

**VARIASI JENIS PELARUT DAN WAKTU
EKSTRAKSI TERHADAP RENDEMEN DAN
KARAKTERISTIK PEKTIN BUAH KESEMEK
(*Diospyros kaki L.*) MENGGUNAKAN METODE
ULTRASONIK**

**Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1**



**Elvira Prasetyani
22106030025**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2026**



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1929/Un.02/DS1/PP.00.9/08/2026

Tugas Akhir dengan judul : VARIASI JENIS PELARUT DAN WAKTU EKSTRAKSI TERHADAP RENDEMEN
DAN KARAKTERISTIK PEKTIN BUAH KESEMEK (*Diospyros kaki* L.)
MENGUNAKAN METODE ULTRASONIK

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ELVIRA PRASETYANI
Nomor Induk Mahasiswa : 22106030025
Telah diujikan pada : Kamis, 13 Agustus 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. rer. medic. Esti Wahyu Widowati, M.Si., M. Biotech
SIGNED

Valid ID: 6a86a078ea409



Penguji I

Dr. Ika Nugrahani Ari Martiwi, S.Si., M.Si
SIGNED

Valid ID: 6a854124c07be



Penguji II

Karmanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6a83f060cc7ab



Yogyakarta, 13 Agustus 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a8734a30a0b

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Elvira Prasetyani
NIM : 22106030025
Judul Skripsi : Pengaruh Pelarut Dan Waktu Ekstraksi Pektin Buah Kesemek
(*Diospyros kaki L.*) Menggunakan Metode Ultrasonik

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 4 Agustus 2026
Pembimbing

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA


Dr. rer. medic. Esti Wahyu Widowati, M.Si., M. Biotech.
NIP. 19760830 200312 2 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Elvira Prasetyani
NIM : 22106030025
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Pelarut dan Waktu Ekstraksi Pektin Buah Kesemek (*Diospyros kaki L.*) Menggunakan Metode Ultrasonik” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 4 Agustus 2026



Elvira Prasetyani
22106030025

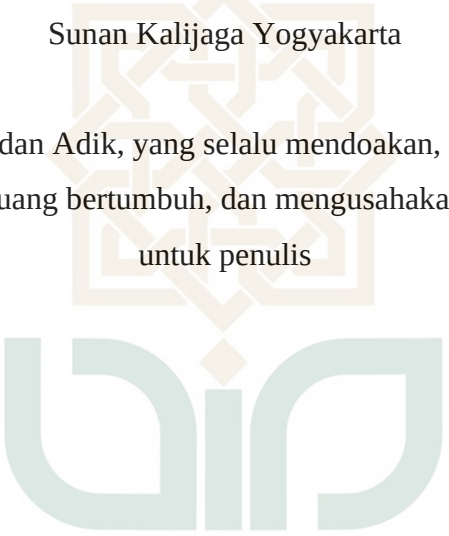
STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji Syukur kepada Allah SWT. skripsi ini penulis dedikasikan
sebagai rasa terima kasih kepada:

Almamater tercinta, Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan
Teknologi, UIN
Sunan Kalijaga Yogyakarta

Bapak, Ibu, dan Adik, yang selalu mendoakan, mendukung,
memberikan ruang bertumbuh, dan mengusahakan yang terbaik
untuk penulis



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

Ada satu pesan ibu yang tertulis dalam secarik kertas saat yang
mengiringi penulis untuk memulai hidup di kota lain:

“Doa tanpa usaha adalah hampa. Usaha tanpa doa adalah sia-
sia”



KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah SWT. yang telah memberi kesempatan dan kekuatan sehingga skripsi yang berjudul "Pengaruh Pelarut Dan Waktu Ekstraksi Pektin Buah Kesemek (*Diospyros kaki L.*) Menggunakan Metode Ultrasonik” ini dapat diselesaikan sebagai salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Sains, Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan motivasi, semangat, dan ide-ide kreatif sehingga tahap demi tahap penyusunan skripsi ini telah selesai. Ucapan terima kasih tersebut secara khusus disampaikan kepada:

1. Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. rer. medic. Esti Wahyu Widowati, M.Si. M. *Biotech.* selaku dosen Pembimbing yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi sekaligus sebagai pembimbing skripsi yang secara ikhlas dan sabar telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, dan memotivasi penyusun dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Setiap bertemu ibu saya jadi semangat menulis skripsi.
3. Ibu Prof. Dr. Maya Rahmayanti, S.Si. M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi.

4. Bapak dan Ibu Dosen Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membimbing dan mengajarkan banyak hal selama studi terutama dalam bidang kimia.
5. Seluruh Staf Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta terutama Bapak Indra Nafiyanto, S.Si., Bapak A. Wijayanto, S.Si., dan Ibu Isnii Gustanti, S.Si. yang telah membantu dalam penelitian sehingga dapat berjalan dengan lancar.
6. Seluruh Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
7. Kedua orang tua, Bapak dan Ibu serta keluarga yang tidak lelah mendoakan dan mendukung penuh baik secara mental dan material demi kelancaran penyusunan skripsi ini.
8. Grup komputasi dan badminton, Cindy, Naiya, Ikhul, Aryas dan Arif. Terima kasih sudah menjadi teman *sharing* yang asik.
9. Anggota sukuran, Rara, Linlin, Raya dan Kamila, terima kasih sudah saling bertumbuh dan mendewasakan.
10. Anak-anak Ibu Esti, Nabila, Ira, Fajar, Fadlila, dan Aryas yang kompak berjuang bersama, saling mendukung, dan selalu bersedia membantu mengoreksi tulisan ini.
11. Teman-teman di laboratorium penelitian kimia UIN Sunan Kalijaga atas saran dan bantuannya.

12. Seluruh jiwa yang berkumpul membentuk Xenon 2022,
terima kasih sudah berkenan menuang memori bersama.

13. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu
atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.

Demi kesempurnaan skripsi ini, kritik dan saran sangat
penulis harapkan. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi
perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan kimia secara
khusus.

Yogyakarta, 6 Agustus 2026

Elvira Prasetyani
22106030025

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

PENGESAHAN SKRIPSI /TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	3
C. Rumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI... 6	
A. Tinjauan Pustaka.....	6
B. Landasan teori.....	10
1. Buah Kesemek.....	10
2. Pektin	13
3. Emulsi	18
4. Hidrolisis	20
5. Hidrolisis Asam	21
6. Asam Sitrat	22
7. Asam Tartarat	25
8. Ekstraksi	27

9. <i>Ultrasound Assisted Extraction</i> (UAE)	30
10. Karakteristik Pektin	35
11. ATR-FTIR.....	37
C. Hipotesis Penelitian.....	39
BAB IIIMETODE PENELITIAN	42
A. Waktu dan Tempat Penelitian	42
B. Alat-alat Penelitian.....	42
C. Bahan Penelitian	42
D. Cara Kerja Penelitian	43
1. Pengeringan Buah Kesemek.....	43
2. Ekstraksi Pektin dari Buah Kesemek.....	43
3. Rendemen Pektin	44
4. Analisis Karakteristik Pektin	44
5. Analisis Sifat Emulsi Pektin dan Minyak.....	47
BAB IVHASIL DAN PEMBAHASAN	49
A. Ekstraksi Pektin.....	49
1. Pengaruh Jenis Pelarut Dan Waktu Ekstraksi Terhadap Karakteristik Fisik.....	50
2. Pengaruh jenis pelarut terhadap rendemen pektin.....	52
3. Pengaruh waktu ekstraksi terhadap rendemen pektin.....	57
B. Karakterisasi Pektin	59
1. Berat Ekuivalen (BE).....	59
2. Kadar Asam Uronat Anhidrat (AUA).....	62
3. Kadar Metoksil (DM)	66
4. Derajat Esterifikasi (DE)	68
5. Identifikasi Pektin Menggunakan ATR- FTIR..	71
C. Emulsifikasi	73
2. Karakteristik Fisik Emulsi	75

3. Pengaruh Perbedaan Rasio Terhadap Emulsi	76
4. Pengaruh pH pada Emulsi	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	80
A. Kesimpulan	80
B. Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Buah kesemek segar tipe non-astringen (sumber dokumentasi pribadi).....	11
Gambar 2.2	Letak pektin dalam dinding sel primer tumbuhan, lebih spesifiknya terletak pada lamela tengah (Freitas <i>et al.</i> , 2021)	13
Gambar 2.3	Asumsi struktur protopektin dalam tumbuhan (Pattarapisitporn and Noma, 2025)	15
Gambar 2.4	Struktur pektin yang menggambarkan bagian-bagian homogalakturonan (HG), rhamnogalakturonan I (RG-I), rhamnogalakturonan II (RG-II), dan xylogalakturonan (XGA) (Chandel <i>et al.</i> , 2022) ..	16
Gambar 2.5	Keduanya merupakan struktur pektin, dengan kode (a) HMP dan kode (b) LMP, yang tersusun dari D-asam galakturonat dengan gugus kaboksilat termetilasi dan gugus karboksilat bebas (Pattarapisitporn and Noma, 2025)	17
Gambar 2.6	Skema yang umum terjadi pada saat reaksi hidrolisis (Scholten, 2012)	20
Gambar 2.7	Struktur asam sitrat yang digambarkan dalam 2 dimensi (Chemspider).....	23
Gambar 2.8	Struktur asam tartrat yang digambarkan dalam 2 dimensi (Pubchem).....	26
Gambar 2.9	Mekanisme kompresi dan rarefraksi pada UAE yang dapat menghasilkan gelembung kavitasi (Özdemir <i>et al.</i> , 2025)	32
Gambar 2.10	(a) Ultrasonik probe (Özdemir <i>et al.</i> , 2025), (b) Ultrasonik bath (zdokumentasi pribadi).....	34
Gambar 2.11	Komponen dalam instrumen ATR-FTIR yang terdiri dari sumber inframerah, kristal, dan detektor	38
Gambar 2.12	Mekanisme ATR-FTIR di mana sumber cahaya IR memantul pada kristal membentuk gelombang evanescent	38
Gambar 2.13	(a) Gelombang evanescent yang membentuk spektrum, (b) Spektrum pada ATR-FTIR hasil dari pembacaan gelombang evanescent	38

- Gambar 4.1** Gambar pektin apel komersial (a) hasil ekstraksi dari asam sitrat (b) hasil ekstraksi dari asam tartrat (c) pada berbagai variasi waktu ekstraksi 60, 90, 120 menit..... 51
- Gambar 4.2** Diagram batang yang menunjukkan berat ekuivalen (BE) pektin kesemek dari ekstraksi dengan asam sitrat dan tartrat 60
- Gambar 4.3** Diagram batang yang menunjukkan kadar asam uronat anhidrat (AUA) pektin kesemek dari ekstraksi dengan asam sitrat dan tartrat 64
- Gambar 4.4** Diagram batang yang menunjukkan kadar metoksil (DM) pektin kesemek dari ekstraksi dengan asam sitrat dan tartrat 66
- Gambar 4.5** Diagram batang yang menunjukkan derajat esterifikasi (DE) pektin kesemek dari ekstraksi dengan asam sitrat dan tartrat..... 69
- Gambar 4.6** Spektrum ATR-FTIR dari tiga sampel yang berbeda yaitu pektin komersial sebagai standar, pektin hasil ekstraksi dari asam sitrat dan asam tartrat..... 71
- Gambar 4.7** (a) emulsi antara minyak dan pektin asam sitrat, (b) emulsi pektin asam tartrat 76
- Gambar 4.8** (a) emulsi asam sitrat pada pH 2, terlihat lapisan emulsi yang terbentuk lebih banyak, (b) emulsi asam tartrat pada pH 6 (rasio 1:1) dimana emulsi yang terbentuk lebih sedikit 78
- Gambar 4.9** (a) emulsi asam tartrat pada pH 2, terlihat lapisan emulsi yang terbentuk sedikit lebih banyak, (b) emulsi asam tartrat pada pH 6 dimana emulsi yang terbentuk hanya seperti garis tipis..... 78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi taksonomi buah kesemek (<i>Diospyros kaki</i> L.) (Butt <i>et al.</i> , 2015).....	12
Tabel 4.1 Rendemen hasil ekstraksi pektin dari tiga jenis pelarut yang <i>berbeda</i> dengan berbagai variasi waktu ekstraksi	53
Tabel 4.2 Gugus fungsi dan bilangan gelombang hasil <i>identifikasi</i> menggunakan ATR-FTIR pada masing-masing sampel	72
Tabel 4.3 Tabel akumulasi karakteristik pektin hasil ekstraksi, hasil yang paling tinggi pada tiap asam digunakan untuk ekstraksi (BE, DE, dan DM paling tinggi). Dari data yang diperoleh, emulsifikasi menggunakan asam sitrat 90 menit, dan asam tartrat 120 menit.....	73
Tabel 4.4 Nilai EC dan ES emulsi dengan perbedaan jenis pektin, pH, dan rasio antara minyak dan air	74



ABSTRAK

PENGARUH PELARUT DAN WAKTU EKSTRAKSI PEKTIN BUAH KESEMEK (*Diospyros kaki L.*) MENGUNAKAN METODE ULTRASONIK

Penulis:

Elvira Prasetyani

22106030025

Pembimbing

Dr. rer. medic. Esti Wahyu Widowati, M.Si., M. Biotech.

Kesemek menjadi salah satu buah potensial yang digunakan sebagai sumber pektin karena struktur kimia dan ketersediannya yang melimpah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak variasi jenis pelarut dan waktu ekstraksi terhadap rendemen pektin buah kesemek menggunakan metode UAE, menganalisis karakteristik pektin yang dihasilkan, dan mengevaluasi potensinya sebagai emulsifier pada minyak sawit. Ekstraksi dilakukan menggunakan asam sitrat dan tartrat pada suhu 60 °C, dengan waktu 60, 90, dan 120 menit menggunakan frekuensi ultrasonik 40 kHz, kemudian pektin dikarakterisasi menggunakan metode titrasi dan dianalisis menggunakan instrumen ATR-FTIR. Pektin yang diperoleh dievaluasi pembentukan emulsinya menggunakan minyak sawit pada rasio pektin-minyak 1:1, 2:1, dan 3:1, serta pada pH 2 dan 6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pelarut asam tartrat menghasilkan rendemen ekstrak pektin kasar yang lebih tinggi, meskipun bobot tersebut terindikasi bias oleh adanya kopresipitasi garam mineral, sedangkan asam sitrat memberikan hasil karakterisasi BE, kadar AUA, DM, dan DE yang lebih baik. Hasil emulsi terbaik didapatkan pada rasio pektin-minyak 1:1 menggunakan pektin asam sitrat, kemudian seluruh emulsi memberikan hasil yang lebih baik pada asam yaitu pH 2.

Kata Kunci: BTP, UAE, Asam Sitrat, Asam Tartrat

ABSTRACT

ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION OF PECTIN FROM PERSIMMON (*Diospyros kaki* L.): EFFECTS OF SOLVENT AND EXTRACTION TIME

Author:

Elvira Prasetyani

22106030025

Advisor:

Dr. rer. medic. Esti Wahyu Widowati, M.Si., M. Biotech.

Persimmon is a promising source of pectin due to its chemical structure and abundant availability. This study aimed to determine the effects of solvent type and extraction time on the yield of persimmon pectin using the Ultrasound-Assisted Extraction (UAE) method, to analyze the characteristics of the resulting pectin, and to evaluate its potential as an emulsifier for palm oil. Extraction was performed using citric and tartaric at 60°C for 60, 90, and 120 minutes at an ultrasonic frequency of 40 kHz; the pectin was subsequently characterized via titration and analyzed using ATR-FTIR spectroscopy. The obtained pectin was evaluated for emulsion formation with palm oil at pectin-to-oil ratios of 1:1, 2:1, and 3:1, and at pH levels of 2 and 6. The results indicated that using tartaric acid yielded a higher crude pectin extract, although the weight was likely skewed by the co-precipitation of mineral salts; conversely, citric acid yielded better results regarding Equivalent Weight (EW), Anhydrogalacturonic Acid (AUA) content, Degree of Methylation (DM), and Degree of Esterification (DE). The best emulsion performance was achieved at a 1:1 pectin-to-oil ratio using citric acid-extracted pectin, and all emulsions performed better under acidic conditions (pH 2).

Keywords: Food additives, UAE, Citric acid, Tartaric acid

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bahan tambahan pangan yang salah satunya diperbolehkan dan telah diatur penggunaannya oleh *Food and Agriculture Organization* (FAO) adalah emulsifier, yang berfungsi sebagai penstabil dengan cara menurunkan tegangan antarmuka dan viskositas dua jenis campuran berbeda (Suzuki *et al.*, 2024). Campuran tersebut bersifat metastabil secara termodinamika sehingga membutuhkan emulsifier untuk mempertahankan kestabilannya, contohnya ada dalam produk susu, krim, mayonaise dan saus (Bai *et al.*, 2021; T. Xiao *et al.*, 2025). Terdapat dua jenis emulsifier, yaitu kimiawi diantaranya *carboxymethyl cellulose* (CMC) (Hayati *et al.*, 2016), Tween80, Span80, monogliserida asam lemak, ester sukrosa, lesitin (S. Xiao, 2025), dan emulsifier alami (Santoso *et al.*, 2020) seperti gum arab, whey protein dan gelatin (S. Xiao, 2025).

Seiring dengan bertambahnya kesadaran masyarakat akan kesehatan, emulsifier alami semakin diminati karena dianggap lebih aman. Berdasarkan laporan *Future Market Insight* tahun 2024, emulsifier “*clean label*” lebih dicari oleh pasar global, dan akan terus meningkat sebesar 9,2% per tahun hingga tahun 2032. Tren pertumbuhan ini mendorong pengembangan emulsifier alami berbasis polisakarida nabati, seperti pektin, yang memiliki struktur amfifilik sehingga mampu menstabilkan emulsi minyak-

air, dengan cara menurunkan tegangan antarmuka serta memfasilitasi terbentuknya tetesan minyak berukuran kecil dan stabil di dalam fase air (Tiffany *et al.*, 2023; Verkempinck *et al.*, 2018b). Selain itu, pektin tersedia melimpah dari berbagai sumber hayati, lebih aman bagi kesehatan, dan juga memiliki jaminan kehalalan yang baik (Jumiono *et al.*, 2023). Salah satu jenis buah yang berpotensi sebagai sumber pektin namun belum banyak dieksplorasi adalah buah kesemek yang mengandung pektin sebesar 1,65% (Chen *et al.*, 2016).

Ultrasound Assisted Extraction dengan bantuan pelarut asam menjadi salah satu metode yang paling umum digunakan untuk ekstraksi (Freitas de Oliveira *et al.*, 2016). Prinsip UAE didasarkan pada fenomena kavitasi akustik yaitu pembentukan, pertumbuhan, pemecahan gelembung mikro secara cepat dan berulang pada media pelarut akibat gelombang ultrasonik yang menghasilkan tekanan lokal dan gaya geser. Mekanisme ini mampu merusak jaringan dinding sel tanaman dan membentuk pori-pori sehingga membantu asam masuk ke dalam jaringan tanaman untuk melarutkan pektin dengan lebih efektif (Kumar *et al.*, 2021). Meskipun dapat merusak struktur dinding sel secara fisik, namun pektin alami masih berbentuk protopektin yang tidak larut dalam air dan masih terikat dengan komponen lain seperti selulosa dan hemiselulosa. Sehingga asam berfungsi sebagai katalis dalam reaksi hidrolisis dengan cara menodorkan ion H^+ untuk membantu proses pemecahan ikatan glikosidik (Khadafi *et al.*, 2023). Dibandingkan dengan asam anorganik, asam organik

bersifat asam lemah, lebih mudah didapatkan, dan ramah lingkungan, sehingga berpotensi untuk produksi pektin skala besar (Yi *et al.*, 2024).

Penelitian tentang ekstraksi pektin kesemek menggunakan metode UAE dengan variasi asam organik masih terbatas sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan asam sitrat dan tartrat serta variasi waktu (60, 90 dan 120 menit) terhadap ekstraksi pektin menggunakan metode UAE. Karakterisasi pektin dilakukan secara kuantitatif dengan metode titrasi untuk menentukan berat ekuivalen (BE), kadar asam uronat anhidrat (AUA), kadar metoksil (DM), dan derajat esterifikasi (DE), serta ATR-FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk. Penentuan sifat emulsi didasarkan pada kemampuan pembentukan emulsi dan stabilitas termal dengan mencampurkan pektin hasil ekstraksi ke dalam minyak sawit.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Buah kesemek yang digunakan adalah buah yang tidak terlalu matang berjenis non-astringen (tidak sepat), buah sudah mulai berwarna kuning dan sedikit lunak.
2. Karakterisasi emulsi hanya berfokus pada karakteristik emulsi awal dan setelah pemanasan ditinjau dari parameter EC dan ES.

C. Rumusan Masalah

Bersumber pada latar belakang yang telah dipaparkan, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana dampak variasi pelarut dan waktu ekstraksi asam panas menggunakan metode UAE terhadap rendemen?
2. Bagaimana karakteristik pektin yang dihasilkan ditinjau dari berat ekuivalen (BE), kadar asam uronat anhidrat (AUA), kadar metoksil (DM), dan derajat esterifikasi (DE) pektin?
3. Bagaimana potensi emulsifikasi pektin pada minyak?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui dampak variasi waktu ekstraksi pektin terhadap rendemen dan karakteristik pektin.
2. Membandingkan dampak asam sitrat dan tartrat dalam ekstraksi pektin terhadap rendemen yang dihasilkan.
3. Menganalisis pektin hasil ekstraksi berdasarkan parameter kuantitatif, yaitu berat ekuivalen (BE), kadar asam uronat anhidrat (AUA), kadar metoksil (DM), dan derajat esterifikasi (DE).
4. Mengevaluasi kestabilan emulsi pada berbagai rasio pektin dan minyak (1:1, 1:2, dan 1:3) dengan parameter kapasitas emulsi dan stabilitas emulsi.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh variasi pelarut dan waktu ekstraksi terhadap rendemen pektin, serta mengidentifikasi waktu ekstraksi asam panas yang paling optimal untuk menghasilkan rendemen tertinggi.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu pengaruh pelarut dan waktu ekstraksi pektin buah kesemek menggunakan metode ultrasonik dapat disimpulkan bahwa:

1. Variasi jenis pelarut dan durasi waktu ekstraksi memberikan pengaruh yang berbeda terhadap bobot endapan ekstrak pektin kasar yang diperoleh. Pelarut asam tartrat 120 menit menghasilkan rendemen kasar tertinggi (25,60%). Namun, angka ini bias karena adanya kristal garam pengotor yang ikut mengendap. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa variasi jenis pelarut ($P=0,099$) dan waktu ekstraksi ($P=0,640$) secara statistik tidak berpengaruh signifikan terhadap rendemen karena variasi data (*variance*) yang terlalu lebar di laboratorium.
2. Pelarut asam sitrat menghasilkan nilai BE, DM, dan DE yang lebih tinggi karena struktur trikarboksilatnya mampu melindungi gugus ester alami dari kerusakan termal. Sebaliknya, pelarut asam tartrat 120 menit menghasilkan kadar AUA tertinggi (88,36%) yang secara relatif menunjukkan kemurnian pektin lebih tinggi berdasarkan parameter AUA. Berdasarkan nilai DM ($<7\%$) dan DE ($<50\%$), seluruh pektin yang dihasilkan termasuk LMP.

3. Pektin hasil ekstraksi berpotensi sebagai emulsifier, terutama pektin asam sitrat, karena menunjukkan visual, EC, dan ES yang lebih unggul. Rasio terbaik ada pada 1:1 dengan nilai EC dan ES berturut-turut adalah 51% dan 46%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pektin mampu mengadsorpsi pada antarmuka minyak-air, membentuk lapisan droplet, dan meningkatkan stabilitas emulsi sehingga menghambat pemisahan fase

B. Saran

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan berikut saran yang dapat digunakan untuk diterapkan penelitian berikutnya:

1. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji mengenai variasi pH maupun konsentrasi asam untuk mengetahui pengaruh tingkat keasaman terhadap pektin yang dihasilkan.
2. Pengujian karakteristik emulsifier dapat diperluas lagi seperti ukuran droplet, zeta potensial, viskositas, indeks creaming, stabilitas penyimpanan, dan morfologi sehingga mekanisme emulsi dapat dijelaskan secara lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, T. G., Palupi, N. E., & Budiyaniti, E. (2019). *Indonesia Horticultural Innovation, Technology And Science*.
- Akhtar, M., Dickinson, E., Mazoyer, J., & Langendorff, V. (2002). *Emulsion stabilizing properties of depolymerized pectin*. www.elsevier.com/locate/foodhyd
- Attama, A. A., Reginald-Opara, J. N., Uronnachi, E. M., & Onuigbo, E. B. (2016). Nanomedicines for the Eye: Current Status and Future Development. In *Nanoscience in Dermatology* (pp. 323–336). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802926-8.00025-2>
- Bai, L., Huan, S., Rojas, O. J., & McClements, D. J. (2021). Recent Innovations in Emulsion Science and Technology for Food Applications. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(32), 8944–8963. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c01877>
- Baraiya, K., Yadav, V. K., Choudhary, N., Ali, D., Raiyani, D., Chowdhary, V. A., Alooparampil, S., Pandya, R. V., Sahoo, D. K., Patel, A., & Tank, J. G. (2023). A Comparative Analysis of the Physico-Chemical Properties of Pectin Isolated from the Peels of Seven Different Citrus Fruits. *Gels*, 9(11). <https://doi.org/10.3390/gels9110908>
- Basu, P. (2010). Hydrothermal Gasification of Biomass. In *Biomass Gasification Design Handbook* (pp. 229–267). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374988-8.00007-6>
- Behera, B. C. (2020). Citric acid from *Aspergillus niger*: a comprehensive overview. In *Critical Reviews in Microbiology* (Vol. 46, Number 6, pp. 727–749). Taylor and

- Brahmi, F., Blando, F., Sellami, R., Mehdi, S., De Bellis, L., Negro, C., Haddadi-Guemghar, H., Madani, K., & Makhoulf-Boulekbache, L. (2022). Optimization of the conditions for ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from *Opuntia ficus-indica* [L.] Mill. flowers and comparison with conventional procedures. *Industrial Crops and Products*, 184. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114977>
- Broxterman, S. E., & Schols, H. A. (2018a). Interactions between pectin and cellulose in primary plant cell walls. *Carbohydrate Polymers*, 192, 263–272. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.03.070>
- Broxterman, S. E., & Schols, H. A. (2018b). Interactions between pectin and cellulose in primary plant cell walls. *Carbohydrate Polymers*, 192, 263–272. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.03.070>
- Butt, M. S., Sultan, M. T., Aziz, M., Naz, A., Ahmed, W., Kumar, N., & Imran, M. (2015). Persimmon (*diospyros kaki*) fruit: Hidden phytochemicals and health claims. In *EXCLI Journal* (Vol. 14, pp. 542–561). Leibniz Research Centre for Working Environment and Human Factors. <https://doi.org/10.17179/excli2015-159>
- Chan, S. Y., Choo, W. S., Young, D. J., & Loh, X. J. (2017). Pectin as a rheology modifier: Origin, structure, commercial production and rheology. In *Carbohydrate Polymers* (Vol. 161, pp. 118–139). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.12.033>
- Chandel, V., Biswas, D., Roy, S., Vaidya, D., Verma, A., & Gupta, A. (2022). Current Advancements in Pectin: Extraction, Properties and Multifunctional Applications. In

Foods (Vol. 11, Number 17). MDPI.
<https://doi.org/10.3390/foods11172683>

- Chemat, F., Rombaut, N., Meullemiestre, A., Turk, M., Perino, S., Fabiano-Tixier, A. S., & Abert-Vian, M. (2017). Review of Green Food Processing techniques. Preservation, transformation, and extraction. In *Innovative Food Science and Emerging Technologies* (Vol. 41, pp. 357–377). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.04.016>
- Chen, J., Du, J., Ge, Z. zhen, Zhu, W., Nie, R., & Li, C. mei. (2016). Comparison of sensory and compositions of five selected persimmon cultivars (*Diospyros kaki* L.) and correlations between chemical components and processing characteristics. *Journal of Food Science and Technology*, 53(3), 1597–1607. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2102-y>
- Cho, E. H., Jung, H. T., Lee, B. H., Kim, H. S., Rhee, J. K., & Yoo, S. H. (2019). Green process development for apple-peel pectin production by organic acid extraction. *Carbohydrate Polymers*, 204, 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.09.086>
- Coelho, J. M. P., Johann, G., da Silva, E. A., Palú, F., & Vieira, M. G. A. (2021). Extraction of natural antioxidants from strawberry guava leaf by conventional and non-conventional techniques. *Chemical Engineering Communications*, 208(8), 1131–1142. <https://doi.org/10.1080/00986445.2020.1755658>
- Daniels, R. (2003). Encyclopedic handbook of emulsion technology, Johan Sjöglom (Editor), Marcel Dekker, New York; 2001, 736 pp.; \$188.50; ISBN: 0-8247- 0454-1. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 55(3), 361. [https://doi.org/10.1016/s0939-6411\(03\)00031-6](https://doi.org/10.1016/s0939-6411(03)00031-6)
- Darugar, V., Vakili, M., & Akbari, M. (2026). Citric and Tartaric Acids as Green O-Donor Ligands for Seawater Cation

- Capture: DFT-Based Thermodynamic and Electronic-Structure Insights. *Water, Air, and Soil Pollution*, 237(17). <https://doi.org/10.1007/s11270-026-09663-2>
- Davitadze, N. (2023). Modification of the Process of Obtaining Pectin by the Methods of Membrane Technology. *Journal of Ecological Engineering*, 24(11), 117–126. <https://doi.org/10.12911/22998993/171469>
- Derewenda, Z. S. (2008). On wine, chirality and crystallography. In *Acta Crystallographica Section A: Foundations of Crystallography* (Vol. 64, Number 1, pp. 246–258). International Union of Crystallography. <https://doi.org/10.1107/S0108767307054293>
- Dickinson, E. (2003). *Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems*. www.elsevier.com/locate/foodhyd
- Fauzan, A., Devita Risnandar, T., Rizki Anisa, V., & Pasonang Sihombing, R. (2022). *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung*.
- Freitas, C. M. P., Coimbra, J. S. R., Souza, V. G. L., & Sousa, R. C. S. (2021). Structure and applications of pectin in food, biomedical, and pharmaceutical industry: A review. In *Coatings* (Vol. 11, Number 8). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/coatings11080922>
- Freitas de Oliveira, C., Giordani, D., Lutckemier, R., Gurak, P. D., Cladera-Olivera, F., & Ferreira Marczak, L. D. (2016). Extraction of pectin from passion fruit peel assisted by ultrasound. *LWT*, 71, 110–115. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.03.027>
- Geerkens, C. H., Nagel, A., Just, K. M., Miller-Rostek, P., Kammerer, D. R., Schweiggert, R. M., & Carle, R. (2015). Mango pectin quality as influenced by cultivar, ripeness, peel particle size, blanching, drying, and irradiation. *Food*

- Hydrocolloids*, 51, 241–251.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.05.022>
- Grassino, A. N., Brnčić, M., Vikić-Topić, D., Roca, S., Dent, M., & Brnčić, S. R. (2016). Ultrasound assisted extraction and characterization of pectin from tomato waste. *Food Chemistry*, 198, 93–100.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.095>
- Hassan, M. L., Berglund, L., Elseoud, W. S., Hassan, E. A., & Oksman, K. (2021). *Effect of pectin extraction method on properties of cellulose nanofibers isolated from sugar beet pulp*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-518873/v1>
- Hayati, I. N., Ching, C. W., & Rozaini, M. Z. H. (2016). Flow properties of O/W emulsions as affected by xanthan gum, guar gum and carboxymethyl cellulose interactions studied by a mixture regression modelling. *Food Hydrocolloids*, 53, 199–208. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.04.032>
- Hosseini, S. S., Khodaiyan, F., Kazemi, M., & Najari, Z. (2019). Optimization and characterization of pectin extracted from sour orange peel by ultrasound assisted method. *International Journal of Biological Macromolecules*, 125, 621–629. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.12.096>
- Hu, L., Jia, Y., Zhang, X., Zhang, Y., Dang, M., & Li, C. (2023). Application of Persimmon Pectin with Promising Emulsification Properties as an Acidified Milk Drinks Stabilizer. *Foods*, 12(10).
<https://doi.org/10.3390/foods12102042>
- Hu, W., Chen, S., Wu, D., Zheng, J., & Ye, X. (2019). Ultrasonic-assisted citrus pectin modification in the bicarbonate-activated hydrogen peroxide system: Chemical and microstructural analysis. *Ultrasonics Sonochemistry*, 58.
<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.04.036>

- Hu, Y. T., Ting, Y., Hu, J. Y., & Hsieh, S. C. (2017). Techniques and methods to study functional characteristics of emulsion systems. In *Journal of Food and Drug Analysis* (Vol. 25, Number 1, pp. 16–26). Elsevier Taiwan LLC. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.10.021>
- Injilauddin, A. S., Lutfi, M., Wahyunanto, D., Nugroho, A., Keteknikan, J., Teknologi, P.-F., Brawijaya, P.-U., Veteran, J., & Korespondensi, P. (2015). Pengaruh Suhu dan Waktu pada Proses Ekstraksi Pektin Dari Kulit Buah Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*). In *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem* (Vol. 3, Number 3).
- Jafari, F., Khodaiyan, F., Kiani, H., & Hosseini, S. S. (2017). Pectin from carrot pomace: Optimization of extraction and physicochemical properties. *Carbohydrate Polymers*, 157, 1315–1322. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.11.013>
- Jiang, Y., Xu, Y., Li, F., Li, D., & Huang, Q. (2020). Pectin extracted from persimmon peel: A physicochemical characterization and emulsifying properties evaluation. *Food Hydrocolloids*, 101. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105561>
- Jong, S. H., Abdullah, N., & Muhammad, N. (2023). Effect of acid type and concentration on the yield, purity, and esterification degree of pectin extracted from durian rinds. *Results in Engineering*, 17. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.100974>
- Jumiono, A., Mardiah, Amalia, L., & Puspasari, E. (2023). Identifikasi Titik Kritis Kehalalan Bahan Nabati Dan Produk Turunan Bahan Nabati. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 5(1), 21–29. <https://doi.org/10.30997/jiph.v5i1.9998>
- Kawaguchi, M. (2016). Silicone oil emulsions stabilized by polymers and solid particles. In *Advances in Colloid and Interface Science* (Vol. 233, pp. 186–199). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2015.06.005>

- Khadafi, M. I., Bakti Fordini, S., & Siswanto. (2023). *SEMINAR NASIONAL TEKNIK KIMIA SOEBARDJO BROTOHARDJONO XIX PENGARUH JENIS KATALIS ASAM DALAM HIDROLISIS PADA AMPAS BATANG TANAMAN SORGUM MANIS*. <http://snsb.upnjatim.ac.id/>
- Koubala, B. B., Kansci, G., Mbome, L. I., Crépeau, M. J., Thibault, J. F., & Ralet, M. C. (2008). Effect of extraction conditions on some physicochemical characteristics of pectins from “Améliorée” and “Mango” mango peels. *Food Hydrocolloids*, 22(7), 1345–1351. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.07.005>
- Książek, E. (2024). Citric Acid: Properties, Microbial Production, and Applications in Industries. In *Molecules* (Vol. 29, Number 1). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/molecules29010022>
- Kumar, K., Srivastav, S., & Sharanagat, V. S. (2021). Ultrasound assisted extraction (UAE) of bioactive compounds from fruit and vegetable processing by-products: A review. In *Ultrasonics Sonochemistry* (Vol. 70). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2020.105325>
- Kurniawan, M. F., Hariyadi, D. M., & Setyawan, D. (2024). Optimisation of the extraction process of pectin polymer from red dragon skin (*Hylocereus polyrhizus*). *Pharmacy Education*, 24(3), 116–122. <https://doi.org/10.46542/pe.2024.243.116122>
- Lambros, M., Tran, T., Fei, Q., & Nicolaou, M. (2022). Citric Acid: A Multifunctional Pharmaceutical Excipient. In *Pharmaceutics* (Vol. 14, Number 5). MDPI. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14050972>
- Lara-Espinoza, C., Carvajal-Millán, E., Balandrán-Quintana, R., López-Franco, Y., & Rascón-Chu, A. (2018a). Pectin and pectin-based composite materials: Beyond food texture. In

- Molecules* (Vol. 23, Number 4). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/molecules23040942>
- Lara-Espinoza, C., Carvajal-Millán, E., Balandrán-Quintana, R., López-Franco, Y., & Rascón-Chu, A. (2018b). Pectin and pectin-based composite materials: Beyond food texture. In *Molecules* (Vol. 23, Number 4). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/molecules23040942>
- Larsen, L. R., van der Weem, J., Caspers-Weiffenbach, R., Schieber, A., & Weber, F. (2021). Effects of ultrasound on the enzymatic degradation of pectin. *Ultrasonics Sonochemistry*, 72. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105465>
- Leal-Calderon, F., & Schmitt, V. (2008). Solid-stabilized emulsions. In *Current Opinion in Colloid and Interface Science* (Vol. 13, Number 4, pp. 217–227). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2007.09.005>
- Li, M., Su, J., Yang, H., Feng, L., Wang, M., Xu, G., Shao, J., & Ma, C. (2023). Grape Tartaric Acid: Chemistry, Function, Metabolism, and Regulation. In *Horticulturae* (Vol. 9, Number 11). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/horticulturae9111173>
- M Roberts, Aud. H., & Louis, R. (n.d.). *Use of Treating Compounds for Oil Field Emulsions III the Mid-Continent Field*. Retrieved <http://onepetro.org/TRANS/article-pdf/G-26/01/321/2177452/spe-926321-g.pdf/1>
- Mada, T., Duraisamy, R., & Guesh, F. (2022). Optimization and characterization of pectin extracted from banana and papaya mixed peels using response surface methodology. *Food Science and Nutrition*, 10(4), 1222–1238. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2754>

- Mamiru, D., & Gonfa, G. (2023). Extraction and characterization of pectin from watermelon rind using acetic acid. *Heliyon*, 9(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13525>
- Maulida, F. E. N., Alimuddin, A., & Erwin, E. (2023). EXTRACTION EXTRACTION AND CHARACTERIZATION OF PECTIN FROM LEMON LIME PEEL WASTE (Citrus amblycarpa). *JURNAL KIMIA MULAWARMAN*, 20(2), 56. <https://doi.org/10.30872/jkm.v20i2.527>
- Méndez, D. A., Falcó, I., Martínez-Abad, A., Sánchez, G., López-Rubio, A., & Fabra, M. J. (2023). Sustainable bioactive pectin-based films to improve fruit safety via a circular economy approach. *Food Hydrocolloids*, 137. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108327>
- Morris, G. A., Foster, T. J., & Harding, S. E. (2000). *The effect of the degree of esterification on the hydrodynamic properties of citrus pectin*. www.elsevier.com/locate/foodhyd
- Muñoz-Almagro, N., Vendrell-Calatayud, M., Méndez-Albiñana, P., Moreno, R., Cano, M. P., & Villamiel, M. (2021). Extraction optimization and structural characterization of pectin from persimmon fruit (Diospyros kaki Thunb. var. Rojo brillante). *Carbohydrate Polymers*, 272. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118411>
- Neckebroek, B., Verkempinck, S. H. E., Van Audenhove, J., Bernaerts, T., de Wilde d'Estmael, H., Hendrickx, M. E., & Van Loey, A. M. (2021). Structural and emulsion stabilizing properties of pectin rich extracts obtained from different botanical sources. *Food Research International*, 141. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110087>
- Novillo, P., Besada, C., Tian, L., Bermejo, A., & Salvador, A. (2015). Nutritional Composition of Ten Persimmon Cultivars in the “Ready-to-Eat Crisp” Stage. Effect of Deastringency Treatment. *Food and Nutrition Sciences*,

- 06(14), 1296–1306.
<https://doi.org/10.4236/fns.2015.614135>
- Ogutu, F. O., & Mu, T. H. (2017). Ultrasonic degradation of sweet potato pectin and its antioxidant activity. *Ultrasonics Sonochemistry*, 38, 726–734.
<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.08.014>
- Oliveira, M. L. N., Malagoni, R. A., & Franco, M. R. (2013). Solubility of citric acid in water, ethanol, n-propanol and in mixtures of ethanol+water. *Fluid Phase Equilibria*, 352, 110–113. <https://doi.org/10.1016/j.fluid.2013.05.014>
- Özdemir, M., Ak, İ., Coşkun, S., & Ünverdi, N. (2025). Ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from plants. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (35), 1–12.
<https://doi.org/10.56833/gidaveyem.1713475>
- Parasu, R., Aisyah, A., Nurhadianty, V., Luthfi, D., Dewi, K., & Kimia, J. T. (2021). Pengaruh Waktu Ekstraksi pada Pektin Ampas dan Kulit Buah Melon (*Cucumis Melo L. var. Sky Rocket*). 5(2).
- Pasla, P. R. Y., Taneo, S. Y. M., Kunjaya, C., & Wicaksono, S. R. (2022). MENINGKATKAN CITRA BUAH KESEMEK MENJADI BUAH LAYAK SUPERMARKET. *RESWARA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 163–170.
<https://doi.org/10.46576/rjpkm.v3i1.1605>
- Patience, N. A., Schieppati, D., & Boffito, D. C. (2021). Continuous and pulsed ultrasound pectin extraction from navel orange peels. *Ultrasonics Sonochemistry*, 73. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105480>
- Pattarapisitporn, A., & Noma, S. (2025). Alternative Solvents for Pectin Extraction: Effects of Extraction Agents on Pectin Structural Characteristics and Functional Properties. In *Foods* (Vol. 14, Number 15). Multidisciplinary Digital

- Peng, X., Yang, G., Shi, Y., Zhou, Y., Zhang, M., & Li, S. (2020a). Box–Behnken design based statistical modeling for the extraction and physicochemical properties of pectin from sunflower heads and the comparison with commercial low-methoxyl pectin. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60339-1>
- Peng, X., Yang, G., Shi, Y., Zhou, Y., Zhang, M., & Li, S. (2020b). Box–Behnken design based statistical modeling for the extraction and physicochemical properties of pectin from sunflower heads and the comparison with commercial low-methoxyl pectin. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60339-1>
- Perina, I., Edi Soetaredjo, F., & Hindarso, H. (2007). *EKSTRAKSI PEKTIN DARI BERBAGAI MACAM KULIT JERUK*.
- Permata Sari, K., & Pesantri, H. (2009). EKSTRAKSI PEKTIN DARI KULIT MANGGA. In *Jurnal Teknik Kimia* (Vol. 16, Number 4).
- Picot-Allain, M. C. N., Ramasawmy, B., & Emmambux, M. N. (2022). Extraction, Characterisation, and Application of Pectin from Tropical and Sub-Tropical Fruits: A Review. In *Food Reviews International* (Vol. 38, Number 3, pp. 282–312). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1733008>
- Piltz, M. T., Lopes, A. B. U., Gibbert, L., & Krüger, C. C. H. (2022a). Extraction of pectin from persimmon (*Diospyros kaki* L.). *Applied Food Research*, 2(2). <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100224>
- Piltz, M. T., Lopes, A. B. U., Gibbert, L., & Krüger, C. C. H. (2022b). Extraction of pectin from persimmon (*Diospyros*

- kaki L.). *Applied Food Research*, 2(2).
<https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100224>
- Popper, Z. A., & Fry, S. C. (2008). Xyloglucan-pectin linkages are formed intra-protoplasmically, contribute to wall-assembly, and remain stable in the cell wall. *Planta*, 227(4), 781–794. <https://doi.org/10.1007/s00425-007-0656-2>
- Prabsangob, N., Hangsalad, S., & Harnsilawat, T. (2024). Effect of Organic Acid-Aided Extraction on Characteristics and Functional Properties of Pectin from Cannabis sativa L. *Molecules*, 29(11).
<https://doi.org/10.3390/molecules29112511>
- Praputri, E., Sundari, E., Firdaus, F., & Sofyan, S. (2018). Penggunaan katalis homogen dan heterogen pada proses hidrolisis pati umbi singkong karet menjadi glukosa. *Jurnal Litbang Industri*, 8(2), 105.
<https://doi.org/10.24960/jli.v8i2.4189.105-110>
- Raji, Z., Khodaiyan, F., Rezaei, K., Kiani, H., & Hosseini, S. S. (2017a). Extraction optimization and physicochemical properties of pectin from melon peel. *International Journal of Biological Macromolecules*, 98, 709–716.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.01.146>
- Raji, Z., Khodaiyan, F., Rezaei, K., Kiani, H., & Hosseini, S. S. (2017b). Extraction optimization and physicochemical properties of pectin from melon peel. *International Journal of Biological Macromolecules*, 98, 709–716.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.01.146>
- Ristianingsih, Y., Lestari, I., & Nandari, W. W. (2021). *The effect of solvent and temperature on yield and pectin characteristics from kepok banana peels* (Vol. 18, Number 2).
- Rodsamran, P., & Sothornvit, R. (2019). Microwave heating extraction of pectin from lime peel: Characterization and

- properties compared with the conventional heating method. *Food Chemistry*, 278, 364–372. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.067>
- Santoso, I. P. M., Al-Baarri, A. N., & Legowo, A. M. (2020). Nilai Kecerahan pada Emulsi Minyak dalam Air dengan Menggunakan Fukoidan dan CMC sebagai Emulsifier. *Jurnal Teknologi Pangan*, 4(1), 73–76. <https://doi.org/10.14710/jtp.2020.19389>
- Sapitri, A., Asfianti, V., Diansari Marbun, E., Farmasi dan Ilmu Kesehatan, F., & Sari Mutiara Indonesia, U. (n.d.). Nomor: 1, Februari 2022 Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Sari Mutiara Indonesia. In *Jurnal Abdimas Mutiara* (Vol. 3).
- Sarandi, R. R., Alhusna, Y., & Pandia, S. (2015). PEMBUATAN PEKTIN DARI KULIT MARKISA KUNING (*Passiflora edulis flavicarpa*) YANG DIMODIFIKASI. In *Jurnal Teknik Kimia USU* (Vol. 4, Number 4).
- Sayed, M. A., Kumar, J., Rahman, M. R., Noor, F., & Alam, M. A. (2022). Effect of extraction parameters on the yield and quality of pectin from mango (*Mangifera indica* L.) peels. *Discover Food*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s44187-022-00029-1>
- Scholten, E. (2012). *Hydrolysis of chemicals as a function of structure and pH: Meeting the information requirements of REACH in a reliable way and opportunities for product innovation*.
- Sheibat-Othman, N., & Bourgeat-Lami, E. (2009). Use of silica particles for the formation of organic-inorganic particles by surfactant-free emulsion polymerization. *Langmuir*, 25(17), 10121–10133. <https://doi.org/10.1021/la900895z>
- Sulihono, A., Tarihoran, B., Emilia Agustina, T., Raya Palembang Prabumulih Km, J., & Ogan Ilir, I. (2012). PENGARUH WAKTU, TEMPERATUR, DAN JENIS

PELARUT TERHADAP EKSTRAKSI PEKTIN DARI KULIT JERUK BALI (CITRUS MAXIMA). In *Jurnal Teknik Kimia* (Vol. 18, Number 4).

- Suzuki, K., Kobayashi, Y., Yamazaki, T., Tsuji, T., & Arai, N. (2024). Mechanisms underlying the stability and instability of concentrated oil-in-water emulsions: Effect of the chemical structure of amphiphilic polymers. *Journal of Molecular Liquids*, 394. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2023.123749>
- Syamsul, E. S., Ajrina Amanda, N., Lestari, D., & Samarinda, S. (n.d.). *PERBANDINGAN EKSTRAK LAMUR Aquilaria malaccensis DENGAN METODE MASERASI DAN REFLUKS* (Vol. 2, Number 2).
- Thakur, B. R., Singh, R. K., & Handa, A. K. (1997). Chemistry and Uses of Pectin - A Review. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (Vol. 37, Number 1, pp. 47–73). Taylor and Francis Inc. <https://doi.org/10.1080/10408399709527767>
- Thibault, J.-F., & Ralet, M.-C. (2003). *PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF PECTINS IN THE CELL WALLS AND AFTER EXTRACTION*.
- Tiffany, M. H., Samang, A. M. B., Indrastuti, I., & Islamiyah, S. A. (2023). Ulasan Ilmiah : Potensi Pektin Dari Kulit Jeruk Sebagai Emulsifier Melalui Modifikasi Hidrofobik Pektin. *JTMP: Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan*, 1(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.30812/jtmp.v1i2>
- Triyanti, S. B., Lestari, F. P., Fitriana, P. A. N., Rostiana, H. R., Silalahi, D. D., Syalsabina, T. D., Putri, R. Y., & Saputra, I. S. (2025). Pengaruh Metode Ekstraksi Maserasi, Sonikasi, dan Sokletasi Terhadap Nilai Rendemen Sampel Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 8(1), 71–78. <https://doi.org/10.24246/juses.v8i1p71-78>

- Umar, A. A., Saaid, I. B. M., Sulaimon, A. A., & Pilus, R. B. M. (2018). A review of petroleum emulsions and recent progress on water-in-crude oil emulsions stabilized by natural surfactants and solids. In *Journal of Petroleum Science and Engineering* (Vol. 165, pp. 673–690). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2018.03.014>
- Ürüncüoğlu, Ş., Alba, K., Morris, G. A., & Kontogiorgos, V. (2021). Influence of cations, pH and dispersed phases on pectin emulsification properties. *Current Research in Food Science*, 4, 398–404. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.05.008>
- van Haaren, C., De Bock, M., & Kazarian, S. G. (2023). Advances in ATR-FTIR Spectroscopic Imaging for the Analysis of Tablet Dissolution and Drug Release. In *Molecules* (Vol. 28, Number 12). MDPI. <https://doi.org/10.3390/molecules28124705>
- Verkempinck, S. H. E., Kyomugasho, C., Salvia-Trujillo, L., Denis, S., Bourgeois, M., Van Loey, A. M., Hendrickx, M. E., & Grauwet, T. (2018a). Emulsion stabilizing properties of citrus pectin and its interactions with conventional emulsifiers in oil-in-water emulsions. *Food Hydrocolloids*, 85, 144–157. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.07.014>
- Verkempinck, S. H. E., Kyomugasho, C., Salvia-Trujillo, L., Denis, S., Bourgeois, M., Van Loey, A. M., Hendrickx, M. E., & Grauwet, T. (2018b). *Emulsion stabilizing properties of citrus pectin and its interactions with conventional emulsifiers in oil-in-water emulsions*. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.07.014>
- Wang, T., Zabolina, O., & Hong, M. (2012). Pectin-cellulose interactions in the arabidopsis primary cell wall from two-dimensional magic-angle-spinning solid-state nuclear magnetic resonance. *Biochemistry*, 51(49), 9846–9856. <https://doi.org/10.1021/bi3015532>

- Wen, C., Zhang, J., Zhang, H., Dzah, C. S., Zandile, M., Duan, Y., Ma, H., & Luo, X. (2018). Advances in ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from cash crops – A review. In *Ultrasonics Sonochemistry* (Vol. 48, pp. 538–549). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.07.018>
- West, T. P. (2023). Citric Acid Production by *Aspergillus niger* Using Solid-State Fermentation of Agricultural Processing Coproducts. In *Applied Biosciences* (Vol. 2, Number 1, pp. 1–13). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/applbiosci2010001>
- Xiao, S. (2025). Advancements in Emulsification Technology: Enhancing Food Quality and Sustainability Through Nanoemulsification and Microencapsulation. In *Highlights in Science, Engineering and Technology EENCT* (Vol. 2024).
- Xiao, T., Ma, X., Hu, H., Xiang, F., Zhang, X., Zheng, Y., Dong, H., Adhikari, B., Wang, Q., & Shi, A. (2025a). Advances in emulsion stability: A review on mechanisms, role of emulsifiers, and applications in food. In *Food Chemistry: X* (Vol. 29). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102792>
- Xiao, T., Ma, X., Hu, H., Xiang, F., Zhang, X., Zheng, Y., Dong, H., Adhikari, B., Wang, Q., & Shi, A. (2025b). Advances in emulsion stability: A review on mechanisms, role of emulsifiers, and applications in food. In *Food Chemistry: X* (Vol. 29). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102792>
- Xu, S. Y., Liu, J. P., Huang, X., Du, L. P., Shi, F. L., Dong, R., Huang, X. T., Zheng, K., Liu, Y., & Cheong, K. L. (2018). Ultrasonic-microwave assisted extraction, characterization and biological activity of pectin from jackfruit peel. *LWT*, 90, 577–582. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.007>

- Yang, X., Nisar, T., Hou, Y., Gou, X., Sun, L., & Guo, Y. (2018). Pomegranate peel pectin can be used as an effective emulsifier. *Food Hydrocolloids*, 85, 30–38. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.06.042>
- Yi, L., Cheng, L., Yang, Q., Shi, K., Han, F., Luo, W., & Duan, S. (2024). Source, Extraction, Properties, and Multifunctional Applications of Pectin: A Short Review. In *Polymers* (Vol. 16, Number 20). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/polym16202883>
- Yu, M., Wang, B., Qi, Z., Xin, G., & Li, W. (2019). Response surface method was used to optimize the ultrasonic assisted extraction of flavonoids from *Crinum asiaticum*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(8), 2079–2084. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.09.018>
- Yüksel, E., Kort, R., & Voragen, A. G. J. (2025). Structure and degradation dynamics of dietary pectin. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (Vol. 65, Number 29, pp. 6249–6268). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/10408398.2024.2437573>
- Yusoff, I. M., Mat Taher, Z., Rahmat, Z., & Chua, L. S. (2022). A review of ultrasound-assisted extraction for plant bioactive compounds: Phenolics, flavonoids, thymols, saponins and proteins. In *Food Research International* (Vol. 157). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111268>
- Zahari, N. A. A. R., Chong, G. H., Abdullah, L. C., & Chua, B. L. (2020). Ultrasonic-assisted extraction (UAE) process on thymol concentration from *Plectranthus amboinicus* leaves: Kinetic modeling and optimization. *Processes*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/pr8030322>
- Zheng, L., Xu, Y., Li, Q., & Zhu, B. (2021). Pectinolytic lyases: a comprehensive review of sources, category, property,

structure, and catalytic mechanism of pectate lyases and pectin lyases. In *Bioresources and Bioprocessing* (Vol. 8, Number 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1186/s40643-021-00432-z>

Zhu, Y., Liu, K., Yuen, M., Yuen, T., Yuen, H., & Peng, Q. (2022). Extraction and characterization of a pectin from sea buckthorn peel. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.969465>

Zoecklein, B. (1998). *Publication 463-013 1988 A REVIEW OF POTASSIUM BITARTRATE STABILIZATION OF WINES.*

