

**APLIKASI *FULL FACTORIAL DESIGN 2³* PADA OPTIMASI
PROSES EKSTRAKSI KULIT BUAH KOPI ROBUSTA
(*Coffea canephora*) MENGGUNAKAN METODE
*ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION***

SKRIPSI

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



Oleh :

ANGLE KITT CLEARN

08061381924085

JURUSAN FARMASI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

HALAMAN PENGESAHAN MAKALAH SEMINAR HASIL


Judul Skripsi : Aplikasi *Full Factorial Design 2³* Pada Optimasi Proses Ekstraksi Kulit Buah Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Menggunakan Metode *Ultrasound-Assisted Extraction*
Nama : Angle Kitt Cleam
NIM : 08061381924085
Jurusan : Farmasi

Telah dipertahankan dihadapan Pembimbing dan Pembahas pada Seminar Hasil di Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 3 Januari 2023 serta telah diperbaiki, diperiksa, disetujui dengan saran yang diberikan.

Inderalaya, 11 Januari 2023

Pembimbing :

1. Dr. Shaum Shiyam, M.Sc., Apt.
NIP. 198605282012121005



(.....)

Pembahas :

1. Elsa Fitria Apriani, M.Farm., Apt.
NIP. 199204142019032031



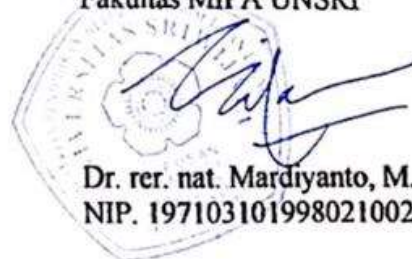
2. Vitri Agustiarini, M. Farm., Apt.
NIP. 199003232019031017



(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Farmasi
Fakultas MIPA UNSRI



Dr. rer. nat. Mardiyanto, M. Si, Apt
NIP. 197103101998021002

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Aplikasi *Full Factorial Design 2³* Pada Optimasi Proses Ekstraksi Kulit Buah Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Menggunakan Metode *Ultrasound-Assisted Extraction*
Nama : Angle Kitt Clearn
NIM : 08061381924085
Jurusan : Farmasi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 25 Januari 2023 serta telah diperbaiki, diperiksa, dan disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang skripsi.

Inderalaya, 27 Januari 2023

Ketua :

1. Dr. Shaum Shiyan, M.Sc., Apt.
NIP. 198605282012121005



(.....)

Anggota :

1. Elsa Fitria Apriani, M.Farm., Apt.
NIP. 199204142019032031



(.....)

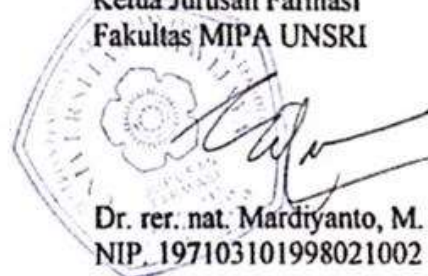
2. Vitri Agustiarini, M. Farm., Apt.
NIP. 199003232019031017



(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Farmasi
Fakultas MIPA UNSRI



Dr. rer. nat. Mardiyanto, M. Si, Apt
NIP. 197103101998021002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Angle Kitt Clearn

NIM : 08061381924085

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. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Inderalaya, 27 Januari 2023

Penulis,



Angle Kitt Clearn

NIM 0806138192085

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa : Angle Kitt Clearn
NIM : 08061381924085
Fakultas/Jurusan : MIPA/Farmasi
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif” (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Aplikasi *Full Factorial Design 2³* Pada Optimasi Proses Ekstraksi Kulit Buah Kopi Robusta (*Coffea canephora*) menggunakan Metode *Ultrasound-Assisted Extraction*” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atauskripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 24 Januari 2023

Penulis



Angle Kitt Clearn

08061381924085

HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

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

Skripsi ini saya persembahkan kepada Allah SWT, Nabi Muhammad SAW, Bapak, Mamak, kedua adik saya, nenek, datuk, keluarga, dosen, sahabat, almamater, dan orang-orang disekelilingku yang selalu memberikan doa serta semangat.

“Tidak ada kesuksesan melainkan pertolongan Allah”

(Q.S. Huud: 88)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah: 5)

Motto:

Hidup yang tidak diprtaruhkan tidak akan pernah dimenangkan

-Sutan Sjahrir-

KATA PENGANTAR



Dengan memanjatkan puja dan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Aplikasi *Full Factorial Design 2³* Pada Optimasi Proses Ekstraksi Kulit Buah Kopi Robusta (*Coffea canephora*) menggunakan Metode *Ultrasound-Assisted Extraction*”, Shalawat salam semoga selalu tercurah kepada nabi Muhammad SAW.

Ucapan terimakasih dan penghargaan yang tulus penulis sampaikan kepada bapak Dr. Apt. Shaum Shiyon, M.Sc selaku dosen pembimbing saya. Secara khusus saya sampaikan ucapan terimakasih kepada

1. Bapak (Antonikwin) dan Mamak (Saktiawartini) orang tua saya yang selalu memberikan yang terbaik lebih dari segalanya dalam hidup saya.
2. Adik-adik saya (Williams Beliong dan Abqary Achazia) yang saya sayangi dan saya banggakan.
3. Cik pi dan Bakcik yang telah banyak membantu saya.
4. Nenek, datuk, cik, bakcik, tante, paman, sepupu serta keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan dorongan kepada saya untuk terus bergerak maju.
5. Ibu Apt. Rennie Puspa Novita, S.Farm., M.Farm.Klin selaku pembimbing akademik saya yang telah memotivasi dan membimbing saya selama berkuliah di Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Dr. Apt. Shaum Shiyon, M.Sc selaku dosen pembimbing saya yang telah membimbing skripsi saya sehingga saya dapat menyelesaikannya dengan baik.
7. Ibu Elsa Fitria Apriani, M.Farm., Apt dan ibu Vitri Agustiarini, M.Farm., Apt selaku dosen pembahas yang telah banyak memberi masukan dan saran demi kesempurnaan skripsi saya.
8. Seluruh dosen, staff, dan admin jurusan farmasi UNSRI.

9. Sahabat suka duka saya Kost AMR (Lala, Zahra, Dhea)
10. Lalak, sahabat diet yang akhirnya menggemuk bersama yang telah menemani saya lembur di lab.
11. Zahra sahabat saya zumba, jogging dan menjadi panitia simulasi ujian saya hingga tengah malam.
12. Sahabat 24/7 saya yang membuat saya tetap waras melewati akhir semester dan berjuang bersama di Lab Spektro (Dhea Yolanda Pricilia Putri Mandare Khayangan)
13. Rekan Pejuang S.Farm (Dhea, Annisa Fa, Adelia, Anita, Jumarni, Lastri, Nadiah, Rosuanti)
14. Kost si paling ambis (Dhea dan Rosuanti)
15. Sahabat squad saya (Pebra, Dwiani, Fitri, Siti, Icha, Yelta)
16. Sahabat mudik saya dan kontribusi besarnya dalam menjaga kewarasan saya serta membantu saya mengembalikan skripsi saya yang sempat terhapus (Aje, Puput, Bobby)
17. Sahabat saya berbagi cerita suka duka saya (Rani, Arini, Syahrul, Andreas)
18. Teman-teman seangkatan Farmasi Unsri 2019.
19. Semua pihak yang telah membantu penulis selama penelitian dan penulisan skripsi ini.

Wassalamualaikum wr wb.

Indralaya, 29 Januari 2023

Penulis

Angle Kitt Clearn

08061381924085

**Application of Full Factorial Design 23 in optimization extraction process of
Robusta fruit peel Coffee (*Coffea canephora*) using the
Ultrasound-Assisted Extraction Method**

Angle Kitt Clearn

08061381924085

ABSTRACT

The anthocyanin flavonoid compounds in robusta fruit peel coffee have high antioxidant activity. This study aims to determine the results of the optimization process of robusta fruit peel coffee extract using a full factorial design and the characteristics of the optimal extract. The extraction method used was ultrasound-assisted extraction (UAE) and analyzed using full factorial design 23 (FFD) with optimization factors in the form of extraction time (10–45 minutes), extraction temperature (25–50°C), and solvent pH (2–5). The responses observed in this study were % yield, total flavonoids, anthocyanin levels, and antioxidant activity. The optimum condition is selected from the conditions with the highest desirability value. An optimum conditions were obtained at an extraction time of 45 minutes, an extraction temperature of 50°C, and a pH of 2, which is a yield response of 17,25%, TFC 242,259 mgCE/gr, anthocyanins 367,041 mg/100g, antioxidants 22.105 ppm, and a desirability value of 0.999. The characteristics extract optimum have a moisture content of 0,21% and a dry shrinkage of 0,26%. The results of the phytochemical screening of extracts at optimum conditions were positive phenolics, flavonoids, tannins, saponins, and alkaloids. The optimum extract verification results obtained a yield value of 17,10%, TFC 250.282 mg CE/gr, anthocyanin 391,199 mg/100gr, and antioxidant activity of 24,539. The results of the verification fall into the prediction range of the FFD software design expert of 95% CI and 95% TI, so that the prediction value supports verification.

Keywords: Robusta fruit peel Coffee, yield, TFC, anthocyanins, antioxidants, UAE, FFD.

Aplikasi *Full Factorial Design 2³* Pada Optimasi Proses Ekstraksi Kulit Buah

Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Menggunakan Metode

Ultrasound-Assisted Extraction

Angle Kitt Clearn

08061381924085

ABSTRAK

Senyawa flavonoid antosianin pada kulit buah kopi robusta mempunyai aktivitas antioksidan yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil proses optimasi ekstrak kulit buah kopi robusta menggunakan *full factorial design* serta karakteristik ekstrak optimal. Metode ekstraksi yang digunakan berupa *ultrasound-Assisted Extraction* (UAE) dan dianalisis dengan *full factorial design 2³* (FFD) dengan faktor optimalisasi berupa waktu ekstraksi (10-45 menit), suhu ekstraksi (25-50°C) dan pH pelarut (2-5). Respon yang diamati pada penelitian kali ini berupa % rendemen, total flavonoid, kadar antosianin, dan aktivitas antioksidan. Kondisi optimum dipilih dari kondisi dengan nilai *desirability* maksimum. Hasil kondisi optimum didapatkan pada waktu ekstraksi 45 menit, suhu ekstraksi 50°C dan pH 2 dengan hasil respon rendemen 17,25 %, TFC 242,259 mgCE/gr, Antosianin 367,041 mg/100 gr antioksidan 22,105ppm dan nilai *desirability* 0,999. Karakteristik ekstrak dengan kondisi optimum memiliki kadar air 0,21% dan susut pengeringan 0,26%. Hasil skrining fitokimia ekstrak kondisi optimum didapatkan positif mengandung fenolik, flavonoid, tanin, saponin dan alkaloid. Hasil verifikasi ekstrak optimum didapatkan nilai rendemen 17,10%, TFC 250,282 mgCE/gr, antosianin 391,199 mg/100gr, dan aktivitas antioksidan 24,539 ppm. Hasil respon menunjukkan bahwa nilai berada pada kisaran 95% CI dan 95% TI sehingga nilai prediksi mendukung verifikasi.

Kata Kunci: Kulit buah kopi robusta, Rendemen, TFC, Antosianin, Antioksidan, UAE, FFD

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN MAKALAH SEMINAR HASIL	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRACT	ix
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Kulit Buah Kopi Robusta	5
2.1.1. Klasifikasi dan Morfologi	5
2.1.2. Kandungan Senyawa Fitokimia.....	6
2.1.3. Manfaat.....	6
2.2. Antosianin	7
2.3. Antioksidan	9
2.4. <i>Ultrasound-assisted extraction</i> (UAE).....	10
2.5. <i>Full Factorial Design 2³</i> Desain Expert	12
2.7. Instrumentasi Spektrofotometri UV-VIS dalam Analisis Kuantitatif..	13
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1. Waktu dan Tempat	15

3.2.	Variabel Penelitian	15
3.2.1	Variabel Bebas	15
3.2.2	Variabel Terikat.....	15
3.2.3	Variabel Terkontrol	15
3.3.	Alat dan Bahan	15
3.4.	Prosedur Penelitian.....	16
3.4.1.	Persiapan Sampel	16
3.4.1.1.	Pengumpulan Sampel.....	16
3.4.2.	Ekstraksi	17
3.4.2.1.	Pembuatan Simplisia.....	17
3.4.2.2.	Rancangan Percobaan berdasarkan <i>Full factorial design 2³</i>	17
3.4.2.3.	Pembuatan Ekstrak	18
3.4.3.	Evaluasi Ekstrak	18
3.4.3.1.	Rendemen Ekstrak	18
3.4.3.2.	Penetapan kadar flavonoid total ekstrak kulit buah kopi.....	19
3.4.3.3.	Penetapan Kandungan Antosianin.....	21
3.4.3.4.	Penetapan Aktivitas Antioksidan dengan DPPH	23
3.4.4.	Karakterisasi Ekstrak.....	25
3.4.5.	Skrining Fitokimia.....	26
3.4.5.1.	Fenolik.....	26
3.4.5.2.	Flavonoid.....	26
3.4.5.3.	Tanin.....	26
3.4.5.4.	Saponin.....	26
3.4.5.5.	Alkaloid.....	26
3.4.6.	Analisis Data.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1.	Optimasi Ekstrak Kulit Buah Kopi Robusta dengan Model <i>Full factorial design 2³</i>	28
4.1.1	Hasil Identifikasi Sampel	28
4.1.2	Hasil Preparasi dan Ekstraksi Sampel	28
4.1.3	<i>Fitting Model</i> Persen Rendemen Ekstrak Kulit Buah Kopi Robusta.....	30

4.2	Karakterisasi dan Verifikasi Ekstrak Optimum.....	69
4.2.1	Karakterisasi Ekstrak.....	69
4.2.2	Skrining Fitokimia.....	69
4.2.3	Verifikasi Ekstrak Optimum	72
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	74
5.1	Kesimpulan	74
5.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA		75
LAMPIRAN.....		86
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kulit buah kopi robusta (dokumentasi pribadi)	6
Gambar 2. Struktur antosianin (Priska dkk., 2018).....	8
Gambar 3. Reaksi radikal DPPH dengan Antioksidan (Windono dkk., 2001)	9
Gambar 4. Prosedur penelitian.....	16
Gambar 5. Hasil pemindaian citra elektron a) Simplisia sebelum ekstraksi, b) Ekstraksi dengan pengadukan, c) Ekstraksi UAE 200W/L d) Ekstraksi UAE 335W/L (Rache dkk., 2022).....	29
Gambar 6. (a) Normal plot (b) Pareto Chart (c) Grafik prediksi vs aktual, (d) Interaksi 2 faktor (e) Interkasi 3 faktor (f) 3D Surface actual factor pH 3,5.....	34
Gambar 7. Kurva Baku Katekin.....	39
Gambar 8. (a) Normal plot (b) Pareto Chart (c) Grafik prediksi vs aktual, (d) Interaksi 2 faktor (e) Interkasi 3 faktor (f) 3D Surface actual factor pH 3,5.....	44
Gambar 9. (a) Normal plot (b) Pareto Chart (c) Grafik prediksi vs aktual, (d) Interaksi 2 faktor (e) Interkasi 3 faktor (f) 3D Surface actual factor pH 3,5.....	52
Gambar 10. (a) Normal plot (b) Pareto Chart (c) Grafik prediksi vs aktual, (d) Interaksi 2 faktor (e) Interkasi 3 faktor (f) 3D Surface actual factor pH 3,5.....	62
Gambar 11. Reaksi flavonoid dengan logam Mg dan HCl (Septyangsih, 2010)..	70
Gambar 12. Reaksi antara tanin dan FeCl ₃	71

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan faktor waktu, suhu dan pH senyawa flavonoid dan antosianin dengan metode UAE	13
Tabel 2. Rancangan Formula Ekstraksi UAE simplisia berdasarkan FFD 2 ³	18
Tabel 3. Nilai level faktor suhu, waktu dan pH	27
Tabel 4. Hasil perhitungan persen rendemen ekstrak kulit buah kopi robusta	30
Tabel 5. ANOVA dan parameter statistik respon persen rendemen	36
Tabel 6. Hasil analisa persen kontribusi dan ragam (ANOVA) respon rendemen	37
Tabel 7. Hasil pengukuran absorbansi blanko	39
Tabel 8. Data kadar flavonoid total dari setiap run	40
Tabel 9. ANOVA dan Parameter Statistik Respon Kadar Flavonoid Total	46
Tabel 10. Hasil analisa persen kontribusi dan ragam (ANOVA) respon TFC	47
Tabel 11. Hasil perhitungan kadar antosianin ekstrak kulit buah kopi	50
Tabel 12. Anova dan parameter statistik respon kadar antosianin	55
Tabel 13. Hasil analisa ragam (ANOVA) pada respon antosianin	56
Tabel 14. Hasil perhitungan kadar antioksidan ekstrak kulit buah kopi	59
Tabel 15. Anova dan parameter statistik respon nilai ic ₅₀	64
Tabel 16. Hasil analisa % kontribusi dan ragam (ANOVA) respon antioksidan	65
Tabel 17. Kriteria variabel dan respon yang diinginkan	67
Tabel 18. Solusi titik optimum	68
Tabel 19. Hasil karakterisasi ekstrak optimum	69
Tabel 20. Hasil skrining fitokimia	70
Tabel 21. Point Prediction Hasil Optimum Respon Ekstrak	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja Umum	86
Lampiran 2. Skema Penentuan Kadar Flavonoid Total	87
Lampiran 3. Skema Penentuan Kadar Antosianin	87
Lampiran 4. Skema Penentuan Aktivitas Antioksidan	88
Lampiran 5. Skema Perhitungan Kadar Air dan Susut Pengerangan	89
Lampiran 6. Visualisasi Ekstrak	89
Lampiran 7. Hasil Optimasi Ekstraksi dengan Design Expert.....	89
Lampiran 8. Rendemen	90
Lampiran 9. Kadar Flavonoid Total.....	91
Lampiran 10. Kadar Antosianin.....	98
Lampiran 11. Aktivitas Antioksidan	100
Lampiran 12. Hasil Optimasi	108
Lampiran 13. Karakterisasi Ekstrak.....	111
Lampiran 14. Skrining Fitokimia.....	112
Lampiran 15. Dokumentasi Penelitian.....	113
Lampiran 16. Certificate of Analysis Katekin	114
Lampiran 17. Certificate of Analysis DPPH.....	115
Lampiran 18. Certificate of Analysis Etanol.....	116
Lampiran 19. Certificate of Analysis Methanol Pro Analys.....	117
Lampiran 20. Certificate of Analysis Natrium Asetat	118
Lampiran 21. Hasil Identifikasi Tanaman.....	119

DAFTAR SINGKATAN

$\mu\text{g}/\text{Ml}$: mikrogram per liter
ANOVA	: <i>analysis of variance</i>
CE	: Katekin
CI	: <i>Confident Interval</i>
DPPH	: 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil
FFD	: <i>Full Factorial Design</i>
IC ₅₀	: <i>inhibitory concentration 50</i>
mg/mL	: miligram per mililiter
<i>p.a</i>	: <i>pro analysis</i>
ppm	: <i>part per million</i>
SD	: Standar Deviasi
TI	: <i>Tolerance Interval</i>
UAE	: <i>Ultrasound-Assisted Extraction</i>
UV	: ultraviolet

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan produsen sekaligus eksportir kopi terbesar di dunia dengan provinsi Sumatera Selatan sebagai daerah dengan lahan kopi terluas 20,65 % dari total seluruh area kopi di Indonesia (badan pusat statistik, 2019). Luasnya lahan kopi di Indonesia sejalan dengan banyaknya limbah produksi yang dihasilkan. Kulit buah kopi atau cascara merupakan salah satu limbah buangan dari hasil produksi kopi yang paling banyak dihasilkan yaitu sekitar 45-60% dari hasil panen (Rosidah dkk., 2021). Limbah kulit buah kopi yakni 48% pulp yang terdiri atas 42% kulit buah dan 6% kulit biji (Juwita dkk., 2017). Pemanfaatan limbah ini belum dilaksanakan dengan maksimal yaitu hanya sebatas menjadi pupuk kandang dan sebagian besar hanya dibuang (Simanihuruk dkk., 2010).

Kulit buah kopi yang kerap dianggap sebagai limbah ternyata memiliki kandungan senyawa fitokimia yang tidak jauh berbeda dengan buahnya (Fasya dan Dina, 2018). Berdasarkan penelitian Echeverria dan Nuti (2017), kulit buah kopi bahkan menjadi substrat untuk mengekstrak tanin, polifenol dan kafein yang diambil menggunakan pendekatan kimia dan bioteknologi. Berdasarkan penelitian Fasya (2018) kulit buah kopi mengandung senyawa aktif yaitu tanin sebesar 8,56%, pektin sebesar 6,5%, asam klorogenat sebesar 2,6%, asam kafeat sebesar 1,6%, kafein 0,3%, antosianin total sebesar 43% (sianidin 3- glikosida, delphinidin 3- glikosida, dan pelargonidin 3- glikosida). Kulit buah kopi robusta memiliki potensi farmakologis yang luas, antara lain sebagai antioksidan (Suloi dkk., 2019), antidiabetes (Yustisiani dkk., 2013) dan antibakteri (Sholichah dkk., 2019).

Warna merah pada kulit buah kopi menunjukkan kandungan antosianin total yang tinggi. Antosianin mempunyai aktivitas sebagai antioksidan alami. Aktivitas antioksidan kulit buah kopi robusta juga terdapat di dalam kandunga polifenol seperti asam fenolik seperti kafein, asam klorogenat, kumarin, ferulik, dan asam sinapik. Senyawa fenolik kulit kopi terdiri terdiri dari katekin, asam klorogenat, epikatekin, asam isoklorogenat, dan rutin (Arifin, 2020). Senyawa aktif yang melimpah pada limbah ini menjadikan kulit buah kopi memiliki potensi besar untuk dapat diolah menjadi produk yang memiliki khasiat di bidang kesehatan. Oleh karena itu, diperlukan optimasi ekstrak kulit buah kopi robusta untuk mendapatkan senyawa fitokimia antosianin dan flavonoid katekin yang maksimal.

Optimasi ekstraksi dilakukan untuk melihat cara ekstraksi terbaik yang dapat dilakukan untuk menarik senyawa target agar mendapatkan senyawa fitokimia yang maksimal. Metode ekstraksi yang umum digunakan berupa metode konvensional seperti maserasi namun masih memiliki kekurangan seperti memerlukan volume pelarut yang besar serta waktu ekstraksi yang lama (Bonfigli dkk., 2017). Langkah yang dilakukan untuk mengatasi kelemahan tersebut dengan menggunakan teknik ekstraksi modern salah satunya metode *ultrasound-assisted extraction* (UAE) (Ramli dkk., 2014) yang hanya membutuhkan sedikit pelarut serta waktu ekstraksi yang lebih pendek (Chemat dkk., 2011). Berdasarkan penelitian Utami dkk (2020) bahwa ekstraksi dengan UAE lebih baik dalam mengekstrak senyawa flavonoid dibanding maserasi dengan kadar flavonoid ekstraksi daun iler menggunakan maserasi 0,41% dan UAE 0,62%. Ekstraksi menggunakan metode UAE mampu meningkatkan hasil ekstraksi antosianin karena gelombang ultrasoik mampu

meningkatkan penetrasi pelarut ke dalam sel simplisia sehingga mampu meningkatkan aktivitas antioksidan sediaan (Hudik, 2019).

Proses ekstraksi dipengaruhi oleh waktu, suhu (Ibrahim dkk., 2015) dan perbedaan nilai pH (Farida dan Nisa, 2014). Suhu yang digunakan pada penelitian ini berada pada rentang 25-50°C dengan waktu 10-45 menit dan rentang pH 2-5. Faktor yang digunakan harus diatur karena suhu yang terlalu tinggi dan waktu ekstrak yang terlalu lama dapat merusak senyawa yang diekstrak (Margaretta dkk., 2011). Antosianin cenderung lebih stabil pada suhu rendah sehingga ekstraksi dianjurkan menggunakan suhu yang rendah (Rundubelo dkk., 2019).

Berdasarkan uraian di atas, penting untuk dilakukan optimasi proses ekstraksi dengan gelombang ultrasonik dengan bantuan piranti lunak *design expert 13* untuk menentukan besarnya persen rendemen, kadar flavonoid total, kadar antosianin serta aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH yang terdapat di dalam ekstrak kulit buah kopi robusta. Kondisi yang dioptimasi berupa suhu, waktu ekstraksi dan pH pelarut menggunakan rancangan *full factorial design 2³* (FFD). Kelebihan optimasi dengan rancangan FFD yaitu dapat melakukan optimasi secara akurat meskipun menggunakan respon yang sedikit, hasil pemodelan yang sederhana, dan dapat melihat interaksi antar faktor yang digunakan.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan pada penelitian berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil dari proses optimasi ekstrak kulit buah kopi robusta menggunakan *full factorial design* dengan faktor suhu, waktu dan pH pelarut?

2. Bagaimana karakteristik ekstrak kulit buah kopi robusta optimal dengan faktor suhu, waktu dan pH pelarut?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan memiliki beberapa tujuan, yaitu:

1. Menetapkan hasil dari proses optimasi ekstrak kulit buah kopi robusta menggunakan *full factorial design* dengan faktor suhu, waktu dan pH pelarut.
2. Menetapkan karakteristik kulit buah kopi robusta optimal dengan faktor suhu, waktu dan pH pelarut.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Sebagai sumber informasi dalam melakukan ekstraksi kulit buah kopi robusta dengan variasi waktu ekstraksi, suhu ekstraksi dan pH pelarut untuk mendapatkan hasil yang optimal teradap rendemen, flavonoid total, antosianin, dan aktivitasnya sebagai antioksidan.
2. Sebagai sumber informasi terkait hasil uji aktivitas antioksidan metode DPPH pada ekstrak kulit buah kopi robusta serta sebagai pedoman dalam melakukan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, D.H. (2015). Analisis Total Antosianin Dari Daun Bayam Merah (*Alternanthera Amoena Voss.*) Berdasarkan Pengaruh Penambahan Jenis Asam. *J Edu Science*, 2 (2), 9-12.
- Anam, Choirul. (2010). Ekstraksi Oleoresin Jahe (*Zingiber Officinale*) Kajian Dari Ukuran Bahan, Pelarut, Waktu Dan Suhu. *Jurnal Pertanian MAPETA*, 12(2), 72-144.
- Andayani, R., Lisawati, Y., Dan Maimunah., (2008), Penentuan Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenolat Total Dan Likopen Pada Buah Tomat (*Solanum LycopersicumL.*). *Jurnal Sains Dan Teknologi Farmasi*, 13(1).
- Ardyanti, N. K. N. T., Suhendra, L., Puta, G. (2020). Pengaruh ukuran partikel dan lama maserasi terhadap karakteristik ekstrak virgin coconut oil wortel (*Daucus carota L.*) sebagai pewarna alami. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 8(3), 423-434.
- Arifin, M. (2020). Analisis Kandungan Antioksidan pada Kulit dan Biji Kopi sebagai Sumber Belajar. Skripsi FKIP Biologi Muhammadiyah Semarang.
- Astawan M, dan Kasih, A.L. (2008). *Khasiat Warna-warni Makanan*, Jakarta, Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Aurelia, S., Abirrania, S., dan Hariyadi,T. (2021). Penentuan Tingkat Kematangan Biji Kopi Berdasarkan Kandungan Antosianin Ditinjau Dari DAA dan Warna Kulit Buah Kopi. *Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar*. Bandung.
- Awad, T.S., Moharram, H.A., O.E. Shaltout, dan D. Asker, M.M. (2012). Applications of Ultrasound in Analysis. *J. Food Research International*, 48, 410-427.
- Babaki, M. Yousefi, Z. Habibi, M. Mohammad. (2017). Process Optimization For Biodiesel Production From Waste Cooking Oil Using Multi-Enzyme Systems Through Response Surface Methodology, *Journal Of Renewable Energy*, 2(5), 22-34.

- Bare, Y., Frederiksen, N.S.T., Maria, M.D.N. dan Marsiana, C.M. (2022). Eksplorasi Senyawa Kulit Kopi sebagai Anti Covid-19 Melalui Penghambatan 3CLike Protease. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(2), 127-133.
- Basuki, N., Harijono, Kuswanto, dan Damanhuri. (2005). Studi Pewarisan Antosianin Pada Ubi Jalar. *J. Agravita*, 27 (1): 63 – 68.
- Bernasconi, G. H. dkk., (1995). *Teknologi Kimia*. penerjemah: Handjojo L dan Pradnya Paramita. Jakarta.
- Bolton, S, dan Bon, C. (2004). *Pharmaceutical statistics: practical and clinical applications*. New York. Drugs and the pharmaceutical sciences.
- Bonfigli, M., Godoy, E., Reinheimer, M. A., & Scenna, N. J. (2017). Comparison Between Conventional And Ultrasound-Assisted Techniques For Extraction Of Anthocyanins From Grape Pomace. Experimental Results And Mathematical Modeling. *J. Food Eng*, 207, 56–72.
- BPS. (2019). Statistik Kopi Indonesia. Indonesia.
- Bruno Romanini, E., Misturini Rodrigues, L., Finger, A., Perez Cantuaria Chierrito, T., Regina da Silva Scapim, M., dan Scaramal Madrona, G. (2021). Ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from BRS Violet grape pomace followed by alginate-Ca²⁺ encapsulation. *J. Food Chemistry*, 338, 128.
- Budiyanto, A dan Yulianingsih. (2008). Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi terhadap Karakter Pektin dari Ampas Jeruk Siam (*Citrus nobilis* L). *J. Pascapanen*, 5(2),37-44.
- Carriere, J., Vaughn, N., Kraber, J., Sobczyk, P., Bronikowski, P., dan Mazur, J.M., (2019), DesignExpert. 1300 Godward Street Northeast, Suite 6400 Minneapolis, MN 55413: *Statease, Inc.*
- Chang, C.C., dkk., (2002). Estimation of Total Flavonoid Content in Propolis by Two Complementary Colorimetric Methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 178-182.
- Chemat, F., Zill, H., dan Muhammed, K. (2011). Applications Of Ultrasound In Food Technology: Processing, Preservation And Extraction. *Journal Ultrasonic Sonochemistry*, 8, 813-835.

- Chen, Ling, dkk., (2021). Physicochemical and functional characteristics of polysaccharides from okra extracted by using ultrasound at different frequencies. *J. Food Chemistry*, 361, 130138.
- Choi, H. K. dan Curhan, G. (2007). Coffea, tes and caffeine consumption and serum Eric Acid level: The Third National Health and nutrition examination survey. *Arthritis Care & Research*, 57(5), 816-821.
- Clydesdale, F.M. 1998, *Color : origin, stability, measurement and quality. Didalam Food Storage Stability*, CRC Press LCC, New York.
- Dachriyanus., (2004). *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektrofotometri*. Andalas University Press. Padang. Indonesia.
- Depkes RI. 2000, *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, Indonesia.
- Echeverria, M, C. Dan Nuti, M. (2017). Valorisation Of The Residues Of Coffee Agroindustry: Perspectives And Limitations. *The Open Waste Management Journal*, 2 (10), 13-22.
- Engelen, A., Sugiyono, & Slamet, B. (2015). Optimasi Proses Dan Formula Pada Pengolahan Mi Sagu Kering. *Agritech*, 35(4), 359–367.
- Esquivel, P., dan Jimenez, V.M. (2012). Functional Properties of Coffe by Producest. *Journal Food Research International*, 46,488-495.
- Farida, R., dan Nisa, F.C. (2014). Ekstraksi Antosianin Limbah Kulit Manggis Metode Microwave Assisted Extraction (Lama Ekstraksi dan Rasio Bahan Pelarut). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2),362-373.
- Fasya, Syahwin, And Mardhatilah Dina. (2018). Pembuatan Minuman Fungsional Kulit Buah Kopi (Cascara) Arabika. *Jurnal Agro Tekno*, (1), 30–37.
- Fauziah, A., Achyadi, N. S., Dan Sutrisno, A. D. (2017). *Pengaruh Bahan Pengekstrak Terhadap Karakteristik Ekstraks Senyawa Fungsional Dari Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus Polyrhizus)*. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan.
- Giusti, M. M. Dan Wrolstad R. E. (2001). Characterization And Measurement Of Anthocyanins By UV-Visible Spectroscopy. *Journal Of Current Protocols In Food Analytical.*, 1(3), 21-32.

- González, M. J., dkk., (2020). Extraction of anthocyanins and total phenolic compounds from Açai (*Euterpe oleracea Mart.*) using an experimental design methodology. Part 2: *Ultrasound*-assisted extraction. *J. Agronomy*, 10(3), 326.
- González-de-Peredo, A.V., dkk., (2021). Flavonol Composition and Antioxidant Activity of Onions (*Allium cepa L.*) Based on the Development of New Analytical *Ultrasound*-assisted extraction Methods. *J. Antioxidants*, 10(2).
- Gross J. (1987). *Pigment Inf Fruits*. Academic Press. London.
- Hapsari, A.T., Bambang, K., dan Aldila, S.P. (2021), Ekstraksi Kulit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Pada Berbagai Lama Waktu *Ultrasound*-Assisted Extraction Terhadap Antosianin Dan Stabilitasnya Selama Pemanasan, *Jurnal Food Technology Agricultural Product*, 1-11.
- Harahap, M.R. (2018). Aktivitas Daya Hambat Limbah Daging Buah Kopi Robusta (*Coffea robusta L.*) Aceh terhadap Bakteri *S. aureus* dan *E. Coli*. *J. Kesehatan*, 9(1), 93–98.
- Harborne JB. 1984, *Phytochemical Methods A Guide To Modern Techniques of Plant Analysis. Second Edi*, Chapman and Hall, New York.
- Hasanah, Nunung. (2015). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Salam. *Jurnal Pena Medika*, 5 (1), 55 – 59.
- Hasrianti. (2017), Data Kandungan Gizi Bahan Pangan Pokok Dan Penggantinya, Makasar Universitas Hassanudin, Makasar Indonesia.
- Hepi, D. A., Yulianti, N. L., dan Setiyo, Y. (2021). Optimasi Suhu Pengeringan dan Ketebalan Irisan pada Proses Pengeringan Jahe Merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) dengan Response *Surface Methodology* (RSM). *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 9(1), 66-75.
- Hu, G., Peng, X., Wang, X., Li, X., dan Qiu, M. (2020). Excavation of coffee maturity markers and further research on their changes in coffee cherries of different maturity. *J. Food Research International*, 132, 1-7.
- Hu, W., Gong, H., Li, L., Chen, S., Ye, X. (2019). *Ultrasound* treatment on stability of total and individual anthocyanin extraction from blueberry pomace: optimization and comparison. *J. Molecules*, 24, 14.

- Ibrahim, A. M., Sriherfyna, F. H., dan Yunianta. (2015). Pengaruh suhu dan lama waktu ekstraksi terhadap sifat kimia dan fisik pada pembuatan minuman sari jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) dengan kombinasi penambahan madu sebagai pemanis. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 21(1), 89-95.
- Johnston, K.L., Clifford, M.N., dan Morgan, L.M., (2003), Coffee Acutely Modifies Gastrointestinal Hormone Secretion and Glucose Tolerance in Humans: Glycemic Effects of Chlorogenic Acid and Caffeine. *J. Clin Nutr*, 79(4), 728–733.
- Juwita, A.I., Mustafa, A., dan Tamrin, R. 2017. Studi Pemanfaatan Kulit Kopi Arabika (*Coffea Arabica* L.) Sebagai Mikro Organisme Lokal (Mol). *J. Agrotek*, 11(1).
- Kemit, N., Permana, G.M. Dan Pande, K.D.K. (2019). Stabilitas Senyawa Flavonoid Ekstrak Daun Alpukat (*Persea Americana* Mill.) Terhadap Perlakuan Ph Dan Suhu Flavonoid Stability Of Avocado Leaf (*Persea Americana* Mill.) Extract On Ph And Temperature Treatment. *Scientific Journal Of Food Technology*, 6(1), 34-42.
- Kencana, I.N. dan Putra. (2010). Optimasi Proses Ekstraksi Pektin Dami Buah Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lamk). *J. Agritech*, 30(3), 158–163.
- Khadik. 2011, Pengaruh Etilen Pada Pematangan Buah, Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Surabaya, Indonesia.
- Khaira Kuntum. (2010). Meangkal Radikal Bebas Dengan Antioksidan. *Jurnal Sainstek*, 2, 183–187.
- Khaira, K. (2010). Meangkal Radikal Bebas Dengan Antioksidan. *Jurnal Sainstek*, 2, 183–187.
- Liu, Y., dkk., (2021). Value-added application of *Platycodon grandiflorus* (Jacq.) A.DC. roots (PGR) by Ultrasound-assisted extraction (UAE) process to improve physicochemical quality, structural characteristics and functional properties. *J. Food Chemistry*, 363, 130-154.
- Majid, H., dan Silva, F.V.M. (2021). Kanuka bush leaves for Alzheimer's disease: Improved inhibition of β -secretase enzyme, antioxidant capacity and yield of

- extracts by ultrasound-assisted extraction. *J. Food and Bioproducts Processing*, 128, 109–120.
- Man, J. M. 1997, *Kimia Makanan*. ITB. Bandung, Indonesia.
- Maran, J.P., Priya, B., dan Nivetha, C.V. (2015). Optimization of Ultrasound-assisted extraction of natural pigments from *Bougainvillea glabra* flowers. *J. Industrial Crops and Products*, 63, 182–189.
- Mardiah, Dkk., (2009). *Budi Daya Dan Pengolahan Rosella Si Merah Segudang Manfaat*. Agro Media Pustaka, Jakarta. Indonesia.
- Margaretta, S., Handayani., Indraswati, N., dan Hindraso, H. (2011). Estraksi Senyawa Phenolics *Pandanus Amaryllifolius* Roxb. Sebagai Antioksidan Alami. *J. Widya Teknik*, 10(1), 21-30.
- Marin-López, S. M., Arcila-Pulgarin, J., Montoya, E.C dan Tascón, C.O. (2003). Cambios físicos y químicos durante la maduración del freto de café (*Coffea Arabica* L. var. Columbia). *J. Cenicafé*, 54, 208-225.
- Marlina, D.S., Suryanti, V., dan Suyono. (2005). Skrining fitokimia dan analisis kromatografi lapis tipis komponen kimia buah labu siam (*Sechium edule* Jacq. Swart) dalam ekstrak etanol. *Jurnal Biofarmasi*, 3(1), 26-31.
- Morton, Lincoln, W. dan Rima, A.C.C. (2007). Chemistry And Biological Effects of Dietary Phenolic Compounds: Relevance To Cardiovascular Disease, *Clin Exp Pharmacol and Physiol*, 27(3), 152-59.
- Muñiz-M´arquez, D.B., Martínez-´Avila, G.C., Wong-Paz, J.E., Belmares-Cerda, R., Rodríguez-Herrera, R., dan Aguilar, C.N. (2013). Ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from *Laurus nobilis* L. and their antioxidant activity. *J. Ultrasonics Sonochemistry*, 20, 1149–1154.
- Muslihah, K., Agus, S. dan Dwi, W.A.F. (2018). Uji Sitotoksitas Ekstrak Pektin Limbah Kulit Buah Kopi Robusta (*Coffea canephora*) pada Kultur Sel Fibroblas Pulpa Gigi Manusia, *Jurnal Pustaka Kesehatan*, 6(1), 173-178.
- Muzdalifa D., dan Jamal, S. (2019). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Fraksi Kulit Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) Terhadap Pereaksi DPPH (1,1- Difenil- 2-Pikrilhidrazil). *J. Indonesia Natural Research Pharmaceutical*, 4(2), 41-50.

- Najiyati S, dan Danarti. (2012), *Kopi, Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*, PT. Penebar Swadaya, Jakarta, Indonesia.
- Nalawati, A.N. 2022, Pengaruh Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Stabilitas Antosianin Ekstrak Kulit Kopi Robusta, *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 8(1): 19-28.
- Nasrullah, Halimah, H., Shahrir, M. (2020). Pengaruh Suhu Dan Waktu Pemanasan Terhadap Stabilitas Pigmen Antosianin Ekstrak Asam Sitrat Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrizus*) Dan Aplikasi Pada Bahan Pangan. *Jurnal Chemica*, 21 (2), 150 – 162.
- Navas, M.J Dkk., (2012). Analysis And Antioxidant Capacity Of Anthocyanin Pigments. Part IV: Extraction Of Anthocyanins. *J. Critical Reviews In Analytical Chemistry*, 42, 313-342.
- Ngamkhae, N. Dkk., (2022). Optimization Of Extraction Method For Kleeb Bua Daeng Formula And Comparison Between Ultrasound-Assisted And Microwave-Assisted Extraction, *Journal Of Applied Research On Medicinal And Aromatic Plants*, 28, 100369.
- Panji.T.(2012). *Teknik Spektroskopi Untuk Elusidasi Struktur Molekul Edisi Pertama*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, Indonesia.
- Pratama, M., Muzakkir, B. Dan Rizky, N.Y. (2015). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Tomat Buah (*Lycopersicon Esculentum* Mill, Var. *Pyriforme Alef*) Dan Daun Tomat Sayur (*Lycopersicon Esculentum* Mill, Var. *Commune Bailey*) Dengan Metode Dpph (1,1-Diphenyl-2- Picryl Hidrazil). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 2(1), 76-82.
- Priska, M., Natalia, P., Ludovicus,C. dan Yulius, D.N. (2018). Antosianin Dan Pemanfaatannya. *Journal of Applied Chemistry*, 6(2), 79-97.
- Puspaningrum, dan Sumadewi, D. (2019). Pengaruh metode pengeringan terhadap kandungan total fenol cascara kopi arabika (*Coffea arabica* L.). *Prosiding Siniesa*. Bali.
- Rahayu, K.P., Fitriana, A.S., dan Febrina, D. (2021). Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Daun Bangle (*Zingiber Purpureum* Roxb.) Secara *In vitro*. *Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, Jawa Tengah.

- Rahayu, P. Putra, G., Dan Wrasiasi, L.P. (2022). Pengaruh Rasio Bahan: Pelarut Dan Waktu Ekstraksi Dengan Gelombang Mikro Terhadap Ekstrak Etanol Kulit Buah Kopi Robusta Sebagai Sumber Antioksidan. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 10(4), 388-397.
- Rahmawati, D., Olvira, E.N.S., Dan Rolan, R. (2016). Aktivitas Antioksidan Fraksi N-Butanoltanaman Libo (*Ficus Variegata* blume), *Prosiding Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia Ke-50*, Samarinda, 20 –21 april 2016.
- Raissi, S., And Farzani, R.E. 2009. Statistical Process Optimization Through Multiresponse Surface Methodology. *World Academy Of Science, Engineering And Technology*, 267–271.
- Ramirez Martinez, J. R. (1988). Phenolic compounds in coffee pulp: Quantitative determination by HPLC. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 43(2), 135–144.
- Ramli, N.S., Ismail, P., dan Rahmat, A. (2014). Influence Of Conventional And Ultrasonic-Assisted Extraction On Phenolic Contents, Betacyanin Contents, And Antioxidant Capacity Of Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *The Scientific World Journal*, 14 (1), 1-7.
- Ratnasari, S., Suhendar, D., Dan Amalia, V. (2016). Studi Potensi Ekstrak Daun Adam Hawa (*Rhoeo discolor*) Sebagai Indikator Titrasi Asam-Basa. *J. Chimica Et Natura Acta*, 4(1), 39-46.
- Reche, C., Carmen, R., Esperanza, D., Valerina, E. Dam Susana, S. 2022. Quantification Of Microstructural Changes In Artichoke By-Products By Image Analysis After High-Power Ultrasound-Assisted Extraction Of Bioactive Compounds. *J. Food Science And Technology*. 171, 114127.
- Reddy, G., Altaf, M., Naveena, B. J., Venkateshwar, M., dan Kumar, E. V. (2008). Amylolytic bacterial lactic acid fermentation. *J. Biotechnology Advances*, 26, 22–34.
- Robinson, T. 1995, *Kandungan organik tumbuhan tinggi*, ITB Press, Bandung, Indonesia.
- Rosidah, U., Sugito, S., Kiki, Y., Abdiansyah, A. dan Fatin, A. (2021). Identifikasi Senyawa Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Minuman Fungsional Cascara

- dari Kulit Kopi dengan Fermentasi Terkendali, *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-9*, Palembang.
- Rundubelo, B.A., Ahmad, R., Jaya, H., Dan Dwi, J.P. (2019). Uji Stabilitas Pigmen Ekstrak Ubi Banggai (*Dioscorea Bulbifera* Var *Celebica* Burkill) Pada Berbagai Variasi Ph Dan Lama Paparan Sinar Matahari. *Jurnal Riset Kimia*, 5(1), 9-16.
- Sa'adah. 2010. Fraksinasi Dan Identifikasi Senyawa Tanin Pada Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.). *Alchemy*, 4(2): 193-200.
- Samsudin, M.A. Dan Khoirudin. (2008). Ekstraksi, Filtrasi Dan Uji Stabilitas Zat Warna Dari Kulit Manggis (*Garcinia Mangostana*). *Jurnal Teknik Kimia*, 11(1):1-8
- Santaladchayakit, Yanawath & Burakham, Rodjana Dan Srijaranai, Supalax. (2014). Cloud-Point Extraction And Reversed-Phase High Performance Liquid Chromatography For Analysis Of Phenolic Compounds And Their Antioxidant Activity In Thai Local Wines. *Journal Of Food Science And Technology*, 51. 664-672.
- Santos, E.M.D Dkk., (2021). Coffee By-Products In Topical Formulations. *J. Trends In Food Science and Technology*, 111, 280–291.
- Santoso, W. E. A., dan Estiasih, T. (2014). Kopigmentasi Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* var. *Ayamurasaki*) dengan Kopigmen Na-Kaseinat dan Protein Whey serta Stabilitasnya terhadap Pemanasan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2 (4), 121 – 127.
- Septyaningasih, D. 2010, *Isolasi dan identifikasi komponen utama ekstrak biji buah merah (Pandanus conoideus lamk)*, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia.
- Sholichah, E., Rizky, A., Dewi, D., Mirwan, A.K. dan Harvelly. (2019), Produk Sampung Kulit Kopi Arabika Dan Robusta Sebagai Sumber Polifenol Untuk Antioksidan Dan Antibakteri, *J. Industri Hasil Perkebunan*, 14 (2), 57-66.
- Simanihuruk, K. Dan J. Sirait. (2010), Silase Kulit Buah Kopi Sebagai Pakan Dasar Pada Kambing Boerka Sedang Tumbuh, Seminar Nasional Teknologi Peternakan Dan Veteriner, Loka Penelitian Kambing Potong. Sumatra Utara, Indonesia.

- Siregar, A. H. (2016). Pembuatan Zat Warna Alam dari Tumbuhan Berasal dari Daun. *J. Bina Teknika*, 12(1), 103 – 110.
- Suhartati, T. (2017). *Dasar-Dasar Spektrofotometer UV-VIS Dan Spektrofotometri Massa Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. AURA. Lampung, Indonesia.
- Suloi, A.N.F., Nurul, F.S., Nurlaela, J., Rosnita, S., dan Meta, M. (2019). Pemanfaatan Limbah Kulit Kopi sebagai Upaya Pemberdayaan Ibu-ibu. *Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 5 (3), 246–250.
- Svilaas A. (2004), Intakes of Antioxidants in Coffee, Wine, and Vegetables are Correlated with Plasma Carotenoids in Humans, *Journal of Nutrition*, 134, 562–567
- Towle, G.A. And O. Christensen. (1973). *Pectin. Dalam R.L. Whistler (Ed.) Industrial Gum*. Academic Press. New York.
- Triyono, A. (2010, 5 Agustus). *Mempelajari Pengaruh Penambahan Beberapa Asam Pada Proses Isolasi Protein Terhadap Tepung Protein Isolat*. Seminar *Rekayasa Kimia dan Proses*. Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses, Semarang.
- Utami N.F., Sely, M.N., Sutanto, Dan Usep, S. 2020. Pengaruh Berbagai Metode Ekstraksi Pada Penentuan Kadar Flavonoid Ekstrak Etanol Daun Iler (*Plectranthus Scutellarioides*), *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 10, 1 : 76-83.
- Vardanega, R., Santos, D.T., dan Meireles, M.A.A. (2014). Intensification of bioactive compounds extraction from medicinal plants using ultrasonic irradiation. *J. Pharmacogn*, 8(16), 88.
- Warono, D. dan Syamsudin. (2013). Unjuk Kerja Pektrofotometer Untuk Analisa Zat Aktif Ketoprofen, *J.konversi*, 2(2), 57-5.
- Wati, J., Dan Hasbi. (2020). Analisis Aktivitas Antosianin Dari Buah Senggani (*Melastoma Candidum L.*), Kulit Kopi (*Coffea Arabica L.*), Dan Ubi Jalar Ungu (*Ipomea Batatas L.*) Sebagai Indikator Asam Basa. *Jurnal Penelitian Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 3(2), 1-6.
- Wayan. (2015). *Kajian Kandungan Kafein Kopi Bubuk, Nilai Ph Dan Karakteristik Aroma Dan Rasa Seduhan Kopi Jantan Dan Betina Arabika Dan Robusta*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana.

- Winahyu, D.A., Selvi, M. dan Melati, I.D. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Buah Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre Ex A.Foehner) Dalam Sediaan Krim. *Jurnal Farmasi Malahayati*, 4(1), 82-92.
- Winarno, F.G., 1997, *Kimia Pangan dan Gizi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, Indonesia.
- Winarsi H, (2007). *Antioksidan Alami Dan Radikal Bebas Potensi Dan Aplikasinya Dalam Kesehatan*. Yogyakarta. Kanisius.
- Winarti, Sri. 2010. *Makanan Fungsional*. Graha Ilmu, Yogyakarta, Indonesia.
- Windono, Dkk., (2001), Uji Peredam Radikal Bebas Terhadap 2,2-Diphenyl-1-Picryhidrazil (DDPH) Dari Ekstrak Kulit Buah Dan Biji Anggur (*Vitis Vinifera* L.) Probolinggo Biru Dan Bali, *Artikel Hasil Penelitian Artoarpus*, I(1), 34-43.
- Wiyono, E. V. 2019, *Karakteristik fisik dan kimia kopi rakyat di kawasan pegunungan argopuro – jember*, Universitas Jember, Jawa Timur, Indonesia.
- Wulandari dan Indah Sulistyarini. (2018). Antibacterial activity test of extract ethanol mango arum manis skin (*Mangifera indica* L) on methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *J. Media Farmasi Indonesia*, 13(2), 1347 - 1353.
- Yuliantari, N.W.A., Wayan, R.W dan Dewa, G.M.P. (2017). Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kandungan Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Menggunakan Ultrasonik, *Scientific Journal of Food Technology*, 4(1):35-42.
- Yustisiani, A., Desy, A. dan Isbandiyah. (2013). Pengaruh Pemberian Kopi Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Pada Tikus Putih Strain Wistar Diabetes Mellitus Tipe 2. *Jurnal Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Malang*, 9(1), 38-45.
- Zussiva, A. Dan Laurent, B.K,(2012). Ekstraksi Dan Analisis Zat Warna Biru (Anthosianin) Dari Bunga Telang (*Clitoria Ternatea*) Sebagai Pewarna Alami, *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 1(1), 356-365.