

SKRIPSI

**PENGARUH SUHU EKSTRAKSI TERHADAP KANDUNGAN
FITOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK
DAUN TUMBUHAN APU-APU (*Pistia stratiotes*)**

***EFFECT OF TEMPERATURE EXTRACTION ON THE
PHYTOCHEMICAL COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT
ACTIVITY FROM WATER LETTUCE LEAVES (*Pistia stratiotes*)
EXTRACT***



**Oleh:
Citra Aprilia
05061381722041**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

SUMMARY

CITRA APRILIA. *Effect of Temperature Extraction on the Phytochemical Compounds and Antioxidant Activity from Water Lettuce Leaves (Pistia stratiotes) Extract* (supervised by **SUSI LESTARI** and **SABRI SUDIRMAN**).

This research aimed to determine the effect of the extraction temperature on the water lettuce (*Pistia stratiotes*) leaf extract on the yield, bioactive compounds and antioxidant activities. This research was carried out experimentally in a laboratory with temperature treatment consisting of 3 levels (temperatures 30 °C, 45 °C and 60 °C) and repeated 3 times. Parameters was measured in this study including extract yield, bioactive compounds (polyphenols, flavonoid and tannin), antioxidant activity test using the DPPH method. The values obtained was described in the form of pictures, tables and graphs, and continued with Duncan's test. The results of the yield of the water lettuce leaf extract with an extraction temperature of 30 °C, was is 9.11%, an extraction temperature of 45 °C was 14.48% and an extraction temperature of 60 °C was 15.32%. The total polyphenols content in the water lettuce leaf extract with extraction temperatures of 30 °C, 45 °C and 60 °C respectively was 273.7 mg GAE/g dry sample, 238.4 mg GAE/g dry sample and 212 mg GAE/g dry sample. The total flavonoids content in the water lettuce leaf extract with extraction temperatures of 30 °C, 45 °C and 60 °C respectively was 641.90 mg QE/g dry sample, 512.61 mg QE/g dry sample and 446.03 mg QE/g dry sample. The tannins content of the water lettuce leaf extract with extraction temperatures of 30 °C, 45 °C and 60 °C respectively was 29.11 mg TAE/g dry sample, 20.77 mg TAE/g dry sample and 18.45 mg TAE/g dry sample. Antioxidant activity using the DPPH method resulted in an IC₅₀ values in the water lettuce leaf extract with extraction temperatures of 30 °C, 45 °C and 60 °C respectively of 227 ppm, 250 ppm and 317 ppm.

Keywords: *Pistia stratiotes*, extraction temperature, bioactive compounds, free radicals, antioxidants.

RINGKASAN

CITRA APRILIA. Pengaruh Suhu Ekstraksi terhadap Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Tumbuhan Apu-apu (*Pistia stratiotes*) (dibimbing oleh **SUSI LESTARI** dan **SABRI SUDIRMAN**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu ekstraksi ekstrak daun apu-apu (*Pistia stratiotes*) terhadap rendemen, senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan perlakuan suhu yang terdiri dari 3 taraf (suhu 30°C, 45°C dan 60°C) dan diulang sebanyak 3 kali. Parameter yang diukur dalam penelitian ini meliputi rendemen ekstrak, senyawa bioaktif (polifenol, flavonoid dan tanin), uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH. Nilai yang diperoleh dideskripsikan dalam bentuk gambar, tabel dan grafik, dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil rendemen ekstrak daun apu-apu dengan suhu ekstraksi 30°C sebesar 9,11%, suhu ekstraksi 45°C sebesar 14,48% dan suhu ekstraksi 60°C sebesar 15,32%. Kandungan total polifenol pada ekstrak daun apu-apu dengan suhu ekstraksi 30 °C, 45 °C dan 60 °C berturut-turut adalah 273,7 mg GAE/g sampel kering, 238,4 mg GAE/g sampel kering dan 212 mg GAE/g sampel kering. Kandungan flavonoid total pada ekstrak daun apu-apu dengan suhu ekstraksi 30 °C, 45 °C dan 60 °C berturut-turut adalah 641,90 mg QE/g sampel kering, 512,61 mg QE/g sampel kering dan 446,03 mg QE/g sampel kering. Kandungan tanin ekstrak daun apu-apu dengan suhu ekstraksi 30 °C, 45 °C dan 60 °C berturut-turut adalah 29,11 mg TAE/g sampel kering, 20,77 mg TAE/g sampel kering dan 18,45 mg TAE/g sampel kering. Aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH menghasilkan nilai IC₅₀ pada ekstrak daun apu-apu dengan suhu ekstraksi 30 °C, 45 °C dan 60 °C masing-masing sebesar 227 ppm, 250 ppm dan 317 ppm.

Kata kunci: *Pistia stratiotes*, suhu ekstraksi, senyawa bioaktif, radikal bebas, antioksidan.

SKRIPSI

PENGARUH SUHU EKSTRAKSI TERHADAP KANDUNGAN FITOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK DAUN TUMBUHAN APU-APU (*Pistia stratiotes*)

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Citra Aprilia
05061381722041

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH SUHU EKSTRAKSI TERHADAP KANDUNGAN
FITOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK
DAUN TUMBUHAN APU-APU (*Pistia stratiotes*)

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan Pada
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

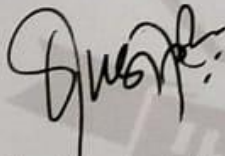
Citra Aprilia
05061381722041

Indralaya,

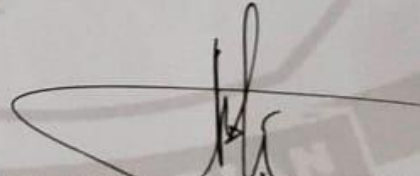
2022

Pembimbing I

Pembimbing II



Susi Lestari, S.Pi., M.Si.
NIP. 197608162001122002



Sabri Sudirman, S.Pi., M.Si., Ph.D
NIP. 198804062014041001

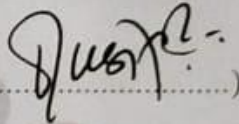
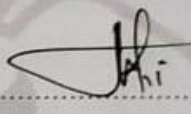

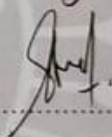
Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr
NIP. 196412291990011001

Skripsi dengan judul "Pengaruh Suhu Ekstraksi terhadap Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Tumbuhan Apu-apu (*Pistia stratiotes*)" oleh Citra Aprilia telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Januari 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Susi Lestari, S.Pi., M.Si. Ketua (.....)
NIP. 197608162001122002
2. Sabri Sudirman, S.Pi., M.Si., Ph.D. Sekretaris (.....)
NIP. 198804062014041001
3. Prof. Dr. Ace Baehaki, S.Pi., M.Si. Anggota (.....)
NIP. 197606092001121001
4. Dr. Sherly Ridhowati N.I., S.T.P., M.Sc. Anggota (.....)
NIP. 198204262012122003

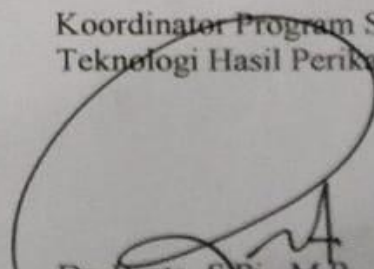
Indralaya, 2022

Ketua Jurusan
Perikanan



Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si.
NIP.197602082001121003

Koordinator Program Studi
Teknologi Hasil Perikanan


Dr. Rinto, S.Pi., M.P.
NIP.197606012001121001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Citra Aprilia

NIM : 05061381722041

Judul : Pengaruh Suhu Ekstraksi terhadap Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Tumbuhan Apu-apu (*Pistia stratiotes*)

Menyatakan bahwa seluruh data dan informasi yang terdapat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dengan arahan pembimbing, kecuali yang telah disebutkan dengan jelas sumbernya dan belum pernah diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada instansi lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, 2022

Yang membuat pernyataan



Citra Aprilia

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di desa Sungai Lumpur, Kecamatan Cengal pada tanggal 21 April 1999. Penulis lahir dari orang tua yaitu Bapak H. Jamaludin dan Ibu Hj. Siti Amina sebagai anak kedua dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh Pendidikan yang bermula dari Sekolah Dasar Negeri 1 Sungai Lumpur diselesaikan pada tahun 2008, kemudian Sekolah Menengah Pertama Negeri 16 Palembang diselesaikan pada tahun 2012, melanjutkan ke Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 1 Palembang dan selesai pada tahun 2017. Sejak tahun 2017 penulis tercatat sebagai mahasiswa aktif di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Sriwijaya Fakultas Pertanian, Jurusan Perikanan, Program Studi Teknologi Hasil Perikanan melalui jalur USMPTN (Ujian Seleksi Masuk Perguruan Tinggi Negeri).

Selama masa perkuliahan penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan dari tingkat jurusan hingga universitas. Penulis pernah menjadi bagian dari pengurus Himpunan Mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan (HIMASILKAN) sebagai sekretaris Departemen Informasi dan Komunikasi periode 2018-2019 dan organisasi kedaerahan Himpunan Mahasiswa Pantai Timur (HIMAPATI) sebagai bendahara umum periode 2018-2019. Penulis juga telah mengikuti program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Reguler ke-93 di Kelurahan Tanjung Batu pada bulan Desember 2020 hingga Januari 2021.

KATA PENGANTAR

Segala puji serta syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Suhu Ekstraksi terhadap Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Tumbuhan Apu-apu (*Pistia stratiotes*)” Penulisan skripsi ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Perikanan Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Dalam penulisan skripsi ini penulis sangat berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan pengarahannya, bimbingan, motivasi, serta bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr, selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si. selaku ketua Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Rinto., S.Pi., M.P. selaku Koordinator Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Susi Lestari, S.Pi., M.Si. selaku dosen pembimbing skripsi dan selaku dosen pembimbing akademik. Terimakasih atas semua bimbingannya serta kesabarannya dalam memotivasi penulis selama masa perkuliahan sampai ke penyelesaian skripsi.
5. Bapak Sabri Sudirman, S.Pi., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya serta memberikan bantuan, bimbingan, motivasi dan arahan dalam penyusunan skripsi.
6. Bapak Prof. Dr. Ace Baehaki, S.Pi., M.Si. dan ibu Dr. Sherly Ridhowati Nata Imam, S.T.P., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah berkenan dan berbaik hati menguji penulis serta memberikan saran untuk skripsi penulis.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. Bapak Herpandi , S.Pi., M.Si., Ph.D., Ibu Indah Widiastuti, S.Pi., M.Si., Ph.D., Ibu Shanti Dwita Lestari, S.Pi., M.Sc., Ibu Dwi Indah Sari, S.Pi., M.Si., Ibu Wulandari S.Pi., M.Si., Ibu Puspa Ayu Pitayati S.Pi., M.Si., Ibu Siti Hanggita

R.J. S.T.P., M.Si., Ph.D., dan Bapak Agus Supriadi, S.Pt., M.Si. atas ilmu, nasihat dan motivasi yang diberikan selama masa perkuliahan.

8. Kedua orang tua yang sangat penulis sayangi dan cintai, Bapak H. Jamaludin dan Ibu Hj. Siti Amina yang selalu mendoakan, memberikan kasih sayangnya, memotivasi setiap langkah penulis dan selalu memberikan dukungan serta nasihatnya kepada penulis dari semenjak dilahirkan hingga saat ini.
9. Saudara dan saudari penulis Rela Wati S.E., Dina Fransiska S.Tr.Keb., Muhammad Nasir dan Nurul Azizah serta seluruh keluarga besar yang penulis sayangi atas segala dukungan dan doa terbaik yang telah diberikan.
10. Rudi Haika S.H. selaku orang terdekat penulis yang telah menemani, membantu serta memberikan semangat setiap harinya dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Sahabat-sahabat Griya Pemersatu Bangsa Jun, Mitek, Nana, Inda, Hany, Tnr atas semua bantuan dan dukungan yang telah diberikan selama penulis melakukan penelitian.
12. Tim Antioksidan Vira, Eyin, Mitek dan Fajar atas semua drama-drama yang telah dilalui bersama penulis serta bantuan yang telah diberikan selama penulis melakukan penelitian.
13. Staf Administrasi dan analis laboratorium Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Laboratorium Program Studi Budidaya Perairan dan Laboratorium Program Studi Ilmu Tanah yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penulis melakukan penelitian.
14. Teman-teman seperjuangan Teknologi Hasil Perikanan khususnya Angkatan 2017 yang penulis spesialkan Chindya, Jeny, Dwi, Cantik, serta Kodel, Septi, Melni, Indah, mbak Yun, Tatak, Mega, Nia, Wiedi, Dicky, Agus, Ihza, Cokun, bang Gojo, Ojan, Iman dan Rendho atas persaudaraan, kebersamaan dan dukungan dari awal perkuliahan.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Penulis juga mengharapkan semoga penulisan skripsi ini dapat dimanfaatkan untuk perkembangan pengetahuan bagi pihak yang membutuhkan.

Semoga apa yang telah penulis lakukan selama perkuliahan mendapatkan ridho dari Allah SWT. Untuk semua ilmu yang didapatkan di perkuliahan ini semoga dapat bermanfaat dan bisa diamankan bagi penulis. Aamiin Allahumma Aamiin.

Indralaya, 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kerangka Pemikiran.....	3
1.3. Tujuan	5
1.4. Manfaat	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Tumbuhan Apu-apu (<i>Pistia stratiotes</i>).....	6
2.2. Radikal Bebas.....	7
2.3. Antioksidan	8
2.3.1. Definisi Antioksidan	8
2.3.2. Sumber Antioksidan.....	10
2.3.3. Uji Aktivitas Antioksidan Metode DPPH	10
2.4. Senyawa Fitokimia.....	12
2.4.1. Polifenol	12
2.4.2. Flavonoid	15
2.4.3. Tanin	17
2.5. Ekstraksi	19
2.5.1. Definisi Ekstraksi	19
2.5.2. Metode Ekstraksi.....	20
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	22
3.1. Tempat dan Waktu	22
3.2. Alat dan Bahan.....	22
3.3. Metode Penelitian.....	22
3.4. Cara Kerja	22
3.4.1. Persiapan Sampel	23

3.4.2 Ekstraksi Daun Tumbuhan Apu-apu (<i>Pistia stratiotes</i>)	23
3.5. Parameter Pengamatan	24
3.5.1. Rendemen Ekstrak	24
3.5.2. Uji Kuantitatif Senyawa Fitokimia	24
3.5.2.1. Analisis Total Polifenol	25
3.5.2.2. Analisis Total Flavonoid	26
3.5.2.3. Analisis Total Tanin	27
3.5.3. Analisis Aktivitas Antioksidan Metode DPPH	28
3.6. Analisis Data	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Rendemen Ekstrak	30
4.2. Kandungan Total Polifenol	31
4.3. Kandungan Total Flavonoid.....	33
4.4. Kandungan Total Tanin	34
4.5. Aktivitas Antioksidan Metode DPPH	36
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1. Kesimpulan	39
5.2. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40

DAFTAR GAMBAR

2.1. Tumbuhan Apu-apu (<i>Pistia stratiotes</i>)	6
2.2. Reduksi DPPH	11
2.3. Struktur polifenol	13
2.4. Mekanisme peredaman radikal bebas oleh fenol	13
2.5. Struktur flavonoid	15
2.6. Mekanisme peredaman radikal bebas oleh flavonoid	16
2.7. Struktur tanin.....	17
2.8. Reaksi oksidasi senyawa tanin	18
4.1. Rendemen ekstrak daun tumbuhan apu-apu (<i>Pistia stratiotes</i>)	30
4.2. Kandungan total polifenol ekstrak daun tumbuhan apu-apu.....	32
4.3. Kandungan total flavonoid ekstrak daun tumbuhan apu-apu.....	33
4.4. Kandungan total tanin ekstrak daun tumbuhan apu-apu	35
4.5. Nilai IC ₅₀ pada ekstrak daun tumbuhan apu-apu	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Ekstraksi Daun Tumbuhan Apu-apu.....	48
Lampiran 2. Perhitungan Rendemen Ekstrak.....	49
Lampiran 3. Perhitungan Kadar Total Polifenol	50
Lampiran 4. Perhitungan Kadar Total Flavonoid	57
Lampiran 5. Perhitungan Kadar Total Tanin	64
Lampiran 6. Perhitungan Uji Aktivitas Antioksidan.....	71
Lampiran 7. Hasil Perhitungan Uji Duncan.....	86
Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian.....	91

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Radikal bebas merupakan molekul yang relatif tidak stabil dengan bagian pada orbit terluarnya memiliki beberapa elektron yang tidak berpasangan (Robbins, 2007). Molekul tersebut menjadi tidak stabil dan radikal sehingga molekul ini menarik pasangan elektron dari molekul lain, karena itulah disebut radikal bebas. Tindakan tersebut akan menimbulkan reaksi berantai sehingga radikal bebas semakin banyak. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan sel-sel di dalam tubuh mengalami perubahan, proses metabolisme tertahan dan sistem imun menurun. Hal tersebut membutuhkan antioksidan karena keadaan tersebut dapat menimbulkan munculnya beberapa penyakit yang bersifat degeneratif, sedangkan antioksidan berfungsi untuk melindungi tubuh akibat dari radikal bebas dan menurunkan pengaruh buruknya (Winarsi, 2007).

Antioksidan adalah suatu senyawa yang berfungsi untuk menahan terjadinya radikal bebas. Antioksidan dapat mencegah penyakit yang berhubungan dengan radikal bebas. Senyawa antioksidan mempunyai struktur molekul yang dapat mendonorkan elektronnya pada molekul radikal bebas sehingga bisa memutus reaksi berantai (Halliwell *et al.*, 2000). Menurut Sofia (2005) antioksidan merupakan inhibitor yang dapat menghambat oksidasi melalui reaksi dengan radikal bebas reaktif yang membentuk radikal bebas tidak reaktif yang relative stabil sehingga dapat melindungi sel dari efek berbahaya *reactive oxygen species* (ROS). Ketersediaan antioksidan yang dihasilkan di dalam tubuh tidak memenuhi sehingga dibutuhkan tambahan antioksidan yang berasal dari luar tubuh. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa senyawa antioksidan yang terkandung di dalam tumbuhan menjadi alternatif yang sangat berpotensi dalam menghambat terbentuknya radikal bebas (Azlim *et al.*, 2010). Adapun tumbuhan yang dapat berpotensi sebagai antioksidan yaitu memiliki kandungan vitamin E, vitamin C dan antioksidan dari senyawa golongan fenolik (Kumalaningsih, 2006). Tumbuhan apu-apu (*Pistia stratiotes*) merupakan salah satu jenis tumbuhan yang mempunyai senyawa golongan fenolik (Safitri, 2021).

Tumbuhan apu-apu (*Pistia stratiotes*) merupakan salah satu tumbuhan air yang biasanya ditemukan mengapung di perairan tenang atau kolam. Tumbuhan apu-apu merupakan jenis gulma air yang cepat tumbuh dan mempunyai daya adaptasi terhadap lingkungan baru. Bagian tumbuhan apu-apu yang banyak digunakan untuk mengobati berbagai penyakit adalah bagian daunnya. Tumbuhan apu-apu memiliki kandungan air sebesar 82,35%, kadar abu 0,89%, kadar protein 1,13%, kadar lemak 1,88% dan kadar karbohidrat 13,73% (Mareta, 2016). Selain itu, daun apu-apu mengandung golongan senyawa flavonoid, steroid, glikosida antrakuinon (Ahad *et al.*, 2011), antosianin, saponin, karbohidrat dan tanin (Tulika *et al.*, 2014). Menurut penelitian Safitri (2021) daun dari tumbuhan apu-apu memiliki kandungan senyawa bioaktif yang dapat berpotensi sebagai antioksidan.

Senyawa yang terkandung di dalam daun tumbuhan apu-apu dapat diambil dengan cara proses ekstraksi. Ekstraksi adalah suatu cara pemisahan, pengeluaran maupun penarikan suatu zat yang diinginkan dari bahan. Menurut Harbone (1987) ekstraksi adalah pemisahan zat yang diinginkan dan zat yang tidak berguna, teknik pemisahannya didasarkan pada distribusi zat terlarut antara dua atau lebih pelarut campuran. Metode ekstraksi yang digunakan untuk menghasilkan ekstrak daun apu-apu yaitu dengan menggunakan metode ekstraksi maserasi.

Proses ekstraksi dengan merendam simplisia bersama pelarut kemudian dilakukan pengadukan disebut dengan maserasi. Pada umumnya ekstraksi maserasi dilakukan pada suhu ruang tetapi terdapat kekurangan antara lain senyawa mempunyai kelarutan tertentu disaat suhu ruang sehingga senyawa menjadi tidak terlarut dengan baik. Hal ini disebabkan oleh kelarutan senyawa akan naik karena adanya proses pemanasan. Peningkatan suhu pada proses ekstraksi bisa menambah keefektifan dari ekstraksi karena suhu yang panas bisa menaikkan permeabilitas dinding sel, menaikkan kelarutan serta pelarutan suatu senyawa yang sudah mengalami proses ekstrak (Nindyasari *et al.*, 2012). Demisi *et al.* (2019) menyatakan pada proses ekstraksi dapat dilakukan dengan menaikkan suhu dari ekstraksi sehingga didapatkan hasil yang maksimal. Hal ini sependapat dengan Dewi *et al.* (2012) bahwa peningkatan suhu ekstraksi dapat menaikkan kelarutan komponen senyawa fenolik yang ada di dalam pelarut ekstraksi

akibatnya pada saat mengalami kenaikan senyawa fenolik maka penangkalan radikal bebas yang dihasilkan akan tinggi. Ekstraksi dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu suhu yang digunakan, suhu yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan hilangnya komponen bioaktif karena proses oksidasi sedangkan suhu yang terlalu rendah akan mengakibatkan komponen bioaktif yang terekstrak dari bahan tidak maksimal sehingga komponen bioaktif yang diperoleh rendah (Himawan *et al.*, 2020). Oleh sebab itu, diperlukan penetapan suhu yang akurat sehingga dapat mengoptimalkan proses ekstraksi yang didapatkan dari ekstrak dengan kandungan aktivitas antioksidan tertinggi.

1.2. Kerangka Pemikiran

Pelarut yang sering digunakan untuk mengekstrak senyawa bioaktif dari tumbuhan yaitu *aquadest*, etanol dan metanol. Pomeranz (1994) mengatakan bahwa penentuan pelarut berdasarkan pada prinsip dari kelarutan itu sendiri dengan istilah *like dissolves like* yang artinya pelarut yang bersifat polar akan melarutkan senyawa yang bersifat polar dan sebaliknya pelarut yang bersifat non polar akan melarutkan senyawa yang bersifat non polar. Pada penelitian ini pelarut yang digunakan untuk proses ekstraksi yaitu pelarut etanol 70%. Pada penelitian sebelumnya yaitu Safitri (2021) yang mengekstrak daun apu-apu (*Pistia stratiotes*) menggunakan pelarut etanol 70% dan *aquadest*, senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan yang dihasilkan tertinggi yaitu terdapat pada pelarut etanol 70%. Sejalan dengan penelitian Nuri *et al.* (2020) ekstraksi daun Jati Belanda (*Guazuma ulmifolia*) dengan variasi metode ekstraksi yaitu pelarut etanol 70%, perebusan dan infusa menunjukkan bahwa total fenol, total flavonoid dan aktivitas antioksidan tertinggi didapatkan dengan menggunakan pelarut etanol 70% dengan hasil total fenol yaitu 67,761 mg GAE/g sampel, hasil total flavonoid 124,643 mg QE/g sampel serta nilai IC₅₀ yaitu sebesar 6,544 ppm. Penggunaan pelarut etanol berdasarkan senyawa golongan fenolik yang akan bercampur dalam pelarut yang bersifat polar dan aman serta tidak toksik (Pengelly, 2006).

Pengujian daun tumbuhan apu-apu sebelumnya telah dilakukan oleh Safitri (2021) yang menggunakan dua pelarut yaitu etanol 70% dan *aquadest* dan diekstraksi pada suhu ruang, menunjukkan bahwa daun tumbuhan apu-apu

memiliki aktivitas antioksidan paling tinggi yaitu pada pelarut etanol 70% yang memiliki senyawa bioaktif diantaranya fenol sebesar 235,55 mg GAE/g sampel, flavonoid sebesar 214,96 mg QE/g sampel dan tanin sebesar 19,86 mg TAE/g sampel dan memiliki nilai IC_{50} sebesar 0,459 mg/mL. Namun, aktivitas antioksidan pada penelitian tersebut tergolong antioksidan lemah dikarenakan proses ekstraksi yang dilakukan masih menggunakan suhu ruang.

Xu *et al.* (2012) menyatakan bahwa salah satu faktor yang berpengaruh pada proses ekstraksi adalah suhu ekstraksi. Suhu ekstraksi merupakan salah satu parameter terpenting untuk dioptimalkan karena suhu ekstraksi dapat mempengaruhi hasil ekstraksi. Suhu yang tidak tepat dengan sifat suatu senyawa maka akan mengakibatkan perubahan struktur dari suatu senyawa (Julian, 2011). Menurut Ibrahim *et al.* (2015) suhu ekstraksi yang melewati batas optimum bisa menyebabkan kandungan senyawa fenolik yang terkandung di dalam larutan terjadi perubahan struktur dikarenakan terjadi proses oksidasi sehingga ekstrak yang akan didapatkan rendah. Untuk mendapatkan senyawa bioaktif yang maksimal, tumbuhan membutuhkan kondisi ekstraksi yang berbeda karena setiap tumbuhan memiliki karakteristik sendiri.

Penelitian Chew *et al.* (2011) melaporkan faktor perlakuan suhu ekstraksi 25 °C, 35 °C, 45 °C, 55 °C, dan 65 °C pada ekstraksi *Centella asiatica* memperlihatkan bahwa kandungan aktivitas antioksidan meningkat seiring dengan peningkatan suhu ekstraksi ekstrak *Centella asiatica*. Selain itu, Ningrum (2017) juga melaporkan bahwa peningkatan suhu ekstraksi ekstrak *Eucheuma cottoni* memberikan pengaruh nyata terhadap total fenol, total flavonoid, dan aktivitas antioksidannya. Suhu ekstraksi yang digunakan pada penelitian tersebut yaitu 25 °C, 40 °C dan 55 °C dengan hasil terbaik diperoleh dari suhu ekstraksi 55 °C yaitu total fenol 168,06 mg GAE/g ekstrak, total flavonoid 59,28 mg QE/g ekstrak dan nilai IC_{50} yang didapatkan sebesar 386,84 ppm. Xu *et al.* (2012) menyatakan penggunaan suhu ekstraksi yang baik yaitu suhu yang lebih tinggi dari suhu ruang, sehingga disarankan pada saat dilakukan ekstraksi penggunaan suhu yaitu lebih dari suhu ruang.

Sejauh ini belum didapatkan data yang dilaporkan untuk pengujian aktivitas antioksidan dengan menggunakan daun tumbuhan apu-apu ekstrak etanol 70%

dan suhu ekstraksi yang lebih tinggi. Berdasarkan pejabaran tersebut, maka diperlukan pengujian untuk menentukan kandungan fitokimia dan aktivitas senyawa antioksidan daun tumbuhan apu-apu (*Pistia stratiotes*) dengan suhu ekstraksi yang berbeda (suhu 30 °C, 45 °C, dan 60 °C) dan menggunakan pelarut etanol 70%.

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian adalah penentuan pengaruh variasi suhu ekstraksi yang terbaik terhadap kandungan komponen senyawa fitokimia dan aktivitas antioksidan dari daun tumbuhan apu-apu (*Pistia stratiotes*) yang diekstrak menggunakan pelarut etanol 70%.

1.4. Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi tentang potensi antioksidan daun tumbuhan apu-apu serta memberikan informasi data ilmiah aktivitas antioksidan ekstrak etanol dengan suhu terbaik untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agoes, G., 2007. *Teknologi Bahan Alam*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Alfianti, U., 2012. Determination Antioxidant Activity on water Spinach (*Ipomea Reptans Poir*) Grown Ias Organic Treatment Report. *Chemistry Departement, Science and Match Faculty*, Riau University (In Bahasa Indonesia).
- Amarowicz, R., Naczki, M., dan Shahidi, F., 2000. Antioxidant Activity of Crude Tannins of Canola and Rapeseed Hulls. *JAACS*. 77: 957-961.
- Azlim, A. A. A., Ahmed, J. K. C., Syed, Z. I., Mustapha, S. K., Aisyah, M. R., dan Kamarul, R. K., 2010. Total Phenolic Content and Primary Antioxidant Activity of Methanolic and Ethanolic Extracts of Aromatic Plants Leaves. *International Food Research Journal*, 17, 1077-1084.
- Bailon, M. T., dan Santos, B., 2003. Polyphenols Extraction from Foods Methods in Polyphenol Analysis. *Cambridge*. UK: Royal Society of Chemistry.
- Ballard, T., Mallikarjunan., dan Thatcher, C., 2008. Optimizing The Extraction Of Phenolic Antioxidants From Peanut Skins Response Surface Methodology.
- Chandra, S., Khan, S., Avula, B., Lata, H., Yang, M.H., ElSohly, M.A., and Khan, I.A., 2014. Assessment of Total Phenolic and Flavonoid Content, Antioxidant Properties, and Yield of Aeroponically and Conventionally Grown Leafy Vegetables and Fruit Crops: A Comparative Study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2-3.
- Chew, K. K., Thoo, S.Y. Ng, Khoo M.Z., Wan Aida W.M., Ho C.W., 2011. Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of *Centella asiatica* extracts. *International Food Research Journal*, 18: 571-578.
- Cuvelier, M.E., Richard, H., dan Besset, C., 1992, Comparison of the Antioxidative of Some Acid Phenols : Structure-Activity Relationship, *Biosci. Biotechnol. Biochem*, 56 (2), 324-325.
- Demi RP, Ruslan, Rahim EA, Ys H. 2019. Ekstraksi pektin pada kulit buah kluwih (*Artocarpus camansi Blanco*) pada berbagai suhu dan konsentrasi asam sitrat. *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*. 5(1): 100-108.
- Desmiaty, Y., Ratih, H., Dewi, M. A., dan Agustin R., 2008. Penentuan Jumlah Tanin Total pada Daun Jati Belanda (*Guazuma ulmifolia Lamk*) dan Daun Sambang Darah (*Excoecaria bicolor Hassk.*) Secara Kolorimetri dengan Pereaksi Biru Prusia. *Ortocarpus*. 8, 106-109.

- Dewi, R. A. S., 2011. Uji Kualitatif dan Kuantitatif Tanin pada Kulit Batang dan Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) secara Spektrofotometri menggunakan Pereaksi Biru Prusia. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Surabaya.
- Dewi, A. N., 2012. Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Kulit Melinjo Merah (*Gnetum gnemon*). *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Endarini., Lully, H., Farm, M., 2016. *Farmakognisi dan Fitokimia*. Jakarta: Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan.
- Fajriati, I., 2006. Optimasi Metode Penentuan Tanin (Analisis Tanin secara Spektrofotometri dengan Pereaksi Orto-Fenantrolin). Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Fathorrahman, A., Swastika, S. N., Yuliana., dan Abrina, S. P., 2012. *Proses Pembuatan Etanol Semikontinyu melalui Rekayasa Alat Fermentor Fluidasi*. Buana Sains Vol 12 No 2:1-8. Universitas Tribhuwana Tungadewi.
- Gitawati, R., 1995. Radikal Bebas-Sifat dan Peran dalam Menimbulkan Kerusakan/Kematian Sel. *Cermin Dunia Kedokteran*, 102, 33-35.
- Gordon., 2001. Antioxidant in Food. *CRC Press*. New York.
- Haile, M and Kang, W. H., 2019. Antioxidant Activity, Total Polyphenol, Flavonoid and Tannin Contents of Fermented Green Coffee Beans with Selected Yeasts. *Department of Horticulture and Bio-system Engineering, Kangwon National University, Chuncheon 24341*, 4-5.
- Halliwell, B., dan Gutteridge, J. M. C., 2000. *Free Radical in Biology and Medicine*. Newyork: Oxford University Press.
- Handoko, Y. A., Riani, I. P., dan Laurita, L., 2016. Studi Pertumbuhan *Pistia Stratiotes* L. Terhadap Beberapa Jenis Logam. *Prosiding Konser Karya Ilmiah*, 2, 105-115.
- Hardiana, R., Rudiyanasyah dan Zaharah, T. A., 2012. Aktivitas Antioksidan Senyawa Golongan Fenol dari Beberapa Jenis Tumbuhan Famili Malvaceae. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 1(1), 8-13.
- Harma, M., 2021. Pengaruh Suhu Ekstraksi terhadap Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Tumbuhan Genjer (*Limnocharis flava*). *Skripsi*. Indralaya: Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Henani., dan Rahardjo, M., 2005. Tumbuhan *Berkhasiat Antioksidan*. Jakarta: Penebar Swadaya, hal. 9, 16-20.
- Hilwiyah, A., Lukiaty, B., Nugrahaningsih., 2015. Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan serta Kadar Total Fenol – Flavonoid Ekstrak Etanol Murbei (*Morus alba* L.). Malang: Universitas Negeri Malang.
- Himawan, O., 2020. Pengaruh Suhu Ekstraksi Kulit Melinjo Merah (*Gnetum gnemon* L.) Berbantu Gelombang Ultrasonik terhadap Yield, Fenolik,

- Flavonoid, Tanin, dan Aktivitas Antioksidan. *Skripsi*. Semarang: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Semarang.
- Houghton, P. J., dan Raman, A., 1998. *Laboratory Handbook for The Fractination of Natural Extracts*. London: Thomson Science.
- Ibrahim, A. M., Yunita., dan Feronika, H. S., 2015. Pengaruh suhu dan lama waktu ekstraksi terhadap sifat kimia dan fisik pada pembuatan minuman sari jahe merah dengan kombinasi penambahan madu sebagai pemanis. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3 (2):530-541.
- Julian, A. R., 2011. Pengaruh Suhu dan Lamanya Penyeduhan Teh Hijau (*Camellia sinensis*) serta Proses Pencernaan secara In Vitro terhadap Penghambatan Aktivitas Enzim Alfa Amilase dan Alfa Glukosidase secara In Vitro. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Julianto, T. S., 2019. *Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Kawiji, Khasanah L. U., Utami, R., Aryani, N. T., 2015. Ekstraksi Maserasi Oleoresin Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix* DC): Optimasi Rendemen dan Pengujian Karakteristik Mutu. *Agritech*. 35(2): 178-184.
- Khatun, M., Egucgi, S., Yamaguchi, T., Takamura, H and Matoba, T., 2006. Effect of Thermal Treatment on Radical Scavenging Activity of Some Species. *Journal Food Sci. Technol Res*. 12(3): 178-185.
- Komala, P. T. H., Husni A., 2021. Pengaruh suhu ekstraksi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak metanolik *Eucheuma spinosum*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 24(1): 1-10
- Kumalaningsih, S., 2006. *Antioksidan Alami*. Surabaya: Trubus Agrisarana.
- Lobo, V., 2010. Free Radicals, Antioxidant, and Functional Foods: Impact on Human Health. *Pharmacognosy Review*, 4(8), 118-126.
- Mareta, H., 2016. Analisis Kandungan Proksimat, Vitamin A,C,E dan Aktivitas Antioksidan Tumbuhan Apu-apu (*Pistia stratiotes*). *Skripsi*. Indralaya: Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Marinova, D., Ribanova, F., Atanassova, M., 2005. Total Phenolics and Total Flavonoids in Bulgarian Fruits and Vegetables. *Journal of the University of Chemical Techonology and Metallurgy*, (40): 255-260.
- Markham, K. R., 1988. *Tehnigues of Flavonoids Identification*, diterjemahkan oleh Padmawinata, K. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Mierziak, J., Kostyn, K., Kulma, A., 2014. *Flavonoids as Important Molecules, of PlantInterctions with the Environment*. Poland: Faculty of Biotechnology Wroclaw University, Molecules ISSN 1420-3049.
- Molyneux, P., 2004. The Use of the Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarın Journal of Scienceem Technology*. 26(2), 211-219.

- Nair, I. C., 2008. Biodegradation of Phenol. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 7 (25). 4951-4958.
- Narsih., Agato., 2018. Efek Kombinasi Suhu dan Waktu Ekstraksi terhadap Komponen Senyawa Ekstrak Kulit Lidah Buaya. *Jurnal Galung Tropika*.
- Nindyasari, S., 2012. Pengaruh Suhu dan Waktu Penyeduhan Teh Hijau (*Camelisa sinensis*) serta Proses Pencernaan In Vitro terhadap Aktivitas Inhibisi Lipase. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ningrum, M. P., 2017. Pengaruh Suhu dan Lama Waktu Maserasi terhadap Aktvitas Antioksidan Ekstrak Metanol Rumpiut Laut Merah (*Eucheuma cottoni*). *Skripsi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Noer, S., Rosa D. P., dan Efri, G., 2018. Penetapan Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin dan Flavonoid sebagai Kuersetin) pada Ekstrak Daun Inggu (*Ruta angustifolia* L.).
- Nuri, E. P., Hidayat, M. A., Ningsih, I. Y., Triatmoko, B., Diansari, D., 2020. Pengaruh Metode Ekstraksi terhadap Kadar Fenol dan Flavonoid Total, Aktivitas Antioksidan serta Antilipase Daun Jati Belanda (*Guazuma ulmifolid*). *Jurnal Sains Farmasi dan Klinis*.
- Nuriasmita., 2012. Penyebaran Tumbuhan Hiperakumulator Perak *Pistias tratiotes*. (Online). [Http://http://nuriasmita.wordpress.com/2012/10/24/penyebaran-tumbuhan-hiperakumulator-perak-pistia-stratiotes](http://nuriasmita.wordpress.com/2012/10/24/penyebaran-tumbuhan-hiperakumulator-perak-pistia-stratiotes). (Diakses pada tanggal 29 Oktober 2020).
- Oematan, Z. Z. B., 2015. Pengaruh Perbedaan Suhu dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kandungan Tanin pada Ekstrak Daun Jambu Mete (*Anacardium occidentale* L.) *Jurnal Mahasiswa Universitas Surabaya*. 4(2), 1-12.
- Panagan., 2011. Pengaruh Penambahan Tepung Wortel (*Daucus carota* L.) Terhadap Bilangan Peroksida dan Asam Lemak Bebas pada Minyak Goreng Curah. *Jurnal Penelitian Sains*.
- Pengelly, A., 2006. *The Constituents of Medicinal Plants: An Introduction To The Chemistry and Therapeutics of Herbal Medicines*. Australia: Allen & Unwin, pp.15-25.
- Percival, M., 1998. Antioxidant. *Advanced Nutrition Publication*. Inc.
- Pomeranz, Y., dan Meloan, C. E., 1994. *Theory and Practice Third Edition*. *Journal of Food Analysis* New York: Chapman and Hall International Publisher.
- Prakash, A., Rigelhof, F., dan Miller, E., 2007. *Antioxidant Activity*. Medallion Labs, 1-4.
- Pranowo, D., Noor E., Haditjaroko L., Maddu A., 2016. Optimasi Ekstraksi Flavonoid Total Daun Gedi (*Abelmoschus manihot* L.) dan Uji Aktivitas

Antioksidan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. Malang: Universitas Brawijaya.

- Prior, R. L., Wu, X., Schaich, K., 2005. Standardised Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 53: 4290-4303.
- Putri, Y. D., A. H., Holis., M. Ida., dan D. A. Anisa. 2014. Pemanfaatan tanaman eceng-ecengan (*Pontederiaceae*) sebagai agen fitoremediasi dalam pengolahan limbah krom. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*. 1(1) : 20-25.
- Rahmawati, A., 2009. kandungan Fenol Total Ekstrak Mengkudu (*Morinda citrifolia*). *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Ramadhan, A. E., dan Phasa, H. A. 2010. Pengaruh Konsentrasi Etanol, Suhu dan Jumlah Stage pada Ekstraksi Oleoresin Jahe (*Zingiber Officinale Rosc*) secara Batch. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Redha, A., 2013. Flavonoid: Struktur, Sifat Antioksidatif Dan Peranannya Dalam Sistem Biologis. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Renhoran, M., 2012. Aktivitas Antioksidan dan Antimikroba Ekstrak *Sargassum polycytum*. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ridho, E. A., Sari, R., Wahdaningsih, S., 2013. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Buah Lakum Dengan Metode Dpph (*2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil*). Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Robins., 2007. *Buku Ajar Patologi Edisi 7*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Rompas, R. A., H. J. Edy, A. Yudistira. 2012. Isolasi Dan Identifikasi Flavonoid Dalam Daun Lamun (*Syringodium Isoetifolium*). *Pharmacon* Vol. 1(2): 59-63.
- Safitri, E., 2021. Analisis secara *In Vitro* terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Tumbuhan Apu-apu (*Pistia stratiotes*). *Skripsi*. Indralaya: Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Sayuti, K., dan Rina, Y., 2015. Antioksidan, Alami dan Sintetik. Andalas University Press.
- Shahidi. F., 1997. *Natural Antioxidant: Chemistry, Health Effects and Applications*. AOCS Press, USA.
- Soeatmaji, D. W., 1998. Peran Stres oksidatif dalam patogenesis angiopati mikro dan Makro DM. *Jurnal Medica*. 5(24): 318-325.
- Sofia, D., 2005. *Antioksidan dan Radikal Bebas Edisi 3*. Lampung: Majalah Acid Universitas Lampung.

- Sukardi., Mulyarto, A. R., Safera, W., 2007 optimasi Waktu Ekstraksi terhadap Kandungan Tanin pada Bubuk Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium folium*) serta Biaya Produksinya. *Skripsi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Suhono, B., 2010. *Ensiklopedia Flora*. Bogor: Kharisma Ilmu.
- Sunarni, T., 2005. Aktivitas Antioksidan Penangkap Radikal Bebas Beberapa kecambah Dari Biji Tumbuhan *Familia papilionaceae*. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 2(2): 53-61.
- Umemura, T., Kodama, Y., Hioki, K., Inoue, T., Nomura T., dan Kurokawa Y., 2001, Butylhydroxytoluene (BHT) Increases Susceptibility of Transgenic ras H2 Mice to Lung Carcinogenesis, *J. Cancer Res Clin Oncol*, 127 (10), 583-590.
- Wasahla., 2015. Uji Senyawa Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Tumbuhan Apu-apu (*Pistia stratiotes*). *Skripsi*. Indralaya: Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Wenjuan, Q., Zhongli, P., and Haile, M., 2010. Extraction Modeling And Activities Of Antioxidants From Pomegranate Marc. *Elsevier Journal of Food Engineering*. 99: 16–23.
- Widyasanti, A., Rohdiana, D., dan Ekatama, N., 2016. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Teh Putih (*Camellia sinensis*) dengan Metode DPPH (2,2 difenil-1- picrylhydrazyl). *Fortech*. 1 (1).
- Williams., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie/Food Science and Technology*, 28: 25-30.
- Winarno., dan Kartawidjajaputra., 2007. *Pangan Fungsional dan Minuman Energi*. Bogor: M-Brio Press
- Winarno, F. G., Fardiaz, S., 1973. *Ekstraksi, Kromatografi dan Elektrophoresis*. Yogyakarta: Kanisius.
- Winarsi., 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Kanisius.
- Winarti, S., 2010. *Makanan Fungsional*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Xu, Q., Shen, Y., Wang, H., Zhang, N., Xuand, S., Zhang, L., 2012. Application of Response Surface Methodology to Optimise Extraction of Flavonoids from Fructus Sophorae. *Journal Food Chemistry*, 138(4):2122-2129.
- Young, I. S., Woodside, J. V., 2001. Antioxidants in health and disease. *Journal Clin Pathol*, 54:176–186.
- Yuslianti, E. R., 2018. Pengantar Radikal Bebas dan Antioksidan. Yogyakarta: Deepublish.
- Zainol, M. K. M., Hamid, A., Bakar, A. F., Dek, S., 2009. Effect of different drying methods on the degradation of selected flavonoids in *Centella asiatica*. *International Food Research Journal*. 16: 531-537.