

**OPTIMASI PROSES EKSTRAKSI DAUN BAYAM MERAH
(*Alternanthera amoena voss*) MENGGUNAKAN
ULTRASONIC-ASSISTED EXTRACTION
DENGAN PARAMETER KADAR
ANTOSIANIN DAN AKTIVITAS
ANTIOKSIDAN**

SKRIPSI

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



Oleh:

ANDINI WAHYUNINGTYAS

08061381823062

**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

HALAMAN PENGESAHAN MAKALAH SEMINAR HASIL

Judul Makalah Hasil : Optimasi Proses Ekstraksi Daun Bayam Merah
(*Alternanthera amoena voss*) Menggunakan
Ultrasonic-Assisted Extraction dengan Parameter
Kadar Antosianin dan Aktivitas Antioksidan

Nama Mahasiswa : Andini Wahyuningtyas
NIM : 08061381823062
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 Juli 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan yang diberikan.

Inderalaya, 23 Juli 2022

Pembimbing

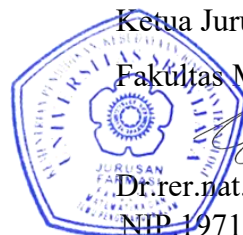
1. Dr. Shaum Shiyan, M.Sc., Apt.
NIP. 198605282012121005
 2. Vitri Agustiarini, M.Farm., Apt.
NIP. 199308162019032025
- Pembahas

1. Dr.Nirwan Syarif, M.Si.
NIP. 197010011999031003
2. Herlina, M.Kes., Apt.
NIP. 197107031998022001

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

Mengetahui,

Ketua Jurusan Farmasi
Fakultas MIPA



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

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Optimasi Proses Ekstraksi Daun Bayam Merah
(*Alternanthera amoena voss*) Menggunakan
Ultrasonic-Assisted Extraction dengan Parameter
Kadar Antosianin dan Aktivitas Antioksidan

Nama Mahasiswa : Andini Wahyuningtyas

NIM : 08061281823062

Jurusan : FARMASI

Telah dipertahankan dihadapan Pembimbing dan Pembahas pada Ujian Skripsi di Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 4 Agustus 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang skripsi.

Inderalaya, 4 Agustus 2022

Ketua :

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

(.....)

Anggota :

2. Vitri Agustiarini, M.Farm., Apt.
NIP. 199308162019032025
3. Dr.Nirwan Syarif, M.Si.
NIP. 197010011999031003
4. Herlina, M.Kes., Apt.
NIP. 197107031998022001

(.....)

(.....)

(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Farmasi
Fakultas MIPA


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

NIP.197103101998021002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Andini Wahyuningtyas
NIM : 08061381823062
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, 08 Agustus 2022

Penulis,



Andini Wahyuningtyas

NIM. 08061381823062

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

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

Nama : Andini Wahyuningtyas
NIM : 08061381823062
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 “Optimasi Proses Ekstraksi Daun Bayam Merah (*Alternanthera amoena voss*) Menggunakan *Ultrasonic-Assisted Extraction* dengan Parameter Kadar Antosianin dan Aktivitas Antioksidan” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif 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, 08 Agustus 2022



Andini Wahyuningtyas

NIM. 0806138182306

HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

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

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

“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)

“Dialah (Allah) yang menciptakan segala apa yang ada di bumi untukmu kemudian Dia menuju ke langit, lalu Dia menyempurnakannya menjadi tujuh langit. Dan Dia Maha Mengetahui segala sesuatu.” (Q.S Al-Baqarah: 29)

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:

***Done is better than perfect, Carpe Diem:Seize the day.
Fear to Allah and the whole universe will follow you***

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 “Optimasi Proses Ekstraksi Daun Bayam Merah (*Alternanthera amoena voss*) Menggunakan *Ultrasonic-Assisted Extraction* dengan Parameter Kadar Antosianin 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 Ayahku Edi Husin Irawijaya dan Ibuku Rusmaeni Trisiana yang tiada henti-hentinya mendo'akan setiap langkah putri kecilmu agar semuanya berjalan dengan lancar, selalu memberikan motivasi, memberikan nasehat, kasih sayang, perhatian, dukungan material sehinggadapat menyelesaikan studi S1 Farmasi ini sampai selesai.
3. Kepada Ayuk Tiara Wahyuni dan Abang M. Faqih Usman tersayangku serta kakak iparku kak Agung Dilli Ananda yang selalu menghiburku, memberi semangat, mendoakanku, dan dukungan materil serta motivasi, dan juga keluargaku Kak Opi, Ibuk, Macik, Bucik, Om, Nana, dan sepupu-sepupu, mbaya, olak, nita, kak amie, kakak dan sepupu lainnya yang senantiasa membantu dalam mengerjakan tugas dan mendengarkan keluh kesahku.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, MSCE. selaku Rektor Universitas Sriwijaya, Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. 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. Bapak Dr. Shaum Shiyon, M.Sc., Apt selaku dosen pembimbing pertama dan Ibu Vitri Agustiarini M.Farm.,Apt. 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 Dr. Nirwan Syarif, 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. Nirwan Syarif, M.Si dan Ibu Herlina, M.Kes.,Apt. selaku dosen pembahas atas saran yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi.
8. Kepada semua dosen-dosen Jurusan Farmasi, Ibu Rennie Puspa Novita, M.Farm.Klin., Apt. Bapak Dr. Shaum Shiyon, M.Sc., Apt., Ibu Herlina, M.Kes., Apt., Ibu Fitriya, M.Si., Apt., Ibu Elsa Fitria Apriani, M.Farm., Apt., Ibu Vitri Agustiarini, M.Farm., Apt., Ibu Laida Neti Mulyani, M.Si., Ibu Anisa Amriani, M.Farm., Apt., Ibu Dina Permata Wijaya, M.Si., Apt., 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 Patner seperjuangan *three musketeers 24/7* Firiyaliza Aulianisa dan Putri Fatimah yang selalu mendukung, memberikan semangat, mendoakan dan selalu membantu selama pembuatan skripsi ini.
11. Teman sedari kelompok maba Md. Husinsyah yang turut membantu, mengingatkan dan memberikan support meski terkadang membuat kesal juga hehehe.

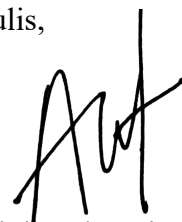
12. Partner seperjuanganku dari maba sampai mala yang selalu membantu, memberikan semangat, dan menghiburku Firiyaliza Aulianisa, Putri Fatimah, Natasya Septinda, dan Dhara Fauzia.
13. My Best Sofi Yati Putri, Berlian Puspita Ayu, Hammam AimanDzaky, dan Irsyad Abi Izzulhaq yang selalu memberikan motivasi, semangat, dan selalu menghiburku.
14. My Sisters Afwa Nurriqiyah. Annisa Pangestika, Novi Isnaeni, Risa Dini Utami, dan Rossy Djuliyana Sari yang selalu menemani, mendengarkan keluh kesah dan selalu menghiburku.
15. Sahabat-sahabat Bismillah Aja yaitu Juni Astuti, Dhara Fauzia, Firiyaliza Aulianisa, Putri Fatimah, Natasya Septinda yang telah menemani dan memberikan dukungan penulisan skripsi, membantu dalam semua hal, motivasi, canda, dan mendengar keluh kesah penulis.
16. Kemala gengs Marilda Anjelina, Anggi Yulistya Maharani, M. Afiiq Naufal Nazhif, M. Fajar Kesuma Admadja, Ilham Gusti Wijayanto, Ahmad Ramdani, Ahmad Abu Dzar, Dhara Fauzia, Dini Tausiyah, Dezh Nahda Athiyya, Annisa Mila Zakiya, Kevin Ari Widiatmoko dan teman-teman yang lainnya yang sudah menemani, menghibur, tempat berkeluh kesah selama perkuliahan ini.
17. Keluarga AKSI dan keluarga besar BEM KM FMIPA yang selalu membantu menebar kebaikan dan menghiburku.
18. 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 and see you when I see you!*
19. 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.
20. 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, 08 Agustus 2022

Penulis,

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping letters that appear to be 'AW'.

Andini Wahyuningtyas
NIM.08061381823062

Optimization of Red Spinning (*Alternanthera amoena* voss) Extraction Process Using *Ultrasonic-Assisted Extraction* with Anthocyanin Levels and Activity Antioxidant Parameters

**Andini Wahyuningtiyas
08061381823062**

ABSTRACT

Red spinach leaves contain anthocyanins which have pharmacological effects as antioxidants. The purpose of this study was to extract anthocyanin compounds from red spinach leaves using the UAE (Ultrasonic Assisted Extraction) technique. The optimization of ultrasonic extraction of red spinach leaves aims to determine and find out the extraction temperature, extraction time and pH of the best solution in determining the percent yield, total anthocyanin levels, and IC₅₀ antioxidant activity in red spinach leaves. The research was conducted by varying the extraction temperature (25 ; 42.5 ; 60°C), extraction time (10, 20, 30 minutes), and pH (1, 2, 3). Determination of the best extraction conditions was analyzed using CCD (Central composite design). Time of extraction, temperature of extraction, and pH factors affected the percent of yield, total anthocyanin levels, and IC₅₀ antioxidant activity of red spinach leaves. The best UAE extraction conditions were obtained at an extraction temperature of 45°C, extraction time of 13 minutes and pH 1 produced 20.694% yield, total anthocyanin content of 348.489 mg/100g, and IC₅₀ of 24,448 g/mL. Based on the characterization test of the extracts under optimum conditions which included moisture content, drying loss, total ash content, the results were obtained that conformed on requirements of the Indonesian Herbal Pharmacopoeia.

Keyword(s): Anthocyanin, IC₅₀ antioxidant, *Ultrasonic-assisted extraction* (UAE), Red spinach

**Optimasi Proses Ekstraksi Daun Bayam Merah (*Alternanthera amoena voss*)
Menggunakan *Ultrasonic-Assisted Extraction* dengan Parameter Kadar
Antosianin dan Aktivitas Antioksidan**

**Andini Wahyuningtiyas
08061381823062**

ABSTRAK

Daun bayam merah mengandung antosianin yang memiliki efek farmakologi sebagai antioksidan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk optimasi ekstraksi ultrasonik daun bayam merah dengan menetapkan dan mengetahui suhu ekstraksi, waktu ekstraksi dan pH larutan terbaik dalam penentuan persen rendemen, kadar total antosianin, dan IC₅₀ aktivitas antioksidan pada daun bayam merah. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan suhu ekstraksi (25; 42,5; 60°C), waktu ekstraksi (10, 20, 30 menit), dan pH (1, 2, 3). Penentuan kondisi ekstraksi terbaik dianalisis menggunakan model CCD (*Central composite design*). Berdasarkan analisis *Design Expert* 12, faktor waktu ekstraksi, suhu ekstraksi, dan pH larutan berpengaruh pada persen rendemen, kadar total antosianin, dan IC₅₀ aktivitas antioksidan daun bayam merah. Kondisi ekstraksi UAE terbaik diperoleh pada suhu ekstraksi 45°C, waktu ekstraksi 13 menit dan pH 1 menghasilkan rendemen sebesar 20,694%, kadar total antosianin 348,489 mg/100g, dan IC₅₀ sebesar 24,448 ppm. Berdasarkan uji karakterisasi ekstrak kondisi optimum yang meliputi kadar air, susut pengeringan, kadar abu total diperoleh hasil yang memenuhi persyaratan Farmakope Herbal Indonesia.

Kata kunci: Antosianin, Bayam merah, IC₅₀, antioksidan, *Ultrasonic-assisted extraction* (UAE)

DAFTAR ISI

	Halaman
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	xi
ABSTRAK	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii
DAFTAR ISTILAH	xix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Bayam Merah	7
2.1.1. Morfologi dan Klasifikasi Daun Bayam Merah	7
2.2 Kandungan Kimia Daun Bayam Merah	8
2.3 Khasiat dan Kegunaan Daun Bayam Merah	10
2.4 Antosianin	11
2.5 Ekstraksi	12
2.6 <i>Ultrasonic assisted extraction</i> (UAE)	13
2.7 Antioksidan	14
2.8 Radikal Bebas	14
2.9 DPPH (<i>1,1-difenil-2-pikrihidazil</i>)	15
2.10 Spektrofotometri UV-Vis	16
2.11 Kuersetin	18
2.12 CCD (Central Composite Design)	18
BAB III	21
METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.2.1 Alat	21
3.2.2 Bahan	21
3.3 Prosedur Kerja	22
3.3.1 Determinasi Daun Bayam Merah	22
3.3.2 Preparasi Sampel	22

3.3.3 <i>Ultrasonic assisted extraction</i> (UAE)	22
3.3.4 Karakterisasi Ekstrak	23
3.3.5 Penentuan Kadar Antosianin	25
3.3.6 Pembuatan Larutan pH 1,0 dan pH 4,5	25
3.3.7 Penentuan Kadar Total Antosianin	25
3.3.8 Uji Aktivitas Antioksidan	26
3.3.9 Analisis Data	29
BAB IV	31
HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Determinasi Sampel	31
4.2 Preparasi Sampel	31
4.3 Proses Ekstraksi Sampel	32
4.4 Penetapan Persentase dan Hasil Analisis Rendemen Ekstrak Daun Bayam Merah	33
4.5 Penetapan Persentase dan Hasil Analisis Nilai Antosianin Ekstrak Daun Bayam Merah	40
4.6 Penetapan dan Hasil Analisis Nilai IC ₅₀ Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Bayam Merah	46
4.7 Hasil Prediksi Titik Pada Kondisi Optimum	54
4.8 Verifikasi Hasil Optimum Suhu, Waktu, dan pH Terhadap Respon Rendemen, Antosianin dan Antioksidan	57
4.9 Karakterisasi Ekstrak Optimal	59
BAB V	61
KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1. Kesimpulan	61
5.2. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	67
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	109

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Klasifikasi Antioksidan (Molyneux, 2004).	16
Tabel 2	Kode Level dan Nilai Level Faktor Suhu, lama waktu dan pH.....	29
Tabel 3	Matriks rancangan Kombinasi Perlakuan.....	29
Tabel 4	Hasil Pemodelan CCD.....	33
Tabel 5	Hasil Perhitungan rendemen ekstrak daun bayam merah(%).....	34
Tabel 6	ANOVA dan parameter statistik respon rendemen	36
Tabel 7	Hasil Analisa ragam (ANOVA) pada respon rendemen	37
Tabel 8	Hasil perhitungan Kadar Antosianin Ekstrak Daun Bayam Merah.....	41
Tabel 9	ANOVA dan parameter statistik respon antosianin	43
Tabel 11	Hasil Perhitungan IC50 aktivitas antioksidan ekstrak 15 run.....	48
Tabel 12	ANOVA dan parameter statistik respon IC50 aktivitas antioksidan.....	49
Tabel 13	Hasil Analisa ragam(ANOVA) pada respon IC50 aktivitas antioksidan... ..	50
Tabel 14	Kriteria variabel dan respon yang diinginkan.....	55
Tabel 15	Solusi Titik Optimum Ekstrak Daun Bayam Merah terhadap respon.....	56
Tabel 16	Point Prediction Hasil Optimum Respon Ekstrak Daun Bayam Merah.....	57
Tabel 17	Hasil Karakterisasi Ekstrak.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Bayam Merah. (<i>Alternanthera amoena voss</i>) (a) bagian keseluruhan tanaman (Saparinto, 2013) (b) bagian daun tanaman (Dok. Pribadi)	7
Gambar 2	Kation flavilium kerangka antosianin (Nazulis <i>et al.</i> 2002)	11
Gambar 3	Reaksi antioksidan dengan DPPH (Aditya, 2020)	16
Gambar 4	Hasil analisis model respon daya sebar	39
Gambar 5	Countour dan 3D Surface Rendemen	40
Gambar 6.	Kurva baku vs kurva aktual	45
Gambar 7.	Grafik Countour dan 3D Surface Antosianin	46
Gambar 8	Reaksi antioksidan dan radikal bebas.....	47
Gambar 9	Hasil analisis model respon daya sebar	52
Gambar 10	Countour dan 3D Surface Antioksidan	54
Gambar 11	Grafik countour plot dari rancangan kondisi optimum ekstrak daun bayam merah yang dihasilkan oleh program Design-Expert 12	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Skema Kerja Umum	67
Lampiran 2. Skema Penentuan Kadar Total Antosianin	68
Lampiran 3. Skema Uji Aktivitas Antioksidan	69
Lampiran 4. Perhitungan	70
Lampiran 5. Perhitungan Kadar Antosianin	73
Lampiran 6. Perhitungan Nilai Rendemen Ekstrak Daun Bayam Merah	77
Lampiran 7. Pengukuran Aktivitas Antioksidan	78
Lampiran 8. Perhitungan persen inhibisi	79
Lampiran 9. Persamaan Regresi dan Perhitungan	84
Lampiran 10. Perhitungan Kadar Antosianin	94
Lampiran 11. Sertifikat Determinasi Daun Bayam Merah	98
Lampiran 12. Certificate of Analysis Sodium acetate trihydrate	99
Lampiran 13. Certificate of Analysis DPPH	100
Lampiran 14. Certificate of Analysis Methanol Pro Analys	101
Lampiran 15. Certificate of Analysis Kuersetin	102
Lampiran 16. Optimasi Ekstrak Daun Bayam Merah Menggunakan Design Expert 12. 103	
Lampiran 17. Dokumentasi Penelitian	106
Lampiran 18. Karakterisasi Ekstrak	106
Lampiran 19. Larutan blanko antioksidan	108

DAFTAR SINGKATAN

ANOVA	: <i>Analysis of variance</i>
BBM	: <i>Box Bhenken Model</i>
BHA	: <i>Buthylated hidroksianisol</i>
BHT	: <i>Buthylated hydroxytoluene</i>
CCD	: <i>Central composite design</i>
CI	: <i>Confident Interval</i>
CV	: <i>Coefficient of Variation</i>
DPPH	: <i>1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil</i>
IC ₅₀	: <i>Inhibitory concentration 50</i>
kHz	: <i>Kilo hertz</i>
mg/kgBB	: <i>Milligram per kilogram berat badan</i>
mg/mL	: <i>Milligram per milliliter</i>
p.a.	: <i>Pro analysis</i>
ppm	: <i>Part per million</i>
RSM	: <i>Response Surface Methodology</i>
SOD	: <i>Superoksida Dismutase</i>
TI	: <i>Tolerance Interval</i>
TBHQ	: <i>Ters-buthyl hidroquinone</i>
UAE	: <i>Ultrasonic assisted extraction</i>
USA	: <i>United states of America</i>
UV	: <i>Ultraviolet</i>

DAFTAR ISTILAH

Absorbansi	: Perbandingan intensitas sinar yang diserap dengan intensitas sinar datang
Amplitudo	: Pengukuran skalar yang nonnegatif dari besar osilasi suatu gelombang
Antioksidan	: Senyawa yang berfungsi menangkal radikal bebas
Antosianin	: Pigmen pewarna alami yang memberikan warna pada bunga, buah dan tanaman
Deaktivasi singlet oksigen	: Penyerap radiasi UV
Degradasi	: Suatu reaksi perubahan kimia atau peruraian suatu senyawa atau molekul menjadi senyawa atau molekul yang lebih sederhana
Dekomposisi	: Proses perubahan menjadi bentuk yg lebih sederhana; penguraian
Delokalisasi	: Kondisi di mana elektron pada ikatan phi tidak mempunyai posisi tetap pada atom tertentu
Determinasi	: Petunjuk yang dapat digunakan untuk menentukan famili, ordo, genus atau spesies
Difusi	: Perpindahan suatu zat dalam pelarut dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah.
Disortasi	: Pemisahan bahan yang sudah dibersihkan
Ekstrak	: Sediaan kering, kental atau cair yang diperoleh dari mengekstraksi zat aktif dari simplisia
Exhaust	: Jenis kipas angin yang tidak hanya menciptakan udara, tapi juga memiliki fungsi membantu memastikan sirkulasi udara dalam ruangan tetap bersih dan segar.
Farmakologis	: Ilmu yang mempelajari obat-obatan dan pengaruhnya pada makhluk hidup
Fenolik	: Kelompok senyawa terbesar yang berperan sebagai antioksidan alami pada tumbuhan.
Filtrat	: Larutan hasil penyaringan pada proses pemisahan.
Gugus hidroksil	: Gugus fungsional -OH yang digunakan sebagai substituen di sebuah senyawa organik
Hidrolisis	: Penguraian zat dalam reaksi kimia yang disebabkan oleh air.
Konsentrasi	: Ukuran yang menggambarkan banyaknya zat di dalam suatu campuran yang dibagi dengan "volume total" dari campuran tersebut.

Konvensional	: Ekstraksi yang membutuhkan waktu yang lama
Korelasi	: Hubungan
Kuadratik	: Trend yang nilai variabel tak bebasnya naik atau turun secara linier atau terjadi parabola bila datanya dibuat scatter plot.
Kualitatif	: Metode yang fokus pada pengamatan yang mendalam
Kuantitatif	: Suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka
Macerasi	: Ekstraksi sederhana dengan cara perendaman sampel menggunakan pelarut organik pada temperatur ruangan
Membran sel	: Sebuah struktur selaput tipis yang menyelubungi sebuah sel
Metabolisme	: Proses pengolahan zat gizi dari makanan yang telah diserap oleh tubuh untuk diubah menjadi energi.
Observasi	: Pengamatan dan pencatatan yang sistematis terhadap sesuatu yang diteliti
Optimum	: Kondisi yang terbaik (yang paling menguntungkan)
Penyakit degeneratif	: Kondisi kesehatan yang terjadi akibat memburuknya suatu jaringan atau organ seiring waktu
pH diferensial	: Perhitungan melalui perbedaan absorbansi sinar tampak pada pH yang berbeda, yaitu pada pH 1,0 dan pH4,5
Pigmen	: Zat pemberi warna yang lazim digunakan dalam industri farmasi, kosmetik, dan makanan.
Radiasi	: Energi yang dilepaskan, baik dalam bentuk gelombang maupun partikel.
Radikal bebas	: Sebutan untuk sel-sel rusak yang dapat menyebabkan kondisi negatif tertentu.
Rendemen	: Perbandingan berat kering produk yang dihasilkan dengan berat bahan baku
Replikasi	: Pengulangan suatu studi
<i>Response surface methodology</i>	: Mengeksplorasi hubungan antara beberapa variabel penjelas dan satu atau lebih variabel respon
<i>Running</i>	: Sebuah program yang sedang berjalan pada aplikasi
Sequential	: Pencarian linear

Signifikan	: Memberikan suatu gambaran mengenai hasil penelitian yang memiliki kesempatan untuk nyata atau benar.
Stres oksidatif	: Ketidakseimbangan radikal bebas dan antioksidan dalam tubuh yang terjadi secara alami
Tereduksi	: Penambahan elektron oleh sebuah molekul, atom, atau ion

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radikal bebas merupakan molekul, gugus atau atom yang memiliki satu atau lebih elektron yang tidak memiliki pasangan pada kulit terluarnya sehingga sangat reaktif (Parwata, 2015). Radikal bebas dapat meningkatkan stres oksidatif yang berperan dalam perkembangan penyakit degeneratif seperti penyakit neurodegeneratif, kardiovaskular, diabetes mellitus, proses penuaan dini, bahkan kanker (Phaniendra *et al.* 2015). Radikal bebas dapat terbentuk sebagai akibat dari metabolisme sel normal, malnutrisi dan reaksi pengaruh eksternal seperti sinar ultraviolet dan polusi (Susanti dan Kusbandari, 2016).

Tubuh manusia pada umumnya dapat menetralkan radikal bebas karena tubuh menghasilkan antioksidan alami namun jumlahnya seringkali tidak mencukupi untuk menetralkan radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh, terutama jika jumlah radikal bebas berlebihan (Agustini, 2012). Antioksidan termasuk senyawa yang dapat menghambat reaksi oksidasi dengan mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif, sehingga dapat menghambat kerusakan sel dalam tubuh (Winarsi, 2007).

Antioksidan adalah zat yang bisa memberi perlindungan endogen dan tekanan oksidatif eksogen dengan menangkap radikal bebas (Lai-Cheong *et al.* 2017). Senyawa antioksidan yang terdapat dalam ekstrak suatu tanaman diduga dapat menghambat dan menetralkan terjadinya reaksi oksidasi dengan melibatkan radikal bebas baik eksogen maupun endogen (Parwata, 2016).

Salah satu tanaman yang memiliki efek farmakologi sebagai antioksidan adalah daun bayam merah. Bayam merah memiliki nutrisi yang dapat menurunkan kolesterol, melancarkan peredaran darah, dan tekanan darah yang tinggi (Wijaya *et al.* 2020). Bayam merah mengandung senyawa flavonoid yang berfungsi sebagai metabolit sekunder dalam menghambat radikal bebas sehingga dimanfaatkan sebagai obat herbal (Rahayu *et al.* 2013). Azahra (2015) menyatakan bahwa daun bayam merah memiliki efek sebagai antioksidan kuat dengan IC_{50} sebesar 43,4 ppm yang diperoleh menggunakan metode DPPH.

Bayam merah memiliki kandungan antosianin yang berfungsi sebagai pigmen warna alami (Pratiwi, 2017). Adam (2015) menyatakan bahwa ekstraksi daun bayam merah menggunakan pelarut etanol+HCl 0,1 M menghasilkan kadar antosianin sebesar 132,76 mg/L dengan menggunakan metode pH diferensial. Penggunaan larutan asam dengan pH rendah akan lebih stabil dalam mengekstraksi senyawa antosianin yang mana senyawa ini cenderung kurang stabil dan mudah mengalami degradasi. Penggunaan metode diferensial dalam uji kadar antosianin akan memberikan cara yang sederhana dalam menetapkan kuantitas (Kurnia *et al.* 2019).

Metode ekstraksi yang paling sering digunakan dalam mengekstrak sampel yaitu maserasi. Maserasi umumnya memiliki beberapa kekurangan diantaranya menghasilkan rendemen yang rendah, membutuhkan pelarut ekstraksi lebih banyak, memerlukan waktu lebih lama dan pada suhu yang cukup tinggi maserasi dapat menyebabkan antioksidan lebih cepat teroksidasi pada saat proses ekstraksi

(Sholihah *et al.* 2017). Oleh sebab itu perlu dilakukan modifikasi ekstraksi yang lebih *modern*, salah satunya *Ultrasonic assisted extraction* (UAE).

UAE termasuk teknik yang sederhana, murah dan juga mudah yang memungkinkan konsumsi pelarut ekstraksi lebih sedikit, waktu ekstraksi lebih cepat dan efisiensi ekstraksi yang lebih tinggi (Chemat *et al.* 2017). Prinsip UAE yaitu mengekstraksi dengan gelombang ultrasonik yang akan meningkatkan penetrasi dari larutan ke dinding membran sel sehingga akan mendukung pelepasan komponen sel (Keil, 2007). Hingga saat ini, UAE telah berhasil digunakan dalam mengekstraksi senyawa bioaktif pada macam-macam tanaman yang memiliki komponen bioaktif medis (Cai *et al.* 2016). Penelitian ini mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Sholihah *et al.* (2017) dengan mengekstraksi senyawa fenolik dari tanaman kulit manggis menggunakan teknik UAE dengan rancangan parameter waktu eksitasi (15, 30, 45 menit).

Metode yang digunakan dalam pengujian aktivitas antioksidan daun bayam merah adalah metode spektrofotometri menggunakan DPPH. Metode DPPH digunakan dalam penelitian ini karena merupakan metode yang mudah, sederhana, dan menggunakan sampel dengan jumlah sedikit dalam waktu relatif singkat (Rahmi *et al.* 2017). Metode ini digunakan sebagai parameter konsentrasi ekuivalen yang memberikan efek 50% (IC₅₀) terhadap tanaman (Rahmi *et al.* 2017).

Faktor yang dapat mempengaruhi proses ekstraksi diantaranya suhu, waktu (Ibrahim *et al.* 2015) dan perbedaan pH (Farida dan Nisa, 2014). Pada penelitian ini rentang suhu yang digunakan yaitu 25-60°C dengan waktu 10-30 menit, dan

rentang pH larutan 1-3. Penggunaan suhu yang tidak terlalu tinggi terhadap ekstraksi dapat mencegah kerusakan ekstrak terhadap pemanasan (Winata dan Yuniarta, 2015). Bernasconi *et al.* (2005) menyatakan bahwa semakin lama waktu ekstraksi maka hasil ekstraksi yang dihasilkan juga semakin besar. Rundubelo *et al.* (2019) dan Sampebarra (2018) melaporkan bahwa penggunaan pH rendah dapat meningkatkan kestabilan pigmen antosianin.

Berdasarkan uraian diatas, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang optimasi ekstraksi menggunakan metode UAE dengan bantuan *software design expert* 12 untuk mengetahui persen rendemen, kadar antosianin dan aktivitas antioksidan dengan metode DPPH yang terdapat pada ekstrak daun bayam merah serta menentukan kondisi optimum dengan variasi suhu, waktu, dan juga pH terhadap respon menggunakan rancangan percobaan CCD (*Central composite design*) dengan tujuan untuk menentukan kondisi optimum daripada proses ekstraksi. Kelebihan dari CCD yaitu tidak membutuhkan waktu yang lama dan tidak memerlukan data-data percobaan dalam jumlah yang besar. Hasil optimum dilakukan dengan karakterisasi ekstrak dengan tujuan untuk menghasilkan deskripsi tanaman.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapakah suhu ekstraksi, waktu ekstraksi, dan pH terbaik dalam menghasilkan persen rendemen tertinggi ekstrak daun bayam merah?
2. Berapakah suhu ekstraksi, waktu ekstraksi, dan pH terbaik dalam menghasilkan kadar antosianin tertinggi ekstrak daun bayam merah?

3. Berapakah suhu ekstraksi, waktu ekstraksi, dan pH terbaik dalam menghasilkan IC_{50} aktivitas antioksidan terendah ekstrak daun bayam merah?
4. Berapakah suhu ekstraksi, waktu ekstraksi, dan pH pelarut dalam menghasilkan persen rendemen, kadar antosianin, dan nilai IC_{50} aktivitas antioksidan optimum ekstrak daun bayam merah berdasarkan CCD?
5. Apakah hasil karakterisasi ekstrak daun bayam merah pada kondisi optimum memenuhi hasil persyaratan Farmakope Herbal Indonesia?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan suhu ekstraksi, waktu ekstraksi, dan pH terbaik dalam menghasilkan persen rendemen tertinggi ekstrak daun bayam merah.
2. Menentukan suhu ekstraksi, waktu ekstraksi, dan pH terbaik dalam menghasilkan kandungan antosianin tertinggi ekstrak daun bayam merah.
3. Menentukan suhu ekstraksi, waktu ekstraksi, dan pH terbaik dalam menghasilkan nilai IC_{50} aktivitas antioksidan tertinggi ekstrak daun bayam merah.
4. Menentukan suhu ekstraksi, waktu ekstraksi, dan pH pelarut dalam menghasilkan persen rendemen, kadar antosianin, dan nilai IC_{50} aktivitas antioksidan optimum ekstrak daun bayam merah berdasarkan CCD?
5. Mengetahui hasil karakterisasi ekstrak daun bayam merah pada kondisi optimum memenuhi hasil persyaratan Farmakope Herbal Indonesia?

1.4 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui pengaruh perbedaan pH, suhu dan waktu eksitasi ultrasonik terhadap kandungan antosianin dan nilai IC_{50} aktivitas antioksidan bayam merah.
2. Memberikan informasi terhadap kandungan antioksidan serta kadar antosianin tertinggi yang terdapat pada bayam merah berdasarkan pengaruh perbedaan suhu dan waktu.
3. Memberikan pengetahuan kepada masyarakat terhadap pemanfaatan sayuran dalam meningkatkan kesehatan dan kebutuhan gizi khususnya pada tanaman bayam merah serta penelitian ini juga diharapkan dapat bermanfaat dalam pengembangan suatu produk obat antioksidan berbahan baku daun bayam merah.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan penelitian yang sudah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Suhu 42,5°C dengan waktu 20 menit dan pH 2 memperoleh hasil terbaik persen rendemen ekstrak daun bayam merah tertinggi yaitu sebesar 22,5%.
2. Suhu 42,5°C dengan waktu 20 menit dan pH 1 diperoleh hasil kadar antosianin daun bayam merah tertinggi yaitu sebesar 397,678 mg/100g.
3. Suhu 42,5°C dengan waktu 20 menit dan pH 3 memperoleh nilai IC₅₀ aktivitas antioksidan terendah yaitu sebesar 23,1274ppm.
4. Suhu 45°C, dengan waktu 15 menit dan pH 1 pada kondisi optimum memperoleh persen rendemen sebesar 20,694%, kadar antosianin 348,489 mg/100 g, dan nilai IC₅₀ aktivitas antioksidan 24,448 ppm.
5. Karakterisasi ekstrak daun bayam merah yang meliputi kadar air, susut pengeringan, dan kadar abu total memenuhi persyaratan Farmakope Herbal Indonesia.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai optimasi pada pH terhadap ekstrak daun bayam merah agar didapatkan hasil yang lebih baik untuk tiap-tiap parameter yang akan diuji.
2. Perlu ada nya penelitian tentang rentang optimasi waktu, suhu dan pH yang lebih besar sehingga hasil optimasi yang didapatkan pada masing-masing respon akan lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, D. H. (2015). Analisis Total Antosianin Dari Daun Bayam Merah (*Alternanthera amoena voss*), 2(2).
- Adeng Hudaya. (2010). *Uji Antioksidan Dan Antibakteri Ekstrak Air Bunga Kecombrang*. Tidak dipublikasi, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Ali, F., Ferawati, & Arqomah, R. (2013). Ekstraksi Zat Warna Dari Kelopak Bunga Rosella (Study Pengaruh Konsentrasi Asam Asetat Dan Asam Sitrat). *Jurnal Teknik Kimia*, 19 (1), 26–34.
- Andesty N. P. H. B. (2020). Potential Of Soybean Antioxidant (*Glycine Max L*) Terhadap Penangkapan Radikal Bebas. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 11(1), 497–504.
- Andika, N., & Ghozali. M. T. (2017). Penetapan Kadar Flavonoid Kuersetin Ekstrak Kulit Buah Apel Hijau (*Pyrus Malus L.*) Dengan Menggunakan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Tidak dipublikasi*.
- Baldosano, H. Y., *et al.* (2014). Effect of particle size, solvent, and extraction time on tannin extract from spondias purpurea bark through soxhlet extraction, *Bachelor of Chemical Engineering*.
- Bas, D., & Ismail, H. B., (2007). Modeling And Optimization I: Usability Of Response Surface Methodology. *Journal of Food Engineering*. 78, 836–845.
- Bernasconi, G. H. *et al.* (1995), *Teknologi Kimia. Bagian 2. Penerjemah: Handjojo L dan Pradnya Paramita*. Jakarta
- Blois. (1958). Antioxidant Determinations By The Use Of A Stable Free Radical. *Nature*, 181, (119-1200).
- Chemat, F., & Khan, M. K. (2011). Ultrasonics Sonochemistry Applications Of Ultrasound In Food Technology : Processing , Preservation and Extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, 18(4), 813–835.
- Chowdhury, S., Yusof, F., Omer, M., & Sulaiman, N. (2016). Process Optimization Of Silver Nanoparticle Synthesis Using Response Surface Methodology. *Procedia Engineering*, 148, 992–999.
- Elis, M. (2015). *Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Bayam Hijau (Amaranthus Cruentus L.) Dan Daun Bayam Merah (Amaranthus Tricolor L.) Dengan Metode Dpph*. Skripsi Tidak dipublikasi, Politeknik Kesehatan Bandung, Bandung.
- Et, A. R. (2015). *Penentuan Aktivitas Antioksidan , Kadar Fenolat Total Dan Likopen Pada Buah Tomat (Solanum Lycopersicum L)*. *Jurnal Sains dan*

Teknologi Farmasi. 13(1).

Hardani, H. D. (2016). Formulasi mikroemulsi Ekstrak Terpurifikasi Daun Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor L.*) Sebagai Suplemen Antioksidan. *Jurnal Galenika*. 3(1), 1-9.

Jayanudin *et al.* (1973). Pengaruh Suhu dan Rasio Pelarut Ekstraksi Terhadap Rendemen dan Viskositas Natrium Alginat Dari Rumput Laut Cokelat (*Sargassum sp.*). *Jurnal Integrasi Proses*, Banten.

Jerz G, *et al.* (2007) . Innovative Food Sci Emerging, *Technol2007*, Ed. 8 (413-8)

Kartika. (2010). *Profil Kimiawi Dari Formulasi Ekstrak Meniran, Kunyit, Dan Temulawak Berdasarkan Aktivitas Antioksidan Terbaik*. Tidak dipublikasi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Kesuma Sayuti, I., & Yenrina, R. (2015). *Antioksidan Alami Dan Sintetik*. Andalas University Press.

Knv, R., Padhy, S. K., & Banji, D. (2010). Study Of Pharmacognostic, Phytochemical, Antimicrobial And Antioxidant Activities Of *Amaranthus Tricolor* Linn. Leaves Extract. *Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 6(4). 289-299.

Kumar, S., & Pandey, A. K. (2013). Chemistry And Biological Activities Of Flavonoids: An Overview. *The Scientific World Journal*.

Kusbandari, A., & Susanti, H. (2017). Kandungan Beta Karoten Dan Aktivitas Penangkapan Radikal Bebas Terhadap Dpph (*1,1-Difenil 2-Pikrihidrazil*) Ekstrak Buah Blewah (*Cucumis Melo Var. Cantalupensis L*) Secara Spektrofotometri Uv-Visibel. *Journal Of Pharmaceutical Sciences And Community*, 14(1), 37–42.

Kusuma, P. (2012). *Penetapan Kadar Flavonoid Total Dan Daya Antioksidan Dari Ekstrak Etanol Buah Pare (Momordica Charantia L.)*. Tidak dipublikasi. Universitas Negeri Alauddin, Makassar.

Madamba, P. S., & Yabes, R. P. (2005). Determination Of The Optimum Intermittent Drying Conditions For Rough Rice (*Oryza Sativa, L.*). *Food Science And Technology*, 38(2), 157–165.

Manurung, D. N. (2021). *Pengaruh Penggunaan Dye Tunggal Dan Dye Campuran Terhadap Efisiensi Kerja Dye Sensitized Solar Cell (Dssc)*. Tidak dipublikasi. Universitas Jambi, Jambi.

Margaretta, S. *et al.* (2011). Ekstraksi Senyawa Phenolic Pandanus Amaryllifolius. *Widya Teknik*. 21–30.

Mason, T. J. (1990). Sonochemistry : The Uses of Ultrasound in Chemistry. *Royal Society of Chemistry*, Cambridge, England.

- Molyneux, P. (2003). The Use Of The Stable Free Radical Diphenylpicryl-Hydrazyl (DPPH) For Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarın J.Sci. Technol*, 26(2) : 211-219.
- Nurmiah, S., Syarief, R., Sukarno, S., Peranginangin, R., & Nurmata, B. (2013). Aplikasi Response Surface Methodology Pada Optimalisasi Kondisi Proses Pengolahan Alkali Treated Cottonii (Atc). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 8(1), 9.
- Nursaerah. (2010). *Mempelajari Ekstraksi Pigmen Antosianin Dari Kulit Manggis (Garcinia Mangostana L.)*. Tidak dipublikasi, Universitas Pasundan, Bandung.
- Othman, A. M., Elsayed, M. A., Elshafei, A. M., & Hassan, M. M. (2017). Journal Of Genetic Engineering And Biotechnology Application Of Response Surface Methodology To Optimize The Extracellular Fungal Mediated Nanosilver Green Synthesis. *Journal Of Genetic Engineering And Biotechnology*, 15(2), 497–504.
- Pebrianti, C., Ainurrasyid, R. B., & Lestari, S. (2015). Uji Kadar Antosianin Dan Hasil Enam Varietas Tanaman Bayam Merah (*Alternanthera Amoena Voss*) Pada Musim Hujan. *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(1), 27-33.
- Pratiwi, G., Martien, R., & Murwanti, R. (2019). Chitosan Nanoparticle As A Delivery System For Polyphenols From Meniran Extract (*Phyllanthus Niruri L .*): Formulation , Optimization , And Immunomodulatory Activity. *International Journal of Applied Pharmaceutics*. 11(2).
- Putra, I Nengah Kencana. (2010). Optimasi Proses Ekstraksi Pektin Dami Buah Nangka (*Artocarpus heterophyllus Lamk*). *Agritech*. 30(3), 158–163.
- R.H. Myers & D.C. Montgomery. (2015). *Response surface methodology : Process and Product Optimization Using Designed Experiments*, 4th edition. John Wiley & Sons, New York, USA.
- Rahman, A., et al. (2021). Pengaruh Pemberian Infusa Daun Sungkai (*Peronema Canescens*) Terhadap Jumlah Leukosit Pada Mencit. *Journal Of Healthcare Technology And Medicine*, 7(2), 614–620.
- Reddy, L. V. A., Wee, Y., Yun, J., & Ryu, H. (2008). Optimization Of Alkaline Protease Production by Batch Culture Of *Bacillus* sp. Rky3 through Placket – Burman and Response Surface Methodological Approaches. *Science Direct*. 99, 2242–2249.
- Ririt, O. (2010). *Efektivitas Penambahan Etanol 95% Dengan Variasi Asam Dalam Proses Ekstraksi Antosianin Kulit Manggis (Garcinia Mangostana L.)*. Skripsi Tidak dipublikasi, Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

- Robinson. 1995, *Grow Your Own Vegetables: Kandungan organik Tumbuhan Tinggi*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Santoni, A., Darwis, D., & Syahri, S. (2013). *Isolasi Antosianin dari Buah Pucuk Merah (Syzygium campanulatum korth.) Serta Pengujian Antioksidan dan Aplikasi sebagai Pewarna Alami*. Skripsi Tidak dipublikasi, Prosiding Semirata, FMIPA Universitas Lampung, Lampung.
- Saparinto, C. 2013. *Grow your own vegetables: Panduan praktis menanam 14 sayuran konsumsi populer di pekarangan*, 165-178, Yogyakarta: Lily Publisher
- Septiawan, I., & Jody Gustia, S. (2017). Model Kinetika Ekstraksi Flavonoid Dari Bayam Merah (*Alternanthera Amoena Voss*). In *Journal Teknik Kimia Usu*, 6(4).
- Setyawan, E. I., Setyowati, E. P., Rohman, A., & Nugroho, A. K. (2018). Central Composite Design for Optimizing Extraction of Egcg from Green Tea Leaf (*Camellia Sinensis L.*). *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 10(6).
- Sholihah, M., Ahmad, U., & Budiastira, I. W. (2017). Application Of Ultrasonic Wave to Increase Extraction Yield and Effectiveness of Antioxidant from Mangosteen Rind. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 05(2), 1–11.
- Sudewo, B. 2012. *Basmi Kanker dengan Herbal*, 103-105, Jakarta: Visimedia.
- Suhartati, T. 2013. *Dasar-Dasar Spektrofotometri Uv-Vis Dan Spektrometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa organik*. Bandar Lampung: CV. Anugrah Utama Raharja.
- Sunarjono, H., Nurrohmah, F. 2016. *Bertanam Bayam. Bertanam 30 Jenis Sayur*, Jakarta: Penebar Swadaya
- Surrianingsih. (2017). *Aplikasi Central Composite Design Dalam Optimasi Permesinan Magnesium Az31*. Skripsi Tidak dipublikasi, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Syaifuddin. (2015). *Uji Aktivitas Antioksidan Bayam Merah (Alternanthera Amoena Voss.) Segar dan Rebus dengan Metode Dpph (1,1-Diphenyl-2-Picylhydrazyl)*. Skripsi Tidak dipublikasi, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang.
- Tensiska. (2006). *Ekstraksi Pewarna Alami Dari Buah Arben*, UNPAD, Bandung.
- Towle, G.A. (1973). Carrageenan in R.L Whistler. *Industrial Gum*, Academic Press, New York.
- Triyono, A. (2010). Mempelajari Pengaruh Penambahan Beberapa Asam Pada Proses Isolasi Protein Terhadap Tepung Protein Isolat. *Seminar Rekayasa*

Kimia dan Proses.

- Utami, K. (2016). *Laju Pertumbuhan Bayam Merah (Alternanthera Amoena Voss) Secara Hidroponik Dengan Konsentrasi Nutrisi Dan Media Tanam Yang Berbeda*. Pendidikan Biologi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Wiyasihati, S. I., & Wigati, K. W. (2016). Potensi Bayam Merah (Amaranthus Tricolor L) Sebagai Antioksidan Pada Toksisitas Timbal Yang Diinduksi Pada Mencit. *Majalah Kedokteran Bandung*, 48(2), 63–67.
- Wrolstad, G. (2001). Characterization And Measurement Of Anthocyanins By Uv-Visible Spectroscopy. *John Wiley & Sons, Inc*, 1–13.
- Yuliantari, N. W. A., Widarta, I. W. R., & Permana, I. D. G. M. (2017). Pengaruh Suhu Dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kandungan Flavonoid Dan Aktivitas Antioksidan Daun Sirsak (*Annona Muricata L.*) Menggunakan Ultrasonik. *Media Ilmiah Teknologi Pangan*, 4(1), 35–42.
- Zhu, Q. Y., Hackman, R. M., Ensunsa, J. L., Holt, R. R., & Keen, C. L. (2002). Antioxidative Activities Of Oolong Tea. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 50(23), 6929–6934.
- Zou TB, En-Qin Xia, Tai-Ping He, Ming-Yuan Huang, Qing Jia, and Hua-Wen Li. 2014. Ultrasound-Assisted Extraction of Manganese from Mango Leaves Using Response Surface Methodology. *Molecules* 19, 1411-1421