (Error) = 2,065.						

L2. 5 Analisis Statistik Derajat Esterifikasi Variasi Intensitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		kadar derajat esterifikasi intensitas
N		18
Normal Parameters ^a	Mean	96.3400
	Std. Deviation	1.50211
Most Extreme Differences	Absolute	.145
	Positive	.100
	Negative	-.145
Kolmogorov-Smirnov Z		.615
Asymp. Sig. (2-tailed)		.844
a. Test distribution is Normal.		

Levene's Test of Equality of Error Variances ^a			
Dependent Variable:kadar derajat esterifikasi intensitas			
F	df1	df2	Sig.
.606	5	12	.697
Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.			
a. Design: Intercept + intensitas			

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable:kadar derajat esterifikasi intensitas					
Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	29.339 ^a	5	5.868	7.808	.002
Intercept	167065.121	1	167065.121	2.223E5	.000
Intensitas	29.339	5	5.868	7.808	.002
Error	9.018	12	.752		
Total	167103.478	18			
Corrected Total	38.358	17			
a. R Squared = ,765 (Adjusted R Squared = ,667)					

kadar derajat esterifikasi intensitas			
Duncan			
taraf intensitas gelombang	N	Subset	
		1	2
tanpa intensitas	3	94.3933	
86	3	95.0433	
92	3		96.6900
94	3		96.7633
88	3		96.8833
90	3		98.2667
Sig.		.377	.061
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = ,752.			

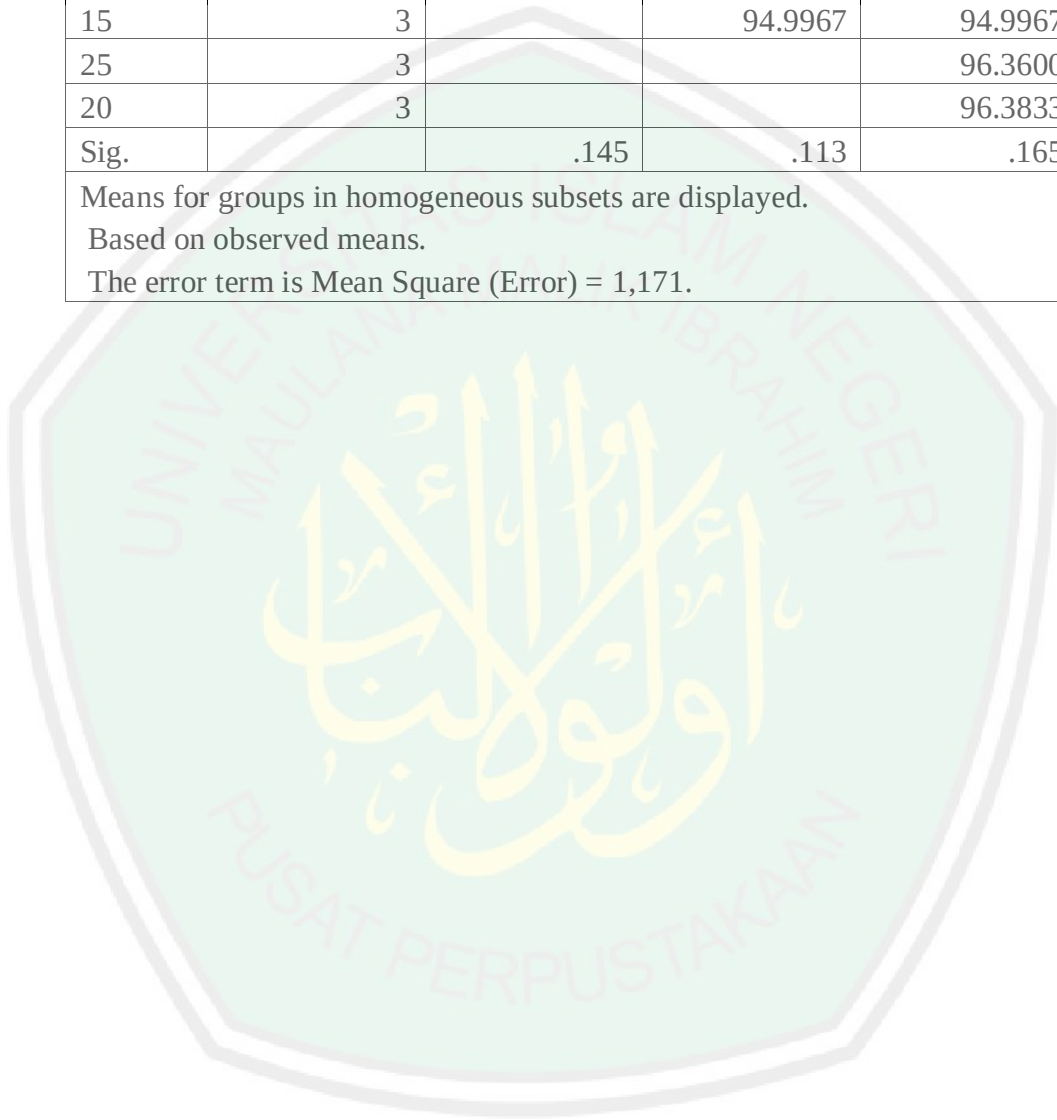
L2. 6 Analisis Statistik Derajat Esterifikasi Variasi Waktu

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		kadar derajat esterifikasi
N		15
Normal Parameters ^a	Mean	94.6540
	Std. Deviation	1.96572
Most Extreme Differences	Absolute	.193
	Positive	.135
	Negative	-.193
Kolmogorov-Smirnov Z		.747
Asymp. Sig. (2-tailed)		.632
a. Test distribution is Normal.		

Levene's Test of Equality of Error Variances^a			
Dependent Variable: kadar derajat esterifikasi			
F	df1	df2	Sig.
8.791	4	10	.003
Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.			
a. Design: Intercept + waktu			

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: kadar derajat esterifikasi					
Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	42.391 ^a	4	10.598	9.054	.002
Intercept	134390.696	1	134390.696	1.148E5	.000
Waktu	42.391	4	10.598	9.054	.002
Error	11.705	10	1.171		
Total	134444.792	15			
Corrected Total	54.097	14			
a. R Squared = ,784 (Adjusted R Squared = ,697)					

kadar derajat esterifikasi				
Duncan				
waktu perlakuan	N	Subset		
		1	2	3
30	3	92.0667		
10	3	93.4633	93.4633	
15	3		94.9967	94.9967
25	3			96.3600
20	3			96.3833
Sig.		.145	.113	.165
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square (Error) = 1,171.				



LAMPIRAN 3 DOKUMENTASI PENELITIAN

L3.1 Persiapan bahan



Gambar L3.1 Kulit Pisang Kepok



Gambar L3.2 Pengeringan Kulit Pisang Kepok



Gambar L3.3 Pengayakan Serbuk Pektin



Gambar L3.4 Serbuk Kulit Pisang Kepok

L3. 2 Proses Produksi Pektin dan Pengambilan Data

Gambar L3.5 larutan



Gambar L3.6 Ekstraksi pektin



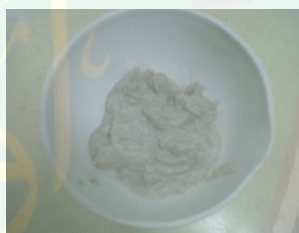
Gambar L3.7 Penyaringan



Gambar L3.8 filtrat Pektin



Gambar L3.9 endapan pektin



Gambar L3.10 pektin basah



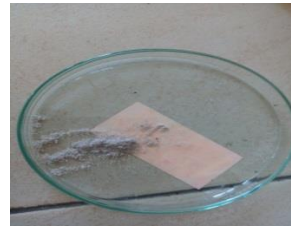
Gambar L3.11 oven



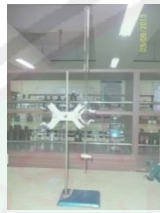
Gambar L3.12 pektin kering



Gambar L3.13 Penghalusan Pektin



Gambar L3.14 Serbuk Pektin



Gambar L3.15 Buret



Gambar L3.16 Larutan Titrasi



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN FISIKA

Jl. Sekeloa Timur No. 1, Malang 65132

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Sri Wahyuni
NIM : 16640025
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/Fisika
Judul Skripsi : Efektivitas Intensitas dan Waktu Paparan
Gelombang Ultrasonik Terhadap Kadar Metoksil,
Galsakturonat, dan Derajat Esterifikasi Rendemen
Pektin Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* ABB)
Pembimbing I : Dr. H. M. Tiriono, M.Si
Pembimbing II : Erna Hastuti, M.Si

No.	Hari/Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	Kamis/20 Februari 2020	Konsultasi Bab I, II, dan III	
2	Senin/24 Februari 2020	Konsultasi Bab I, II, dan III	
3	Kamis/27 Februari 2020	Konsultasi Bab III dan ACC	
4	Kamis/02 Juli 2020	Izin Laboratorium	
5	Kamis/17 September 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
6	Sabtu/26 September 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
7	Selasa/29 September 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
8	Jumat/02 Oktober 2020	Konsultasi Bab IV	
9	Kamis/08 Oktober 2020	Konsultasi Bab IV	
10	Selasa/27 Oktober 2020	Konsultasi Bab IV	
11	Senin/17 November 2020	Konsultasi Kajian Agama	
12	Kamis/26 November 2020	Konsultasi Kajian Agama	
13	Sabtu/28 November 2020	Konsultasi semua Bab, Abstrak	
14	Minggu/29 November 2020	Konsultasi Abstrak dan ACC	
15	Rabu/16 Desember 2020	Konsultasi kajian Agama ACC	
16	Jumat/17 Desember 2020	Konsultasi semua Bab	
17	Kamis/20 Desember 2020	Konsultasi Semua BAB ACC	



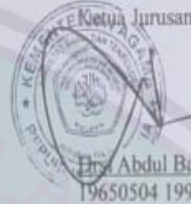
KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN FISIKA

Gedung B.J. Habibie Lt. 2 Fak. Saintek Jl. Gajayuna No. 50 Malang 65144 Telp. (0341) 558933

Malang, 21 Desember 2020

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



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

