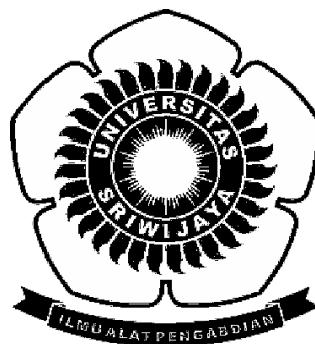


**APLIKASI DESAIN FAKTORIAL 3<sup>2</sup> PADA EKSTRAKSI  
TERMODIFIKASI KULIT BATANG CEMPEDAK (*Artocarpus  
integer*) DENGAN PARAMETER KADAR FLAVONOID  
TOTAL DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi  
(S.Farm.) di Jurusan Farmasi pada Fakultas MIPA**



**Oleh :**

**KHALIS NASRULLAH**

**08061381823086**

**JURUSAN FARMASI**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

## **HALAMAN PENGESAHAN MAKALAH SEMINAR HASIL**

Judul Makalah Hasil : Aplikasi Desain Faktorial 3<sup>2</sup> Pada Ekstraksi Termodifikasi Kulit Batang Cempedak (*Artocarpus integer*) Dengan Parameter Kadar Flavonoid Total Dan Aktivitas Antioksidan

Nama Mahasiswa : Khalis Nasrullah

NIM : 08061381823086

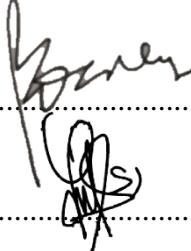
Jurusan : FARMASI

Telah dipertahankan dihadapan Pembimbing dan Pembahas pada Seminar Hasil Penelitian di Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 19 Mei 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan yang diberikan.

Indaralaya, 23 Mei 2022

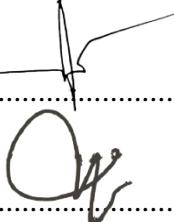
Pembimbing

1. Dr.apt.Budi Untari,M,Si.  
NIP. 195810261987032002
2. Apt.Indah Solihah,M.Sc.  
NIP. 198803082019032015

(.....)  
  
(.....)

Pembahas

1. Dr.apt.Shaum Shiyan, M.Sc.  
NIP. 198605282012121005
2. Dr.Nirwan Syarif, M.Si.  
NIP. 197010011999031003

(.....)  
  
(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Farmasi

Fakultas MIPA

Dr.rer.nat.apt.Mardiyanto, M.Si.

NIP.197103101998021002

## **HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI**

Judul Skripsi : Aplikasi Desain Faktorial 3<sup>2</sup> Pada Ekstraksi Termodifikasi Kulit Batang Cempedak (*Artocarpus integer*) Dengan Parameter Kadar Flavonoid Total Dan Aktivitas Antioksidan

Nama Mahasiswa : Khalis Nasrullah

NIM : 08061381823086

Jurusan : FARMASI

Telah dipertahankan dihadapan Pembimbing dan Pembahas pada Ujian Skripsi di Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 31 Mei 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang skripsi.

Indralaya, 31 Mei 2022

Ketua :

1. Dr.apt.Budi Untari,M,Si.  
NIP. 195810261987032002

(.....)

Anggota :

1. Apt.Indah Solihah,M.Sc.  
NIP. 198803082019032015
2. Dr.apt.Shaum Shiyan, M.Sc.  
NIP. 198605282012121005
3. Dr.Nirwan Syarif, M.Si.  
NIP. 197010011999031003

(.....)

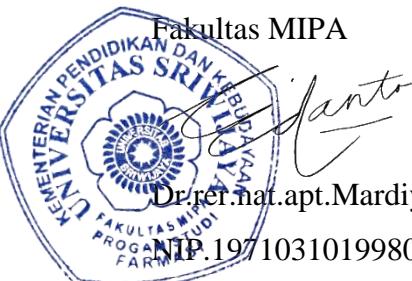
(.....)

(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Farmasi

Fakultas MIPA



Dr.rer.nat.apt.Mardiyanto, M.Si.

NIP.197103101998021002

## **HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Khalis Nasrullah  
NIM : 08061381823086  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Farmasi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Inderalaya, 31 Mei 2022

Penulis,



Khalis Nasrullah

NIM. 08061381823086

## **HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Khalis Nasrullah
NIM	:	08061381823086
Fakultas/Jurusan	:	MIPA/Farmasi
Jenis Karya	:	Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-ekslusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul“*Aplikasi Desain Faktorial 3<sup>2</sup> Pada Ekstraksi Termodifikasi Kulit Batang Cempedak (*Artocarpus integer*) Dengan Parameter Kadar Flavonoid Total Dan Aktivitas Antioksidan*” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/memformat, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Inderalaya, 31 Mei 2022

Penulis,



Khalis Nasrullah

NIM. 08061381823086

## HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang)

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَّكَاتُهُ

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari semua urusan ), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap” (Q.S Al-Insyirah: 5 – 8)

“Barangsiapa menjadikan mudah urusan orang lain, niscaya ALLAH akan memudahkan urusannya di dunia dan akhirat.” (HR. Muslim)

“Dan (ingatlah juga), takkala Tuhanmu memaklumkan;  
“Sesungguhnya jika kmau bersyukur, pasti Kami akan menambah (nikmat) kepadamu, dan jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka sesungguhnya azab-Ku sangat pedih” (Q.S Ibrahim: 7)

**Skripsi ini saya persembahkan kepada Allah SWT, Nabi Muhammad SAW, kedua orang tua, keluarga, saudara serta sahabat, almamater dan orang-orang disekelilingku yang selalu memberikan semangat serta doa.**

### Motto:

**Ambillah risiko yang lebih besar dari apa yang dipikirkan orang lain aman. Berilah perhatian lebih dari apa yang orang lain piker bijak. Selalu Berusaha menjadi pribadi yang lebih baik dan berkomitmen tinggi**

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT Tuhan Semesta Alam yang telah melimpahkan rahmat, berkat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “Aplikasi Desain Faktorial 3<sup>2</sup> Pada Ekstraksi Termodifikasi Kulit Batang Cempedak (*Artocarpus integer*) Dengan Parameter Kadar Flavonoid Total Dan Aktivitas Antioksidan”. Penyusunan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Farmasi (S.Farm) pada Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Peneliti menyadari dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT dan junjungannya Nabi Muhammad SAW, berkat rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan studi S1 Farmasi ini.
2. Kedua orang tuaku tercinta, yaitu Bapak (Husaini) dan Ibu (Dhiana Pithaloka) yang tiada henti-hentinya mendo'akan setiap langkah putramu agar semuanya berjalan dengan lancar, selalu memberikan motivasi, memberikan nasehat, kasih sayang, perhatian, dukungan material sehingga dapat menyelesaikan studi S1 Farmasi ini sampai selesai.
3. Kepada keluarga tercintaku Adik-adikku (Farid Munawwar), (Nisrina Putri), (Reina Anita Putri) yang selalu menghiburku, memberi semangat dan memdoakanku.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya, Bapak Dr. Hermansyah, M.Si selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, dan Bapak Dr.rer.nat Mardiyanto, M.Si., Apt., selaku Ketua Jurusan Farmasi atas sarana dan prasarana yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulisan skripsi ini berjalan dengan lancar.

5. Ibu Dr.apt.Budi Untari, M.Si. selaku dosen pembimbing pertama dan Ibu Apt.Indah Solihah,M.Si., selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu memberikan bimbingan, memberikan semangat, doa, nasihat, dan berbagai masukan untuk menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Terima kasih sudah mau menerima baik buruk sifat penulis selama perkuliahan hingga skripsi ini selesai.
6. Bapak Apt.Adik Ahmadi, M.Si selaku dosen pembimbing akademik atas semua dukungan dan nasihat yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan hingga penyusunan skripsi selesai.
7. Bapak Dr. Shaum Shiyan,M.Sc., Apt dan Dr.Nirwan Syarif, M.Si. selaku dosen pembahas atas saran yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi.
8. Kepada semua dosen-dosen Jurusan Farmasi, Ibu Apt.Rennie Puspa Novita, M.Farm.Klin., Bapak Dr.Apt. Shaum Shiyan,M.Sc., Apt.Ibu Herlina, M.Kes., Apt.Ibu Fitrya, M.Si., Ibu Apt.Elsa Fitria Apriani, M.Farm., Ibu Apt.Vitri Agustiarini, M.Farm., Ibu Laida Neti Mulyani, M.Si., Ibu Apt.Anisa Amriani, M.Farm., Ibu Apt.Dina Permata Wijaya, M.Si., Ibu Dr. Miksusanti, M.Si, yang telah memberikan pengetahuan, wawasan, dan bantuan dalam studi baik di dalam maupun di luar kampus selama perkuliahan.
9. Seluruh staf (Kak Ria dan Kak Erwin) dan analis laboratorium (Kak Tawan, Kak Fit, Kak Isti, dan Kak Fitri) Jurusan Farmasi FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah banyak memberikan bantuan sehingga penulis bisa menyelesaikan studi tanpa hambatan.
10. Kepada seseorang yang spesial Ria Hani Andira yang selalu mendukung, memberikan semangat dan mendoakan selama pembuatan SKRIPSI ini.
11. Partner seperjuanganku yang ambis yaitu Hana Novitasari BR Pakpahan, Juni Astuti, dan Ulfa Khairunnisa yang selalu membantu, mengingatkan dan memberi semangat kepada penulis.
12. Sahabat-sahabat tercintaku JOS GANDOS yaitu Ria Hani Andira, Irma Nadia, Fajriatul Kamalia, Venny Elvariani, Catrina Kinanti, Intan Sanjaya, Mutiara Ramadhani, Anazir Mukafi, Nopan Dwi Tama dan Andre Agung

Apriyanto yang selalu menemani selama perkuliahan dan penelitian, memberikan dukungan, motivasi, bantuan, canda, tawa, keseruan dan curcol yang tidak akan pernah dilupakan, serta selalu mendengarkan keluh kesah penulis dari semester 1 hingga menyelesaikan studi ini. Semoga kita selalu bersama sampai jannah. *See you on top guys.*

13. Sahabat-sahabat SOBYAR ku yaitu Jessica Nathasia, Juni Astuti, Ulfa Khairunnisa, Hana Novitasari BR Pakpahan, Shiba Dwi Pemata, dan Indah Nur Safitri yang telah menemani dan memberikan dukungan dari pertama masuk perkuliahan sampai selesai S1 Farmasi ini.
14. Sahabat-sahabat Healing ku yaitu Hana Novitasari BR Pakpahan, Juni Astuti dan Ulfa Khairunnisa yang telah menemaniku, memberikan nasehat, motivasi, dukungan, dan canda tawa dari pertama masuk perkuliahan sampai selesai S1 Farmasi ini.
15. Temen-temen dan keluarga di Staff Ahli Kaderisasi dari angkatan 2015, 2016, 2017, 2019 dan 2020, dan keluarga HKMF Kabinet Cakra dan keluarga besar Himpunan Keluarga Mahasiswa Farmasi.
16. Kakak asuhku Kak Afifah Novenda (2017) yang telah membantu selama perkuliahan dan penelitian, nasihat, motivasi dan dukungannya.
17. Seluruh keluarga Farmasi UNSRI 2018 terima kasih untuk kebersamaan dan pelajaran hidup yang telah kita lewati selama 4 tahun ini. *See you on top guys!*
18. Seluruh mahasiswa farmasi angkatan 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 2020 dan 2021 atas kebersamaan, solidaritas, bantuan dan saran kepada penulis selama perkuliahan, praktikum, penelitian, dan penyusunan skripsi hingga selesai.
19. Seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan studi hingga selesai.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan. Penulis sangat berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk perbaikan selanjutnya. Hanya kepada Allah SWT penulis menyerahkan segalanya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan seluruh pembaca.

Inderalaya, 31 Mei 2022  
Penulis,



Khalis Nasrullah  
NIM.08061281823

**Application of Factorial Design in Extraction of Modified Cempedak Bark  
(*Artocarpus integer*) With Parameters of Total Flavonoid Levels and  
Antioxidant Activity**

**Khalis Nasrullah  
08061381823086**

**ABSTRACT**

Cempedak bark (*Artocarpus integer* (Thumb.) Merr.) contains flavonoid including Artoindonesianin-E and Heteroflavon-A as antioxidants. Which can be obtained using the extraction process. The lacks of conventional extraction are requiring a longer time and a large number of solvents, to overcome these limitations, modified extractions have been developed including microwave-assisted extraction (MAE), and ultrasonic extraction (Ultrasound-assisted extraction/UAE). This study aims to determine the solvent concentration and extraction time in UAE and the best extraction power and time in MAE in producing total flavonoid and antioxidant activity. This research was conducted by varying the solvent concentration (30, 70, 96%) and extraction time (20, 50, 80 minutes) for UAE and varying the power (90, 180, 360 Watt) and extraction time (10, 25, 40) for MAE using DX designer, as well as maceration extraction using 70% ethanol concentration and extraction time of 25 minutes. Determination of the best extraction conditions was carried out using a factorial design. Based on the analysis of Design Expert 12®, the solvent concentration factor had no effect and the extraction time factor affected the total flavonoid content and antioxidant activity of UAE, while MAE had no effect on the total flavonoid content and the antioxidant activity of the cempedak bark. The best UAE extraction conditions were obtained at 70% ethanol concentration and extraction time of 80 minutes with a total flavonoid content value of 301.506 mg/100g and antioxidant IC<sub>50</sub> value of 43.572 g/mL, and the best condition of MAE at 180 Watt power and extraction time of 25 minutes with a value of total flavonoid content of 442.448 mg/100g and antioxidant IC<sub>50</sub> of 102.089 g/mL which were selected based on the highest desirability value. The results of maceration with 70% ethanol concentration and extraction time of 25 minutes obtained total flavonoid content of 503.322±2.422 mg/100g and IC<sub>50</sub> of 42.989±6.479 g/mL.

**Keywords :** *Artocarpus integer*, *Microwave-Assisted Extraction (MAE)*, *Ultrasound-Assisted Extraction (UAE)*, *total flavonoid content*, *antioxidant IC<sub>50</sub>*.

**Aplikasi Desain Faktorial Pada Ekstraksi Termodifikasi Kulit Batang  
Cempedak (*Artocarpus integer*) Dengan Parameter Kadar Flavonoid Total  
Dan Aktivitas Antioksidan**

**Khalis Nasrullah  
08061381823086**

**ABSTRAK**

Kulit batang cempedak (*Artocarpus integer* (Thumb.) Merr.) mengandung senyawa flavonoid diantaranya Artoindonesianin-E dan Heteroflavon-A yang berperan sebagai antioksidan. Yang bisa diperoleh menggunakan proses ekstraksi. Kekurangan ekstraksi konvensional membutuhkan waktu yang lebih lama dan pelarut yang tidak sedikit, untuk mengatasi keterbatasan itu dikembangkan ekstraksi termodifikasi diantaranya ekstraksi bantuan gelombang mikro (*Microwave-Assisted Extraction / MAE*), dan ekstraksi ultrasonik (*Ultrasound-Assisted Extraction / UAE*). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi pelarut dan waktu ekstraksi pada metode UAE serta daya dan waktu ekstraksi pada metode MAE yang terbaik dalam menghasilkan kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi pelarut (30, 70, 96%) dan waktu ekstraksi (20, 50, 80 menit) untuk UAE serta memvariasikan daya (90, 180, 360 Watt) dan waktu ekstraksi (10, 25, 40) untuk MAE menggunakan perancang DX, serta dilakukan ekstraksi maserasi menggunakan konsentrasi etanol 70% dan waktu ekstraksi 25 menit. Penentuan ekstraksi kondisi terbaik dilakukan menggunakan desain faktorial. Berdasarkan analisis Design Expert 12®, faktor konsentrasi pelarut tidak berpengaruh dan faktor waktu ekstraksi berpengaruh terhadap kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan metode UAE, sedangkan metode MAE faktor daya dan waktu ekstraksi tidak berpengaruh terhadap kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan kulit batang cempedak. Kondisi ekstraksi UAE terbaik diperoleh pada konsentrasi etanol 70% dan waktu ekstraksi 80 menit dengan nilai kadar flavonoid total sebesar 301,506 mg/100g dan nilai IC<sub>50</sub> antioksidan sebesar 43,572 µg/mL, serta kondisi terbaik MAE pada daya 180 Watt dan waktu ekstraksi 25 menit dengan nilai kadar flavonoid total sebesar 442,448 mg/100g dan nilai IC<sub>50</sub> antioksidan sebesar 102,089 µg/mL yang dipilih berdasarkan nilai *desirability* tertinggi. Hasil ekstraksi maserasi dengan konsentrasi etanol 70% dan waktu ekstraksi 25 menit diperoleh kadar flavonoid total sebesar 503,332±2,422 mg/100g dan nilai IC<sub>50</sub> sebesar 42,989±6,479 µg/mL.

**Kata kunci :** *Artocarpus integer, Microwave-Assisted Extraction (MAE), Ultrasound-Assisted Extraction (UAE), kadar flavonoid total, IC<sub>50</sub> antioksidan.*

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN MAHALAH SEMINAR HASIL .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	v
HALAMAN PERSEMPERBAHAN DAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
ABSTRAK .....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
DAFTAR SINGKATAN .....	xxii
DAFTAR ISTILAH .....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Cempedak ( <i>Artocarpus integer</i> ).....	7
2.1.1 Klasifikasi Tanaman Cempedak .....	7
2.1.2 Morfologi Tumbuhan Cempedak.....	7
2.1.3 Kandungan Kimia Tumbuhan Cempedak.....	8
2.1.4 Manfaat Farmakologi Tumbuhan Cempedak.....	10
2.2 Ekstraksi.....	11
2.2.1 Ekstraksi Termodifikasi .....	12
2.3 <i>Ultrasonic-Assisted Extraction</i> (UAE) .....	12
2.4 <i>Microwave-Assisted Extraction</i> (MAE).....	15
2.5 Desain Faktorial .....	17
2.6 Flavonoid.....	19
2.7 Uji Aktivitas Antioksidan .....	21
2.7.1 Metode DPPH .....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	26
3.2 Alat dan Bahan.....	26
3.2.1 Alat.....	26
3.2.1 Bahan.....	26
3.3 Prosedur Penelitian.....	27
3.3.1 Identifikasi Kulit Batang <i>Artocarpus integer</i> .....	27
3.3.2 Preparasi Sampel.....	27

3.3.3	Penentuan Perlakuan Dengan Desain Faktorial .....	27
3.3.4	Proses Ekstraksi .....	29
3.3.4.1	Esktraksi UAE.....	29
3.3.4.2	Ekstraksi MAE.....	29
3.3.4.3	Ekstraksi Maserasi .....	30
3.3.5	Pengukuran Kadar Flavonoid Total .....	31
3.3.5.1	Pembuatan Larutan $\text{AlCl}_3$ 10% .....	31
3.3.5.2	Pembuatan Larutan Natrium Asetat 1 M ....	31
3.3.5.3	Pembuatan Larutan Blanko.....	31
3.3.5.4	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum 31	
3.3.5.5	Penentuan <i>Operang Time</i> (OT).....	31
3.3.5.6	Pembuatan Kurva Baku Kuersetin.....	32
3.3.5.7	Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak...	32
3.3.6	Pengujian Aktivitas Antioksidan Dengan Metode DPPH.....	33
3.3.6.1	Pembuatan Larutan DPPH $30 \mu\text{g}/\text{Ml}$ .....	33
3.3.6.2	Pengukuran Panjang Gelombang Serapan Maksimum DPPH .....	33
3.3.6.3	Penentuan <i>Operating Time</i> .....	33
3.3.6.4	Pembuatan Larutan Sampel Dan Larutan Pembanding .....	34
3.3.6.5	Pengukuran Aktivitas Antioksidan .....	34
3.3.6.6	Penentuan Nilai $\text{IC}_{50}$ .....	35
3.3.7	Analisis Data .....	35
3.3.7.1	Analisis Respon Empat Kondisi di Setiap Metode Ekstraksi (MAE dan UAE) .....	35
3.3.7.2	Penentuan Kondisi Terbaik .....	36
3.3.7.3	Analisis SPSS .....	37
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1	Identifikasi dan Preparasi Sampel .....	38
4.2	Proses Ekstraksi <i>Ultrasonic-Assisted Extraction</i> (UAE) .....	39
4.3	Penentuan Kadar Flavonoid Total Kuersetin Dan Ekstrak Metode UAE .....	42
4.4	Penetapan nilai $\text{IC}_{50}$ Aktivitas Antioksidan Metode UAE....	50
4.5	Penentuan Kondisi Terbaik Metode UAE .....	57
4.6	Proses Ekstraksi <i>Microwave-Assisted Extraction</i> (MAE)....	59
4.7	Penentuan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Metode MAE ....	64
4.8	Penetapan nilai $\text{IC}_{50}$ Aktivitas Antioksidan Metode MAE ...	69
4.9	Penentuan Kondisi Terbaik Metode MAE.....	74
4.10	Analisis Korelasi Metode UAE dan MAE.....	75
4.11	Proses Ekstraksi Maserasi .....	76
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>79</b>
5.1	Kesimpulan .....	79
5.2	Saran.....	79
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>80</b>

LAMPIRAN .....	87
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	145

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Rancangan desain faktorial metode MAE .....	28
Tabel 2. Rancangan desain faktorial metode UAE .....	28
Tabel 3. Daftar persamaan .....	37
Tabel 4. Hasil perhitungan rendemen ekstrak kulit batang cempedak.....	41
Tabel 5. Hasil pengukuran absorbansi standar kuersetin .....	43
Tabel 6. Hasil perhitungan kadar flavonoid total ekstrak 9 kondisi .....	45
Tabel 7. Pengaruh faktor terhadap respon kadar flavonoid total .....	45
Tabel 8. Hasil perhitungan IC <sub>50</sub> aktivitas antioksidan ekstrak 9 kondisi ..	52
Tabel 9. Pengaruh faktor terhadap respon IC <sub>50</sub> aktivitas antioksidan.....	52
Tabel 10. Solusi Titik Terbaik .....	58
Tabel 11. Hasil perhitungan rendemen ekstrak kulit batang cempedak.....	62
Tabel 12. Hasil perhitungan kadar flavonoid total ekstrak 9 kondisi .....	64
Tabel 13. Pengaruh faktor terhadap respon kadar flavonoid total .....	65
Tabel 14. Hasil perhitungan IC <sub>50</sub> aktivitas antioksidan ekstrak 9 kondisi ..	69
Tabel 15. Pengaruh faktor terhadap respon IC <sub>50</sub> aktivitas antioksidan.....	70
Tabel 16. Solusi Titik Terbaik .....	74
Tabel 17. Kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan kondisi Terbaik UAE, MAE dan maserasi .....	77

## **DAFTAR GAMBAR**

Halaman

Gambar 1.	Kulit batang (1), dan penampang batang cempedak horizontal (2).....	7
Gambar 2.	Reaksi radikal DPPH dengan antioksidan.....	23
Gambar 3.	Reduksi DPPH dari senyawa peredam radikal bebas.....	24
Gambar 4.	Kurva baku standar kuersetin.....	44
Gambar 5.	Grafik 3D <i>surface</i> kadar flavonoid total .....	48
Gambar 6.	Reaksi radikal DPPH dengan antioksidan.....	50
Gambar 7.	Grafik 3D <i>surface</i> aktivitas antioksidan.....	55
Gambar 8.	Grafik 3D <i>surface</i> kadar flavonoid total .....	67
Gambar 9.	Grafik 3D <i>surface</i> aktivitas antioksidan.....	72

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Halaman

Lampiran 1.	Skema Kerja Umum .....	87
Lampiran 2.	Skema Uji Kadar Flavonoid Total dan Aktivitas Antioksidan .....	88
	2.1 Uji Kadar Flavonoid Total .....	88
	2.2 Uji Aktivitas Antioksidan .....	89
Lampiran 3.	Perhitungan.....	90
	3.1 Pembuatan Kurva Standar Kuersetin .....	90
	3.2 Penetapan Kadar Flavonoid Total.....	91
	3.3 Uji Aktivitas Antioksidan .....	91
	3.3.1 Pembuatan Larutan Sampel .....	91
	3.3.2 Pembuatan Larutan Kuersetin .....	92
Lampiran 4.	Hasil Identifikasi Kulit Batang Cempedak.....	93
Lampiran 5.	<i>Certificate of Analysis</i> Kuersetin.....	94
Lampiran 6.	<i>Certificate of Analysis</i> DPPH .....	95
Lampiran 7.	<i>Certificate of Analysis</i> Metanol Pro Analysis.....	96
Lampiran 8.	Perhitungan Nilai Rendemen Ekstrak Kulit Batang Cempedak.....	98
	8.1 Nilai Rendemen Metode UAE .....	98
	8.2 Nilai Rendemen Metode MAE.....	98
	8.3 Nilai Rendemen Metode Maserasi .....	98
Lampiran 9.	Perhitungan Kadar Flavonoid Total .....	99
	9.1 Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum.....	99
	9.2 Penentuan Kurva Baku Kuersetin .....	99
	9.3 Kurva Baku Kuersetin.....	99
	9.4 Data Absorbansi Sampel Ekstrak Kulit Batang	

Cempedak Metode UAE .....	100
9.5 Data Absorbansi Sampel Ekstrak Kulit Batang	
Cempedak Metode MAE .....	100
9.6 Data Absorbansi Sampel Ekstrak Kulit Batang	
Cempedak Metode Maserasi.....	100
Lampiran 10. Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum DPPH .....	102
Lampiran 11. Pengukuran Aktivitas Antioksidan.....	103
11.1 Perhitungan % Inhibisi Standar Baku Kuersetin.....	103
11.2 Perhitungan % Inhibisi Ekstrak Kulit Batang	
Cempedak Metode UAE .....	103
11.3 Perhitungan % Inhibisi Ekstrak Kulit Batang	
Cempedak Metode MAE.....	106
11.3 Perhitungan % Inhibisi Ekstrak Kulit Batang	
Cempedak Metode Maserasi .....	108
Lampiran 12. Persamaan Regresi dan Perhitungan Nilai IC <sub>50</sub> Kuersetin	
dan Ekstrak Kulit Batang Cempedak .....	109
12.1 Persamaan Regresi Linear dan Perhitungan IC <sub>50</sub>	
Kuersetin .....	109
12.2 Persamaan Regresi Linear dan Perhitungan IC <sub>50</sub>	
Ekstrak Kulit Batang Cempedak Metode UAE .....	109
12.3 Persamaan Regresi Linear dan Perhitungan IC <sub>50</sub>	
Ekstrak Kulit Batang Cempedak Metode MAE.....	116
12.4 Persamaan Regresi Linear dan Perhitungan IC <sub>50</sub>	
Ekstrak Kulit Batang Cempedak Metode Maserasi ...	124
Lampiran 13. Desain Expert .....	125
13.1 Analisis DX Metode UAE .....	125
13.1.1 Respon Kadar Flavonoid Total Metode UAE..	125
13.1.2 Respon Aktivitas Antioksidan Metode UAE ...	126
13.1.3 Solution .....	127

13.2 Analisis DX Metode MAE.....	127
13.2.1 Respon Kadar Flavonoid Total Metode MAE .	127
13.2.2 Respon Aktivitas Antioksidan Metode MAE ..	128
13.2.3 Solution .....	129
Lampiran 14. Analisis Statistik SPSS Metode UAE.....	130
14.1 Kadar Flavonoid Total Metode UAE.....	130
14.1.1 Uji Normalitas.....	130
14.1.2 Uji Homogenitas .....	130
14.1.3 Uji <i>One Way ANOVA</i> .....	130
14.1.4 Uji <i>Post Hoc Duncan</i> .....	131
14.2 Aktivitas Antioksidan Metode UAE .....	131
14.2.1 Uji Normalitas.....	131
14.2.2 Uji Homogenitas .....	132
14.2.3 Uji <i>One Way ANOVA</i> .....	132
14.2.4 Uji <i>Post Hoc Duncan</i> .....	132
Lampiran 15. Analisis Statistik SPSS Metode MAE.....	133
15.1 Kadar Flavonoid Total Metode MAE .....	133
15.1.1 Uji Normalitas.....	133
15.1.2 Uji Homogenitas .....	133
15.1.3 Uji <i>One Way ANOVA</i> .....	133
15.1.4 Uji <i>Post Hoc Duncan</i> .....	134
15.2 Aktivitas Antioksidan Metode MAE .....	134
15.2.1 Uji Normalitas.....	134
15.2.2 Uji Homogenitas .....	135
15.2.3 Uji <i>One Way ANOVA</i> .....	135
15.2.4 Uji <i>Post Hoc Duncan</i> .....	135
Lampiran 16. Analisis Korelasi SPSS Metode UAE dan MAE .....	136
16.1 Korelasi Metode UAE.....	136
16.2 Korelasi Metode MAE .....	136

Lampiran 17. Analisis Statistik SPSS Kondisi Terbaik Metode UAE, MAE, dan Maserasi .....	137
17.1 Uji Normalitas Kadar Flavonoid Total dan Aktivitas Antioksidan.....	137
17.2 Uji Homogenitas Kadar Flavonoid Total dan Aktivitas Antioksidan.....	137
17.3 Uji One Way ANOVA Kadar Flavonoid Total dan Aktivitas Antioksidan.....	137
17.4 Uji Post Hoc Duncan Kadar Flavonoid Total .....	138
17.5 Uji Post Hoc Duncan Aktivitas Antioksidan .....	138
Lampiran 18. Analisis Statistik SPSS Rendemen Metode UAE dan MAE .....	139
18.1 SPSS Metode UAE .....	139
18.1.1 Uji Normalitas Rendemen Metode UAE .....	139
18.1.2 Uji Homogenitas Rendemen Metode UAE.....	139
18.1.3 Uji <i>One Way ANOVA</i> Rendemen Metode UAE	139
18.1.4 Uji <i>Post Hoc Duncan</i> Rendemen Metode UAE	140
18.2 SPSS Metode MAE.....	140
18.2.1 Uji Normalitas Rendemen Metode MAE.....	140
18.2.2 Uji Homogenitas Rendemen Metode MAE ....	140
18.2.3 Uji <i>One Way ANOVA</i> Rendemen Metode MAE	141
18.2.4 Uji <i>Post Hoc Duncan</i> Rendemen Metode MAE	141
Lampiran 19. Dokumentasi Penelitian.....	142
19.1 Metode UAE .....	142
19.2 Metode MAE.....	143
19.3 Metode Maserasi .....	143
19.4 Gabar Alat Ekstraksi Termodifikasi.....	144

## DAFTAR SINGKATAN

$\mu\text{g}/\text{mL}$ .	: mikrogram per mililiter
ANOVA	: <i>analysis of variance</i>
ASE	: <i>accelerated solvent extraction</i>
DPPH	: <i>1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl</i>
ET	: <i>electron transfer</i>
IC <sub>50</sub>	: <i>inhibitory concentration 50</i>
kHz	: kilo hertz
KoA	: koenzim A
MAE	: <i>microwave assisted extraction</i>
mg/kgBB	: miligram per kilogram
mg/mL	: miligram per mililiter
mmol	: milimol
<i>p.a.</i>	: <i>pro analysis</i>
ppm	: <i>part per million</i>
TOSC	: <i>total oxidant scavenging capacity</i>
UAE	: <i>ultrasonic assisted extraction</i>
UV	: ultraviolet

## **DAFTAR ISTILAH**

Absorbansi	: polarisasi cahaya yang terserap oleh zat tertentu pada panjang gelombang tertentu
Antioksidan	: molekul yang mampu memperlambat atau mencegah proses oksidasi molekul lain
Dekoksi	: cara ekstraksi menggunakan air pada suhu 90°C selama 30 menit
Desain faktorial	: model desain eksperimental yang dapat mengamati pengaruh dari beberapa faktor dan pengaruhnya
Desirability	: nilai fungsi tujuan optimasi yang menunjukkan kemampuan program untuk memenuhi keinginan berdasarkan kriteria yang ditetapkan
Eksitasi	: proses penyerahan energi radiasi ke suatu atom atau molekul tanpa mengakibatkan ionisasi
Ekstrak	: sediaan pekat yang diperoleh dengan mengekstraksi zat aktif dari simplisia
Fenolik	: senyawa yang memiliki cincin aromatik yang memiliki satu atau lebih gugus hidroksil dan gugus-gugus lain penyertanya
Flavonoid	: kelompok senyawa polifenol terdiri dari 15 atom karbon
Fluoresensi	: proses pemancaran sinar radiasi cahaya oleh suatu zat yang telah menyerap sinar atau radiasi elektromagnetik lain
In vitro	: eksperimen atau pengamatan pada jaringan luar organisme hidup dalam lingkungan yang terkendali
In vivo	: eksperimen atau pengamatan pada jaringan organisme hidup dalam lingkungan yang terkendali
Initiasi	: tahap awal atau permulaan terbentuknya radikal bebas
Isolasi	: proses pengambilan atau pemisahan senyawa bahan alam dengan menggunakan pelarut yang sesuai
Kavitasi	: proses terbentuknya gelembung-gelembung akibat transmisi gelombang ultrasonik
Konjugasi	: interaksi dari dua ikatan rangkap untuk menghasilkan sistem delokalisasi elektron pi pada keempat atom
Maserasi	: ekstraksi sederhana dengan cara perendaman sampel menggunakan pelarut organik pada temperatur ruangan
Microwave	: metode ekstraksi yang memanfaatkan gelombang mikro extraction
Mutasi	: perubahan susunan atau struktur materi genetik pada suatu individu baik pada taraf urutan gen maupun kromosom
Non-destructive	: proses yang tidak merusak
Oksidasi	: pelepasan elektron oleh sebuah molekul, atom, atau ion akibat interaksi dengan molekul oksigen
Perkolasi	: cara ekstraksi dengan mengalirkan penyari melalui serbuk simplisia yang telah dibasahi
Poliketida	: golongan metabolit sekunder yang disintesis dengan polimerisasi subunit asetil dan propionil

Radikal bebas	: molekul yang kehilangan satu buah elektron dari pasangan elektron bebasnya
Reactive oxygen	: radikal bebas yang berupa oksigen dan turunannya yang species sangat reaktif
Refluks	: cara ekstraksi menggunakan pemanasan
Rendemen	: jumlah ekstrak yang dihasilkan dari ekstraksi dalam satuan persen (%)
Simple-effect	: efek suatu faktor pada suatu level terhadap faktor lainnya
Soxhletasi	: cara ekstraksi berulang-ulang dengan menggunakan yang selalu baru
Ultrasonik	: gelombang suara dengan frekuensi lebih besar dari 20 kHz

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Tanaman indonesia yang banyak dimanfaatkan sebagai tanaman obat yaitu *Artocarpus integer* yang cukup dikenal masyarakat dengan nama cempedak, secara empirik digunakan untuk bahan ramuan tradisional, antara lain sebagai obat demam, disentri, malaria, dan penyakit kulit. Cempedak mempunyai kandungan senyawa flavonoid diantaranya Artocarpin, Artoindonesianin-E dan Heteroflavon-A, dan empat senyawa triterpen ialah Sikloekalenol, Glutinol, Sikloartenon, 24-metilsikloartenon, serta suatu senyawa sterol yaitu  $\beta$ -sitosterol (Hakim *et al.* 1998).

Menurut Rizki (2021) aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun *Artocarpus integer* sebesar 52,771 ppm termasuk kategori aktivitas antioksidan kuat. Jika IC<sub>50</sub> bernilai 50-100 dikategorikan kuat, IC<sub>50</sub> bernilai 100-150 dikategorikan sedang, IC<sub>50</sub> bernilai 150-200 dikategorikan lemah, dan bila IC<sub>50</sub> bernilai 200-250 dikategorikan sangat lemah.

Menurut Putra (2021), ekstrak etanol kulit batang cempedak menunjukkan kadar Malondialdehid (MDA) pada kelompok normal, kontrol positif, kontrol negatif, P1, P2, dan P3 berturut-turut yaitu  $0,624 \pm 0,170$  nmol/ml,  $0,708 \pm 0,105$  nmol/ml,  $3,665 \pm 0,105$  nmol/ml,  $0,818 \pm 0,100$ , nmol/ml,  $1,656 \pm 0,650$  nmol/ml, dan  $2,301 \pm 0,105$  nmol/ml. Dimana nilai *p value* kontrol positif dan kelompok P3 lebih dari 0,050, sehingga keduanya memiliki kemampuan menghambat pembentukan MDA yang hampir sama. Kulit batang cempedak berpotensi sebagai antioksidan karena dapat menurunkan kadar MDA pada tikus yang mengalami stres oksidatif.

Menurut Putra (2021) ekstraksi maserasi dengan pelarut etanol, dari uji kadar flavonoid total menggunakan larutan standar kuersetin pada panjang gelombang 425 diperoleh kadar flavonoid total sebesar  $0,542 \pm 0,284$  % ekstrak. Pada penelitian Taufiqurrahman (2021), penentuan kadar flavonoid total ekstrak etanol daun cempedak pada panjang gelombang 435 diperoleh kadar flavonoid total sebesar  $6,026 \pm 0,288$  mgQE/g % ekstrak. Menurut penelitian Theodore *et.al* (2018), pengujian aktivitas antioksidan kulit batang cempedak menggunakan metode DPPH menunjukkan penghambatan antioksidan paling tinggi pada fraksi metilen klorida (82,750%) jika dibandingkan dengan ekstrak metanol (79,390%), fraksi etil asetat (72,750%) dan fraksi n-heksana (56,750%) pada konsentrasi 319,450 g/mL. Nilai kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan yang dihasilkan bergantung pada pelarut yang digunakan.

Efisiensi ekstraksi dari setiap metode konvensional tergantung pada pemilihan pelarut, karena pada prinsipnya pelarut yang bersifat polar akan menarik senyawa kimia yang bersifat polar, sedangkan pelarut yang bersifat non polar, akan menarik senyawa kimia yang bersifat non polar. Tantangan utama ekstraksi konvensional lebih lama waktu ekstraksi, persyaratan pelarut kemurnian tinggi, selektivitas ekstraksi rendah, dan kemungkinan besar terdekomposisi oleh panas pada senyawa termolabil. Untuk mengatasi keterbatasan pada ekstraksi konvensional, maka dikembangkan metode-metode ekstraksi termodifikasi. Ada banyak jenis metode ekstraksi termodifikasi yang dikembangkan, diantaranya adalah ekstraksi dengan bantuan gelombang mikro (*Microwave-Assisted Extraction* / MAE), dan ekstraksi dengan bantuan ultrasonik (*Ultrasound-Assisted Extraction*

/ UAE) (Salas *et al.* 2010). Menurut beberapa hasil penelitian, *microwave-assisted extraction* (MAE) meningkatkan efisiensi dan efektifitas ekstraksi bahan aktif berbagai jenis rempah-rempah, tanaman herbal, dan buah-buahan (Colinescu *et al.* 2001).

Ekstraksi MAE menggunakan gelombang mikro yang dapat mengurangi aktivitas enzimatis yang merusak senyawa target sehingga pemanasan dengan MAE memiliki kelebihan pemanasan yang lebih merata karena bukan mentransfer panas dari luar tetapi membangkitkan panas dari dalam bahan tersebut. Selain itu waktu pemanasan dengan gelombang mikro jauh lebih cepat jika dibandingkan dengan waktu reaksi pemanasan konvensional (Saleh *et al.* 2005). Berdasarkan penelitian Faadhilah (2019) menggunakan metode ekstraksi MAE dengan variasi konsentrasi, suhu dan waktu diperoleh kondisi terbaik pada konsentrasi etanol 75,360%, suhu 68,050°C dengan waktu ekstraksi 27,020 menit dengan total fenol sebesar 107,500 mg GAE/g lebih baik dibandingkan ekstraksi maserasi selama 24 jam hanya diperoleh total fenol sebesar 99,05 GAE/g dan aktivitas antioksidan 69,440%. Proses ekstraksi termodifikasi juga dilakukan pada penelitian Lestari (2018) menggunakan metode ekstraksi *ultrasonic-assisted extraction* (UAE).

Ekstraksi ultrasonik pada tanaman dapat berlangsung lebih cepat karena gelombang ultrasonik membantu pemecahan dinding sel dari bahan sehingga kandungan senyawa yang terkandung di dalam sel dapat keluar dengan mudah. Menurut penelitian Salisova *et al.* (1997) yang membandingkan antara metode konvensional dan metode ultrasonik dalam ekstraksi senyawa aktif menunjukkan bahwa ekstraksi ultrasonik lebih efektif karena waktu ekstraksi lebih singkat dan

efisiensi ekstraksi lebih tinggi dibanding metode konvensional. Pada penelitian Lestari (2018) digunakan variasi konsentrasi pelarut dan waktu ekstraksi untuk metode UAE. Kondisi terbaik pada konsentrasi etanol 70% selama 40 menit dengan nilai kadar flavonoid total 51,733 mg/g dan nilai aktivitas antioksidan sebesar 116,636 ppm. Pada penelitian Utami (2020), membandingkan ekstraksi maserasi dan ekstraksi menggunakan UAE dengan parameter kadar flavonoid total, diperoleh kadar flavonoid total UAE sebesar 0,625 % lebih baik dibandingkan kadar flavonoid total pada ekstraksi maserasi sebesar 0,415%.

Penelitian Irfianti (2018), bahwa penggunaan metode ekstraksi termodifikasi berpengaruh terhadap hasil rendemen ekstrak, dimana metode MAE memberikan rendemen lebih rendah dibandingkan dengan metode UAE. Rata-rata rendemen ekstrak yang dihasilkan metode UAE yaitu garifta kuning 3,54%, garifta orange 3,85%, garifta merah 3,08%, dan garifta gading 4,69%. Sedangkan rata-rata rendemen ekstrak metode MAE yaitu garifta kuning 3,77%, garifta orange 2,33%, garifta merah 2,22%, dan garifta gading 3,12%.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini dilakukan proses ekstraksi kulit batang cempedak menggunakan metode *ultrasonic-assisted extraction* (UAE) dengan variasi konsentrasi pelarut dan waktu ekstraksi serta menggunakan metode *microwave-assisted extraction* dengan variasi daya dan waktu paparan. Penentuan metode ekstraksi terbaik dilakukan menggunakan desain faktorial berdasarkan parameter kadar flavonoid total dan nilai IC<sub>50</sub> aktivitas antioksidan kulit batang cempedak.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh perbedaan konsentrasi pelarut dan waktu ekstraksi ultrasonik serta pengaruh daya dan waktu paparan *microwave* terhadap kandungan flavonoid total dan nilai IC<sub>50</sub> aktivitas antioksidan kulit batang cempedak?
2. Berapakah konsentrasi pelarut dan waktu eksitasi ultrasonik serta daya dan waktu paparan *microwave* yang terbaik dalam menghasilkan kandungan flavonoid total dan nilai IC<sub>50</sub> aktivitas antioksidan tertinggi ekstrak kulit batang cempedak?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi pelarut dan waktu ekstraksi ultrasonik serta pengaruh daya dan waktu paparan *microwave* terhadap kandungan flavonoid total dan nilai IC<sub>50</sub> aktivitas antioksidan kulit batang cempedak.
2. Mengetahui konsentrasi pelarut dan waktu eksitasi ultrasonik serta daya dan waktu paparan *microwave* yang terbaik dalam menghasilkan kandungan flavonoid total dan nilai IC<sub>50</sub> aktivitas antioksidan tertinggi ekstrak kulit batang cempedak.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai metode ekstraksi terbaik dalam menghasilkan kandungan senyawa flavonoid total dan nilai IC<sub>50</sub> sebagai parameter aktivitas antioksidan tertinggi ekstrak kulit batang cempedak, sehingga hasil ekstraksi lebih menguntungkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abu Bakar FI, Abu Bakar MF, Rodrigues S, de Oliveira Silva E, de Brito ES. 2018. Tarap—*Artocarpus odoratissimus*. In: Exotic Fruits. Academic Press; p. 413–8.
- Alara, O.R., Abdurahman, N.H., & Olalere, O.A. (2018). Ethanolic extraction of bioactive compounds from *Vernonia amygdalina* leaf using response surface methodology as an optimization tool. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12, 1107-1122. doi: 10.1007/s11694-018-9726-3.
- Anam, C. 2010, Ekstraksi oleoresin jahe (*Zingiber officinale*) kajian dari ukuran bahan, pelarut, waktu dan suhu, *Jurnal Pertanian MAPETA*, **7(2)**: 101 – 110.
- Andayani R., Maimunah & Lisawati Y. (2008). Penentuan Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenolat Total dan Likopen Pada Buah Tomat (*Solanum Lycopersicum L*). *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, **13(1)**, 1410-0177.
- Anshari, H., Desyana O., Misna M. (2010). *Pemanfaatan Biji Cempedak Sebagai Alternatif Pengganti Tepung Terigu Dengan Kualitas Dan Gizi Tinggi*. UNM, Malang.
- Ashokkumar M. & Grieser F. 1999, Ultrasound assisted chemical process, *Reviews in Chemical Engineering*, **15(1)**: 41 – 83.
- Bhadoriya, U., Tiwari, S., Mourya, M., and Ghule, S. 2011. Microwave-Assisted Extraction of Flavonoid from *Zanthoxylum budrunga W*. Optimization of Extraction Process. *Asian Journal of Pharmacy and Life Science*, **1(1)**: 81-86.
- Blois, M.S. 1958, Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181: 1199
- Bolton S, Bon C. (2004). Pharmaceutical statistics: practical and clinical applications. 4th ed., rev.expanded. M. Dekker. 755 p. (Drugs and the pharmaceutical sciences). New York.
- Carriere J, Vaughn N, Kraber J, Sobczyk P, Bronikowski P, Mazur JM, et al. (2019). Design Expert. 1300 Godward Street Northeast, Suite 6400 Minneapolis, MN 55413, Stat Ease, Inc.
- Chan, C., Yusoff, R., Ngoh, G., and Kung F. W. 2011. Microwave Assisted Extraction of Active Ingredients from Plants. *Journal of Chromatography*, **1218(37)**: 6213—6225.

- Chang, C.C., M.H. Yang, H.M. Wen dan J.C. Chern. (2002). Estimation of Total Flavonoid Content in Propolis by Two Complementary Colorimetric Methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, **10(3)**, 178- 182.
- Chu, Y.H.C.L., Chang, H.F., & Hsu. (2000). Flavonoid Content of Several Vegetables and Their Antioxidant Activity. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 80.
- Corner E.J.H. (1939). Notes on the systematic and distribution of Malayan Phanerogams, II the jack and the chempedak. *Gard. Bull. Singapore*. **10(1)**, 56-81.
- Cuppett, S.L. (1997). Structure Activities of natural antioxidants. Didalam: Aruoma OI, Cuppett SL, editor. Antioxidant Methodology: in vivo and in vitro concepts. AOCS press. Champaign Illinois.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2008). Farmakope Herbal Indonesia(Edisi I). Jakarta:Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Faadhilah, A. (2019). *Optimasi Microwave Assisted Extraction Terhadap Senyawa Bioaktif Antioksidan Dari Sarang Semut Papua (Myrmecodia pendans) Dengan Variasi Konsentrasi Etanol, Suhu Dan Lama Ekstraksi*. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Frei, B., Higdon, J.V., (2003). Antioxidant activity of tea polyphenols in vivo: evidence from animal studies. *J. Nutr*, 133, 3275.
- Ghasemi, A., and Zahediasi, S. 2012. Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide for Non—Statisticians. *International Journal Endocrinology & Metabolism*, **10(2)**: 486-489.
- Hakim AR. (2006). Identification of the secondary metabolite compounds from cempedak tree leaves (*Artocarpus integer*). *Advances in Health Science Research*, **6(1)**, 334-336.
- Hakim, E.H., Fahriyati, A., Kau, M.S., Achmad, S.A., Makmur, L., Ghisalberti, E.L., & Nomura, T. (1999a). Artoindonesianin A and B, two new prenylated flavones from the root bark of Artocarpus champeden. *Journal Natural Product*, **62(1)**, 613-615.
- Halimatussa'diah, F., V. Y. Fitriani, L. Rijai. (2014). Aktivitas Antioksidan Kombinasi Daun Cempedak (*Artocarpus champeden*) dan Daun Bandotan (*Ageratum conyzoides L*). *J. Trop. Pharm. Chem*, **2(5)**, 248-251.
- Harborne, J.B. 1997, *Metode fitokimia: Penuntun cara modern menganalisis tumbuhan*, edisi ke-2 , ITB, Bandung, Indonesia.
- Henglein A. 1993, Contributions to various aspects of cavitation chemistry, *Advances in Sonochem*. **3(1)**: 17 – 83.

- Hidayat, I.R. *et al.* (2021). Design-expert Software sebagai Alat Optimasi Formulasi Sediaan Farmasi. *Majalah Farmasetika*, **6(1)**, 99-120.
- Ilyas, A. (2013). *Kimia Organik Bahan Alam*. Alauddin University Press. Dalam M. Baharuddin, editor. 192. Makasar. Indonesia.
- Indrayani, S. (2008). *Validasi Penetapan Kadar Kuersetin dalam Sediaan Krim secara Kolorimetri dengan Perekarsi AlCl<sub>3</sub>*. Skripsi Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma.
- Irfianti, A. (2018). *Aplikasi Metode Ultrasonic Assisted Extraction Dan Mmicrowave Assisted Extraction Untuk Ekstraksi Senyawa Aromatik Mangga Garifa (Mangifera indica)*. Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang.
- Iriany., Pandiangan, F., dan Eka C. 2017. Ekstraksi Tanin dari Kulit Kayu Akasia dengan Menggunakan Microwave: Pengaruh Daya Microwave, Waktu Ekstraksi dan Jenis Pelarut. *Jurnal Teknik Kimia*, **6(3)**: 52-57.
- Jain, T., Jain, V., Pandey, R., Vyas, A., and Shukla, S. S. (2009). Microwave Assisted Extraction for Phytoconstituents – An Overview. *Asian Journal Research Chemistry*, **1(2)**, 19-25.
- Jansen PCM. (1992). Edible Fruits and Nuts. In: Verheij EWM, Coronel RE [editor]. Plant Resources of South-East Asia 2: *Artocarpus integer* (*Thunb.*). Merr. Prosea Foundation. Bogor. Pp: 91–94.
- Jansen PCM. (1997). *Artocarpus integer* (*Thunb.*) Merr. dalam Verheij, E.W.M. dan R.E. Coronel (eds.). Sumber Daya Nabati Asia Tenggara 2: Buah-buahan yang dapat dimakan. PROSEA ± Gramedia. Jakarta. ISBN 979-511-672-2.
- Julianto, T. S. (2019). *Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta. Indonesia.
- Jun, M.H., Yu, J., Fong, X., Wan, C.S., Yang, C.T., and Ho. 2003. Comparison of Antioxidant Activities of Isoflavones from Kudzu Root (*Pueraria labata* Ohwl) *Journal Food Science*, **68(6)**: 2117-2122.
- Keshani, S., Luqman Chuah, A., Nourouzi, M. M., Russly, A. R., and Jamilah, B. 2010. Optimization of Concentration Process Pomelo Fruit Juice Using Response Surface Methodology (RSM). *International Food Research Journal*, **17(1)**: 733-742.
- Kumari, KS., Babu, IS., and Rao, GH. 2008. Process Optimization For Citric Acid Production From Raw Glycerol Using Response Surface methodology. *Indian Journal of Biotechnology*, 496-501.
- Kusuma, P. (2012). *Penetapan Kadar Flavonoid Total dan Daya Antioksidan dari Ekstrak Etanol Buah Pare (Momordica charantia L.)*. Skripsi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Alaudin. Makassar.

- Kusumawati, R., Tazwir & Wawanto, A. 2008, Pengaruh rendemen dalam asam klorida terhadap kualitas gelatin tulang kakap merah (*Lutjanus sp.*), *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, **3(1)**: 63 – 68.
- Leit~ ao, G.G., Leit~ ao, S.G. & Vilegas, W. 2002, Quick preparative separation of natural naphthoquinones with antioxidant activity by high-speed countercurrent chromatography, *Z.Naturforsch*, **57(1)**: 1051-1055.
- Lestari, R.R. (2018). *Optimasi Ultrasonic-Assisted Extraction (UAE) Daun Bandotan (Ageratum conyzoides) Menggunakan Desain Faktorial dengan Parameter Kadar Flavonoid Total dan Aktivitas Antioksidan*. Skripsi Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Letellier, M. & Budzinski, H. (1999). *Microwave Assisted Extraction of Organics Compounds*. Analysis.
- Li Z, Lan Y, Miao J, Chen X, Chen B, Liu G, et al. 2021. Phytochemicals, antioxidant capacity and cytoprotective effects of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) axis extracts on HepG2 cells. *Food Bioscience*. **41(1)**:100933.
- Liazid, A., Palma, M., Brigui, J., and Barroso, CG. 2007. Investigation on Phenolic Compounds Stability during Microwave-Assisted Extraction. *Journal of Chromatography A*, **1140(1)**: 29-34.
- Lim, T.K. (2012). Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants: Volume 3, Fruits. New York (US): Springer Science+Business Media B.V. doi 10.1007/978- 94-007-2534-8.
- Liu, Q.M., Yang, X.M., Zhang, L. & Majetich, G. 2010, Optimization of ultrasonic-assisted extraction of chlorogenic acid from *Folium eucommiae* and evaluation of its antioxidant activity, *J Med Plants Res*, **4(23)**: 2503 – 2511.
- Luthria, D. L. (2008). Influence of experimental conditions on the extraction of phenolic compounds from parsley (*Petroselinum crispum*) flakes using a pressurized liquid extractor. *Food Chemistry*, **107(2)**, 745–752. doi:10.1016/j.foodchem.2007.08.074.
- Mandal, S.C., Mandal, V. & Das, A.K. 2015, *Essentials of botanical extraction: Principles and application*, Academic Press, New York, USA.
- Mandal, V., Mohan, Y., and Hemalatha, S. 2007. Microwave Assisted Extraction – An Innovative and Promising Extraction Tool for Medicinal Plant Research. *Pharmacognosy Reviews*, **1(1)**, 245-251.
- Mason TJ. (1990). *Sonochemistry: The Use of Ultrasound in Chemistry*. 1<sup>nd</sup>. Royal Society of Chemistry. Cambridge (UK).

- Mason, T. J., Dietmar, P. (2004). *Practical Sonochemistry : Power Ultrasound Uses and Application.* 2<sup>nd</sup> edition. Horwood Publishing. USA.
- Maulina, R. (2014). *Penentuan Nilai Sun Protection Factor (SPF) dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Batang Bangkal (Nauclea subdita) secara in vitro.* Skripsi Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- McClements DJ. (1995). Advances in the application of ultrasonic in food analysis and processing. *Trends Food Sci. Techn.* **6(1)**, 293-299.
- Molyneux, P. (2004). The Use of Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarin J. or Sci Technol,* **26(2)**, 211-219.
- Montgomery DC. (2017). Design and Analysis of Experiments. 9<sup>th</sup> Edition.
- Muchtadi, D. (2012). *Pangan Fungsional dan Senyawa Bioaktif.* Alfabeta. Bandung.
- Muchtadi,H. (2000). *Sayur-sayuran. Sumber serat dan Antioksidan : Mencegah penyakit Degeneratif.* Bogor. Jurusan Teknologi Pangan & Gizi. FATETA. IPB. Bandung.
- Novak, I., Jneiro, P., Seruga, M. & Oliveira-Brett, A.M. 2008, Ultrasound extracted flavonoids from four varieties of portuguese red grape skin determined by reverse-phase high-performance liquid chromatography with electrochemical detection, *Anal Chem*, **630(1)**: 107 – 115. 64
- Nugroho, B.W., Dadang & Prijono, D. 1999, *Pengembangan dan pemanfaatan insektisida alami*, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia.
- Putra, H. K. (2021). *Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Batang Cempedak (Artocarpus champeden (Lour.) Stokes) pada Tikus Jantan Galur wistar yang Diinduksi CCL4.* Skripsi Jurusan Farmasi FMIPA Universitas Sriwijaya. Tidak dipublikasikan.
- Rizki, M.I., Nurlely, Fadlilaturrahmah, Ma'shumah. (2021). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Cempedak (*Artocarpus integer*), Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dan Tarap (*Artocarpus odoratissimus*). *Journal of Current Pharmaceutical Sciences*, **4(2)**, 367-372.
- Rizki, M.I., Nurlely, Fadlilaturrahmah, Ma'shumah. (2021). Skrining Fitokimia dan Penetapan Kadar Fenol Total pada Ekstrak Daun Nangka (*Artocarpus heterophyllus*), Cempedak (*Artocarpus integer*), dan Tarap (*Artocarpus odoratissimus*) Asal Desa Pengaron Kabupaten Banjar. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, **4(1)**, 95-102.
- Routray, W., and Orsat, V. (2012). Microwave-Assisted Extraction of Flavonoid: A Review. *Food Bioprocess Technology*, **5(1)**, 409-424. doi: 10.1007/s11947-011-0573-z.

- Salas, P. G., Aranzazu, M.-S., Antonio, S.-C., and Alberto, F.-G. (2010). Phenolic Compound-Extraction Systems for Fruit and Vegetable Samples. *Molecules*, **15**(1), 8813-8826.
- Saleh, M., Mawardi M., Eddy W., dan D. Hatmoko. (2005). *Determinasi Dan Morfologi Buah Eksotis Potensial di Lahan Rawa*. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa Banjarbaru. Kalimantan Selatan.
- Salisova, M., Toma, sS. & Mason, T. J. (1997). Comparison of conventional and ultrasonically assisted extraction of pharmaceutically active compounds from Saliva Officinalis. *Ultrasonics Sonochemistry*, **4**(1), 131-134.
- Sarastani, D., Soekarto, S., Muchtadi, T., Fardiaz, D. & Apriyantono, A. 2002, Aktivitas antioksidan ekstrak dan fraksi ekstrak biji atung (*Parinarium glaberrimum Hassk*), *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, **8**(2) 149 – 156.
- Sayuti, K. & R. Yenrina. (2015). *Antioksidan Alami dan Sintetik*. Andalas University Press. Padang.
- Sayuti, M. 2017, Pengaruh Perbedaan Metode Ekstraksi, Bagian Dan Jenis Pelarut Terhadap Rendemen Dan Aktivitas Antioksidan Bambu Laut (*Isis hippuris*), *Technology Science And Engineering Journal*, **1**(3) 166 – 174.
- Spigno, G., and De Faveri, D.M. (2009). Microwave-assisted extraction of tea phenols: A phenomenological study. *Journal of Food Engineering*, **93**(1), 210-217. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2009.01.006.
- Stat-ease. 2016, *Handbook for experimenters*, Stat-ease, Inc., Minneapolis, USA.
- Sunarni, T. S., Pramono, R., Asmah. (2005). Flavonoid Antioksidan Penangkap Radikal dari Daun Kepel (*Stelechocarpus burahol*). *Majalah Farmasi Indonesia*, **18**(3), 111-116.
- Utami, N.F., Nurdayanty, S.L., Sutanto, & Suhendra, U. 2020, Pengaruh Berbagai Metode Ekstraksi Pada Penentuan Kadar Flavonoid Ekstrak Etanol Daun Iler (*Plectranthus scutellarioides*), *Fitofarmaka Jurnal Ilmiah Farmasi*, **10**(1), 76 – 83.
- Widoretno D.R., Delita Kunhermantti, Mahfud Mahfud & Lailatul Qadariyah. (2016). Ekstraksi Kayu Nangka (*Artocarpus heterophyllus lam*) dengan Pelarut Etanol sebagai Pewarna Tekstil Menggunakan Metode Microwave-Assisted Extraction. *Jurnal Teknik ITS*, **5**(2), 237-241.
- Windono, T., Soedirman, S., Yudawati, U., Ermawati, E., Srielta, & Erowati T.L. 2001, Uji peredam radikal bebas terhadap 1,1-diphenyl-2-picrilhidrazil (DPPH) dari ekstrak kulit buah dan biji anggur (*Vitis vinifera L.*) Probolinggo Biru dan Bali, *Pharmacon*, **11**(2): 34 – 43.

- Xu, Y., Zhang, R. & Fu, H. 2005, Studies on the optimal process to extract flavonoids from red-raspberry fruits, *J Nat Scie*, **3(1)**: 43 – 46.86 66
- Zakaria et al. (2016). Aktivitas Antibakteri dari Fraksi *Artocarpus Integer* (*Thunb.*) *Merr.* Dengan Metode Difusi Agar. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, **12(2)**, 1-6.
- Zakaria, Soekamto, N.H. Syah, Y.M. Firdaus. (2016). *Aktivitas Antioksidan dari Fraksi Artocarpus integer (Thunb.) Merr. dengan Metode DPPH.* Prosiding Seminar Nasional Kimia pengembangan kimia berbasis kearifan dan sumber daya lokal. Program Studi Kimia Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat.
- Zhu, Q.Y., Hackman, R.M., Ensunsa, J.L., Holt, R.R. & Keen, C.L. 2002, Antioxidative activities of oolong tea, *Journal Agricultural Food Chemistry*, **50(1)**: 6929 – 6934.