

**PENGARUH KETINGGIAN LOKASI TUMBUH DAN LINGKUNGAN
TERHADAP KADAR TOTAL FLAVONOID DAN AKTIVITAS
ANTIOKSIDAN DAUN SINTRONG (*Crassocephalum crepidioides*)**

SKRIPSI

**Oleh:
MUHAMMAD ROSYID RIDHO
NIM. 19620058**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITASI ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**PENGARUH KETINGGIAN LOKASI TUMBUH DAN LINGKUNGAN
TERHADAP KADAR TOTAL FLAVONOID DAN AKTIVITAS
ANTIOKSIDAN DAUN SINTRONG (*Crassocephalum crepidioides*)**

SKRIPSI

**Oleh:
MUHAMMAD ROSYID RIDHO
NIM. 19620058**

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITASI ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

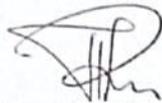
**PENGARUH KETINGGIAN LOKASI TUMBUH DAN LINGKUNGAN
TERHADAP KADAR TOTAL FLAVONOID DAN AKTIVITAS
ANTIOKSIDAN DAUN SINTRONG (*Crassocephalum crepidioides*)**

SKRIPSI

Oleh:
MUHAMMAD ROSYID RIDHO
NIM. 19620058

telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
tanggal 20 September 2023

Pembimbing I



Azizatur Rahmah, M.Sc
NIP. 19860930 201903 2 011

Pembimbing II



M. Mokhlis Fahrudin, M.S.I
NIP. 201402011409

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Lika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

**PENGARUH KETINGGIAN LOKASI TUMBUH DAN LINGKUNGAN
TERHADAP KADAR TOTAL FLAVONOID DAN AKTIVITAS
ANTIOKSIDAN DAUN SINTRONG (*Crassocephalum crepidioides*)**

SKRIPSI

Oleh:
MUHAMMAD ROSYID RIDHO
NIM. 19620058

telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.)
Tanggal:

Penguji Utama : Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002
Ketua Penguji : Didik Wahyudi, M.Si
NIP. 19860102 201801 1 001
Sekretaris Penguji : Azizatur Rahmah, M.Sc
NIP. 19860930 201903 2 011
Anggota Penguji : M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I
NIP. 201402011409

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



Mengesahkan,
Ketua Program Studi

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

HALAMAN MOTTO

**“Jangan gundah, takdir Allah pasti indah, terus berusaha dan beribadah,
jangan lupa berbenah, bismillah istiqomah”.**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk semua pihak yang telah mendukung penulis dalam penyusunan skripsi, khususnya:

1. Bapak Budiyo dan Ibu Eny Puji Lestari tercinta yang telah merawat, mendidik, memberikan motivasi serta selalu mendo'akan dengan penuh ketulusan dan kesabaran sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
2. Kakakku Muhammad Azzam Alaudin dan Adikku Muhammad Fadhil Burhanuddin, serta semua keluarga tercinta yang selalu menghibur, mendo'akan, menguatkan dan memberikan motivasi dalam setiap proses yang dilalui oleh penulis.
3. Teman-teman LDK At-Tarbiyah, terutama pengurus BPH yang senantiasa saling menguatkan dan memberi semangat dalam setiap proses studi penulis.
4. Teman-teman kontrakan *Fatih* yang senantiasa mengingatkan dan memberi semangat dalam setiap proses yang dilalui penulis.
5. Teman-temanku Deni, Navel, Zahro, Indy yang senantiasa membantu, menguatkan, mendengarkan keluh kesah dan memberikan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan studinya.
6. Teman-teman yang turut mebantunya saya dalam proses penelitian (Lala, Alif, Hamzah, Aris) yang senantiasa saling memberi semangat dalam mengerjakan skripsi penulis.
7. Teman-teman seperjuangan Biologi B 2019 yang selalu memberikan support kepada penulis
8. Teman-teman seperjuangan ELITE Biologi 2019 yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan studi ini.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rosyid Ridho
NIM : 19620058
Program studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Ketinggian Lokasi Tumbuh dan Lingkungan terhadap Kadar Total Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Daun Sintrong (*Crassocephalum crepidioides*)

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-banar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang, 15 Oktober 2023

buat pernyataan,


Muhammad Rosyid Ridho
NIM. 19620058

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

**PENGARUH KETINGGIAN LOKASI TUMBUH DAN LINGKUNGAN
TERHADAP KADAR TOTAL FLAVONOID DAN AKTIVITAS
ANTIOKSIDAN DAUN SINTRONG (*Crassocephalum crepidioides*)**

Muhammad Rosyid Ridho, Azizatur Rahmah, M. Mukhlis Fahrudin

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri
Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Tanaman sintrong (*C. crepidioides*) merupakan tanaman yang sering dianggap gulma dan termasuk dalam famili Asteraceae. Tanaman ini mampu hidup pada berbagai ketinggian dan memiliki beberapa metabolit sekunder yang terkandung di dalamnya, salah satunya adalah flavonoid. Flavonoid adalah salah satu senyawa yang menghasilkan antoksidan bagi tanaman, namun faktor lingkungan dan ketinggian lokasi tumbuh mempengaruhi biosintesis dan variasi kandungan metabolit sekundernya. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh ketinggian dan lingkungan terhadap kandungan total flavonoid dan aktivitas antioksidan daun sintrong (*C. crepidioides*) yang dilakukan secara deskriptif dan eksploratif. Objek penelitian berupa sampel daun yang berasal dari tiga lokasi ketinggian yang berbeda, yakni dataran rendah (317 mdpl), dataran sedang (590 mdpl), dan dataran tinggi (885 mdpl). Parameter lingkungan yang diamati ialah intensitas cahaya, suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan pH atau bahan organik tanah, serta parameter yang diuji ialah kandungan total flavonoid dan aktivitas antioksidan daun *C. crepidioides*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan pada lingkungan dan ketinggian lokasi tumbuh serta pada kandungan total flavonoid dan aktivitas antioksidan saling linier dengan hasil paling rendah adalah dataran sedang (9,53 mg QE/g dan IC₅₀ 280,9 ppm), serta pada dataran rendah dan tinggi menunjukkan hasil yang lebih baik dan tidak jauh berbeda hasilnya, yakni pada dataran rendah (21,15 mg QE/g dan IC₅₀ 164,6 ppm) dan dataran tinggi (21,30 mg QE/g dan IC₅₀ 175,5 ppm).

Kata Kunci: *Crassocephalum crepidioides*, Ketinggian Lokasi, Lingkungan, Total Flavonoid, Aktivitas Antioksidan

THE EFFECT OF GROWTH LOCATION AND ENVIRONMENT ON TOTAL FLAVONOID CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SINTRONG LEAVES (*Crassocephalum crepidioides*)

Muhammad Rosyid Ridho, Azizatur Rahmah, M. Mukhlis Fahrudin

Biology Study Program, Faculty of Science and Technology, Islamic State University of Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRACT

The sintrong plant (*C. crepidioides*) is a plant that is often considered a weed and belongs to the Asteraceae family. This plant is able to live at various heights and has several secondary metabolites contained in it, one of which is flavonoids. Flavonoids are one of the compounds that produce antioxidants for plants, but environmental factors and the altitude where they grow affect biosynthesis and variations in their secondary metabolite content. This research was conducted to determine the effect of altitude and environment on the total flavonoid content and antioxidant activity of sintrong leaves (*C. crepidioides*) which was carried out descriptively and exploratively. The research object was leaf samples from three different altitude locations, namely lowlands (317 masl), medium plains (590 masl), and highlands (885 masl). The environmental parameters observed were light intensity, temperature, air humidity, soil moisture, and pH or soil organic matter, and the parameters tested were total flavonoid content and antioxidant activity of *C. crepidioides* leaves. The results showed that there was a relationship between the environment and the height of the growing location as well as the total flavonoid content and antioxidant activity which were linear with the lowest yields being at medium altitudes (9.53 mg QE/g and IC50 280.9 ppm), as well as at lowlands and Highlands showed better results and the results were not much different, namely in the lowlands (21.15 mg QE/g and IC50 164.6 ppm) and highlands (21.30 mg QE/g and IC50 175.5 ppm).

Key Words: *Crassocephalum crepidioides*, Growth Location, Environment, Flavonoid Total, Antioksidan Activity

تأثير النمو على البيئة وعلى مستويات الفلافونويد الكلية ونشاط مضادات الأكسدة للأوراق السينترونج
(*Crassocephalum crepidioides*)

محمد مخلص فحر الدين، عزيزة الرحمة، محمد رشيد رضا

قسم علم الأحياء ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، جامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج

خلاصة

نبات سينترونج (*C. crepidioides*) هو نبات يعتبر غالبًا عشب وينتمي إلى عائلة Asteraceae. هذا النبات قادر على العيش على ارتفاعات مختلفة ويحتوي على العديد من المستقلبات الثانوية الموجودة فيه ، أحدها مركبات الفلافونويد. مركبات الفلافونويد هي أحد المركبات التي تنتج مضادات الأكسدة للنباتات ، ولكن العوامل البيئية والارتفاع الذي تنمو فيه تؤثر على التركيب الحيوي والتغيرات في محتواها الثانوي. تم إجراء هذا البحث لتحديد تأثير الارتفاع والبيئة على محتوى الفلافونويد الكلي والنشاط المضاد للأكسدة لأوراق سينترونج (*C. crepidioides*) والذي تم إجراؤه وصفيًا واستكشافيًا. كان موضوع البحث عبارة عن عينات أوراق من ثلاثة مواقع ارتفاعات مختلفة وهي الأراضي المنخفضة (317مسل) والسهول المتوسطة (590 ميل) والمرتفعات (885 ميل). كانت المعلمات البيئية التي تم ملاحظتها هي شدة الضوء ودرجة الحرارة ورطوبة الهواء ورطوبة التربة ودرجة الحموضة أو المادة العضوية في التربة ، وكانت المعلمات التي تم اختبارها هي المحتوى الكلي للفلافونويد والنشاط المضاد للأكسدة لأوراق *C. crepidioides*. أظهرت النتائج وجود علاقة بين البيئة وارتفاع مكان النمو بالإضافة إلى محتوى الفلافونويد الكلي والنشاط المضاد للأكسدة والتي كانت خطية مع أقل إنتاجية كانت على ارتفاعات متوسطة (9.53 مجم QE / جم و 280.9 IC50 جزء في المليون) ، وكذلك في الأراضي المنخفضة والمرتفعات أظهرت نتائج أفضل ولم تكن النتائج مختلفة كثيرًا ، وتحديدًا في الأراضي المنخفضة (21.15 مجم QE / جم و 164.6 IC50 جزء في المليون) والمرتفعات (21.30 مجم QE / جم و 175.5 IC50 جزء في المليون).

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bismillahirrohmanirrohim, segala puji bagi Allah SWT karena atas rahmat dan berkah-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Pengaruh Ketinggian Lokasi Tumbuh dan Lingkungan terhadap Kadar Total Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Daun Sintrong (*Crassocephalum crpieioides*)”. Sholawat serta salam dicurahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW, yang telah mengubah zaman jahiliyah menjadi zaman yang terang yakni islam.

Berkat dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak, maka penulis mengucapkan terimakasih yang sebanyak-banyaknya kepada :

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
4. Ibu Azizatur Rahmah, M.Sc dan Bapak M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I selaku pembimbing I dan II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis dengan penuh keikhlasan dan kesabaran sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Seluruh laboran dan dosen di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
6. Ayah dan Ibu, serta keluarga yang tercinta atas doa, dukungan, dan motivasi yang diberikan kepada penulis
7. Kawan-kawan mahasiswa Biologi dan kawan seperjuangan dalam kegiatan di lapang maupun di laboratorium

Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Skripsi ini telah ditulis secara cermat dan sebaik-baiknya, namun apabila ada kekurangan, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Malang, 1 September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
خلاصة	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II.....	7
2.1 Tumbuhan dalam Perspektif Islam	7
2.2 Sintrong (<i>Crassocephalum crepidioides</i>).....	11
2.2.1 Klasifikasi Tanaman Sintrong (<i>Crassocephalum crepidioides</i>).....	12
2.2.2 Morfologi Tanaman Sintrong (<i>Crassocephalum crepidioides</i>).....	13
2.2.3 Kandungan Metabolit Sekunder Tanaman Sintrong (<i>Crassocephalum crepidioides</i>).....	14
2.3 Metabolit Sekunder	15
2.3.1 Flavonoid	15
2.3.2 Biosintesis Senyawa Flavonoid	17
2.4 Faktor Ketinggian Lokasi Tumbuh dan Lingkungan.....	19
2.5 Aktivitas Antioksidan	26
2.6 Metode DPPH	29
BAB III.....	33
3.1 Rencana Penelitian.....	33
3.2 Waktu dan Tempat	33

3.2	Alat dan Bahan.....	33
3.3.1	Alat.....	33
3.3.2	Bahan	34
3.4	Prosedur Penelitian	34
3.4.1	Preparasi Sampel.....	34
3.4.2	Pembuatan Simplisia.....	36
3.4.3	Ekstraksi Sampel.....	36
3.5	Uji Kadar Flavonoid Total	37
3.6	Uji Daya Aktivitas Antioksidan.....	38
3.7	Analisis Data	41
	BAB IV	42
4.1	Pengaruh Ketinggian Lokasi Tumbuh dan Lingkungan terhadap Kadar Total Flavonoid Daun Sintrong (<i>C. crepidioides</i>).....	42
4.2	Pengaruh Ketinggian Tempat Lokasi Tumbuh dan Lingkungan terhadap Aktivitas Antioksidan Daun Sintrong (<i>C. crepidioides</i>).....	49
4.3	Pembahasan Hasil Pembahasan Perspektif Islam	53
	BAB V.....	57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran.....	57
	DAFTAR PUSTAKA	58
	LAMPIRAN	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Sintrong (<i>Crassocephalum crepidioides</i>)	11
Gambar 2.2 Morfologi Tumbuhan <i>C. crepidioides</i>	13
Gambar 2.3 Struktur Dasar Flavonoid	16
Gambar 2.4 Biosintesis Flavonoid	18
Gambar 2.5 Peta topografi ketinggian Kabupaten Malang	20
Gambar 2.6 Spektrofotometer UV-Vis	29
Gambar 2.7 Rumus bangun DPPH.....	30
Gambar 2.8 Mekanisme reaksi DPPH dengan antioksidan.....	31
Gambar 2.9 Reaksi resonansi pada radikal DPPH	31
Gambar 4.1 Diagram Hasil Total Flavonoid Daun Sintrong.....	41
Gambar 4.2 Biosintesis metabolit sekunder pada tanaman.....	44
Gambar 4.3 Diagram aktivitas antioksidan daun sintrong.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel tingkat parameter intensitas antioksidan metode DPPH	32
Tabel 4.1 Hasil pengamatan faktor lingkungan pada setiap ketinggian.....	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tumbuhan adalah sumber alam nabati yang menghasilkan bahan organik esensial. Berbagai tanaman yang tumbuh di muka bumi memiliki perannya masing-masing dan bermanfaat terhadap ekosistem lingkungan dan keberlangsungan hidup manusia. Terciptanya tumbuhan yang bermanfaat telah dikutip dalam Al Qur'an Q.S. Asy Syu'ara' ayat 7 yang berbunyi:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ۝٧

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam pasangan (tumbuh-tumbuhan) yang baik?” (QS. Asy Syu'ara' [26]: 7)

Arti dari ayat tersebut menerangkan bahwa telah diciptakan tumbuhan dengan kalimat “Kami tumbuhkan” karena dalam prosesnya menjadi tumbuhan yang baik diperlukan keterlibatan lingkungan atau makhluknya yang lain seperti manusia, hewan, lebah, maupun angin. Para mufassir berbeda pendapat dalam frasa *zaujin kariim*, tafsir al-Misbah menjelaskan terkait frasa ini berarti pasangan. Menurut Quraish Shihab pasangan disini tidak hanya manusia, tetapi juga tumbuhan. Lafal *kariim* diartikan sebagai sesuatu yang baik pada sifat yang dimiliki, sehingga tumbuhan yang diciptakan adalah sesuatu yang bermanfaat dan baik (Shihab, 2002).

Sintrong (*Crassochepalum crepidioides*) adalah salah satu jenis tumbuhan dalam famili Asteraceae, famili ini mendominasi vegetasi tumbuhan di bumi dengan jumlah anggota 24.000-30.000 spesies yang mendiami kawasan hampir di

semua lingkungan (Bisht dan Purohit, 2010). *C. crepidioides* merupakan perdu yang termasuk jenis tanaman gulma dan masih jarang dimanfaatkan karena sering dianggap hama karena dapat bersaing dengan tanaman budidaya dalam mendapatkan nutrisi, air, dan cahaya matahari (Soembodo, 2010). Namun, gulma dapat memberikan manfaat kepada manusia, terutama ketika kepentingan manusia bersifat subyektif terhadap tanaman tersebut. Tanaman *C. crepidioides* memiliki banyak sekali julukan seperti kejompot atau kejengot di Bali atau di Jawa sering disebut sintrong, junggul, dan ranti (Sukman dan Yakup, 2002).

Beberapa senyawa yang terkandung dalam sintrong (*C. crepidioides*) adalah tannin, alkaloid, dan flavonoid (Adjatin, 2013). Sifat farmakologisnya dapat digunakan sebagai antioksidan (Lestari, 2023), antidiabetes (Saputri, dkk., 2023), antiinflamasi (Sumitra dan Esra, 2022). Kandungan senyawa flavonoid yang terdapat pada sintrong (*C. crepidioides*) sejumlah 1,75 (mg/100g), serta kandungan polifenolnya sebagai antibakteri dan mampu menangkal radikal bebas penyebab kerusakan sel tubuh (Simanungkalit, dkk., 2020).

Flavonoid merupakan bagian metabolit sekunder yang sering ditemukan pada tanaman dan banyak manfaatnya. Flavonoid yang terkandung dalam daun sintrong antara lain katekin, kaempferol, isokuersetin, rutin, dan kuersetin (Adedayo *et al.*, 2015). Flavonoid yang diproduksi tanaman berpotensi sebagai agen fotoprotektif karena memiliki kemampuan dalam menyerap sinar UV serta menjadi senyawa antioksidan (Saewan *et al.*, 2013). Al-Farsi, dkk. (2007) menjelaskan bahwa antioksidan berhubungan dengan adanya kandungan flavonoid suatu tanaman. Bioaktivitas senyawa metabolit sekunder ini berfungsi agar tumbuhan beradaptasi

terhadap lingkungan tumbuhnya, serta berfungsi sebagai obat bermacam jenis penyakit pada manusia (Agustina, dkk., 2016).

Allah SWT telah mengatur alam ciptaanya sedemikian rupa sehingga dapat hidup seimbang, seperti yang terkutip dalam Q.S. Al Muluk ayat 3:

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا مَا تَرَى فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِنْ تَفْوُتٍ فَارْجِعِ الْبَصَرَ هَلْ تَرَى مِنْ فُطُورٍ ۚ

Artinya: “Yang menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. Tidak akan kamu melihat sesuatu yang tidak seimbang pada ciptaan Tuhan Yang Maha Pengasih. Maka, lihatlah sekali lagi, adakah kamu melihat sesuatu yang cacat?”.

Ayat tersebut menunjukkan bahwa makhluk ciptaan Allah SWT di semesta ini semua sempurna dan seimbang. Ibnu Katsir (2008) menjelaskan dalam tafsirnya bahwa ciptaan Allah tidak ada pertentangan, kekurangan, aib, dan kerusakan, sehingga tersusun rapi, serta saling bersesuaian dan seimbang. Frasa selanjutnya juga menegaskan bahwa manusia diminta melihat kembali adakah yang cacat dari ciptaanNya. Hal ini bertujuan agar manusia mampu menyadari, mentadabburi, serta menumbuhkan sifat “*khouf*” atau takut sebagai hamba.

Kondisi lingkungan yang berbeda-beda akan berpengaruh terhadap kandungan senyawa metabolit sekunder pada tanaman (Chikmawati dkk., 2013). Kondisi lingkungan yang baik diperlukan untuk perkembangan dan pertumbuhan semua tanaman. Ketinggian tempat tumbuh tanaman berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman. Perbedaan *altitude range* atau lokasi tumbuh ini menyebabkan adanya perbedaan iklim, suhu, cahaya, hingga kelembapan (Laily, 2012). Semakin tinggi suatu tempat maka intensitas semakin menurun dan akan mempengaruhi keadaan tanah karena cahaya yang mengenai ke permukaan semakin kecil. Di sisi lain cahaya dan suhu udara juga berpengaruh pada reaksi

biokimia tumbuhan, misalnya pada suhu udara yang lebih rendah akan memperlambat laju reaksi fotosintesis dan sebaliknya.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara ketinggian tempat tumbuh terhadap total flavonoid pada beberapa tanaman. Total flavonoid sirsak memiliki kandungan tertinggi pada sirsak yang tumbuh di dataran rendah dan sebaliknya (Sari, 2015). Hasil yang berbeda ditunjukkan pada ekstrak pegagan menunjukkan hasil aktivitas antioksidan tertinggi pada daerah dataran tinggi dan hasil terendah pada dataran rendah (Artanti, 2014). Selain itu, hasil yang berbeda pula ditunjukkan pada penelitian Lallo, dkk. (2020) bahwa kandungan flavonoid pada lengkuas (*Alpinia galanga* L.) tertinggi adalah dataran rendah, tertinggi kedua pada dataran tinggi, dan kandungan flavonoid paling lemah pada dataran sedang.

Berdasarkan uraian di atas maka penelitian tentang pengaruh ketinggian lokasi tumbuh terhadap kadar total flavonoid dan aktivitas antioksidan daun sintrong (*Crassocephalum crepidioides*) penting dilakukan untuk mengetahui mana yang menunjukkan hasil terbaik dan mengetahui bagaimana keselarasan hubungan antara lingkungan dengan kandungan metabolit sekunder spesies agar bisa dimanfaatkan secara farmakologis, pemanfaatan komersil maupun penelitian lebih lanjut.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini diantaranya adalah:

1. Bagaimana pengaruh ketinggian lokasi tumbuh dan lingkungan terhadap kadar total flavonoid daun sintrong (*Crassocephalum crepidioides*)?

2. Bagaimana pengaruh ketinggian lokasi tumbuh dan lingkungan terhadap aktivitas antioksidan daun sintrong (*Crassocephalum crepidioides*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh ketinggian lokasi tumbuh dan lingkungan terhadap kadar total flavonoid daun sintrong (*Crassocephalum crepidioides*).
2. Mengetahui pengaruh ketinggian lokasi tumbuh dan lingkungan terhadap aktivitas antioksidan daun sintrong (*Crassocephalum crepidioides*).

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Sebagai pengetahuan ilmiah tentang pengaruh ketinggian lokasi tumbuh dan lingkungan terhadap kadar total flavonoid dan aktivitas antioksidan pada daun sintrong (*Crassocephalum crepidioides*)
2. Sebagai landasan untuk penelitian berikutnya dalam mengembangkan efek farmakologis tanaman sintrong (*Crassocephalum crepidioides*) dan pemanfaatannya dengan standarisasi profil fitokimianya.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel daun diambil dari tiga ketinggian lokasi tumbuh yang berbeda yakni ketinggian rendah (200-550 mdpl), sedang (550-850 mdpl), dan tinggi (850-1300 mdpl).

2. Variabel lingkungan sebagai data pendukung yang digunakan adalah intensitas cahaya matahari, suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan pH atau kadar air tanah.
3. Metode ekstraksi menggunakan maserasi dan diamati kadar flavonoid secara kualitatif dengan melihat adanya perubahan warna dengan pereaksi HCl pekat dan Mg pada *screening* fitokimia dan secara kuantitatif dengan metode spektrofotometri.
4. Uji aktivitas antioksidan memakai metode DPPH karena mekanisme yang dilakukan antioksidan dalam penghambatan radikal bebas DPPH yakni dengan lebih stabil membentuk senyawa radikal bebas dengan menyalurkan atom H menuju senyawa radikal bebas DPPH tersebut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tumbuhan dalam Perspektif Islam

Tumbuhan ialah organisme eukariotik multiseluler yang diklasifikasikan dalam Kingdom Plantae, termasuk di dalamnya yakni tanaman lumut, pakis, berbunga, gymnospermae, lycopodopsida, dan beberapa ganggang hijau (Hutasuhut, 2020). Tumbuhan memiliki klorofil atau pigmen hijau yang mampu menangkap dan mengikat energi matahari serta dimanfaatkan tanaman untuk melakukan fotosintesis dalam memenuhi kebutuhan makanannya.

Bermacamnya jenis tumbuhan yang ada di Indonesia dikarenakan iklimnya yang tropis, memiliki curah hujan dan kelembapan yang tinggi. Wawan (2013) menjelaskan aspek geografis yang berada di sekitar garis khatulistiwa menimbulkan karakteristik ekosistem khusus Indonesia yaitu hutan hujan tropis yang dikenal memiliki jenis tumbuhan yang kompleks. Keanekaragaman ini telah dijelaskan oleh Allah SWT dalam QS. Al An'am [6]: 99

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرَجُ مِنْهُ حَبًّا مَاتَرَكَبًا
وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُشْتَبِهٍ أَنْظُرُوا إِلَى
ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ٩٩

Artinya: “Dan Dialah yang menurunkan air dari langit, kemudian Kami tumbuhkan dengan air itu berbagai macam tanaman, maka Kami keluarkan dari berbagai tanaman itu sesuatu menghijau, Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang kurma, mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang mirip dan tidak. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah, dan menjadi masak. Sungguh, pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.” (QS. Al An'am [6]: 99)

Ayat tersebut menerangkan bahwa air dari langit atau hujan yang diturunkan oleh Allah adalah sebab tumbuhnya beraneka rasa, bau, warna, dan

keistimewaannya. Dalam Al Jazairi (2007) firman ini menjelaskan untuk mengingatkan masyarakat Kota Mekkah yang masih belum mengenal Allah beserta hak-haknya dalam tauhid dan penyempurnaan dari ucapan Musa as. Serta bermacamnya jenis tumbuhan yang ada di bumi menjadi makanan untuk manusia dan hewan. Hal ini terdapat pengetahuan, kasih sayang dan tanda-tanda kekuasaan Allah bagi manusia yang mempunyai akal.

Bermacam jenis tanaman yang Allah SWT tumbuhkan di bumi merupakan rizki serta obat penyembuh berbagai penyakit karena adanya kandungan antioksidan dari senyawa-senyawa di dalam tumbuhan. Allah SWT berfirman dalam Q.S. ‘Abasa (80) ayat 27-32 yang berbunyi:

فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ۚ ۲۷ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ۚ ۲۸ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ۚ ۲۹ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ۚ ۳۰ وَفَاكِهَةً وَأَبًّا ۚ ۳۱ مَتَاعًا لَّكُمْ
وَلَا تَعْمَلُونَ ۚ ۳۲

Artinya: “Lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu (28); Anggur dan sayur-sayuran (29); Zaitun dan kurma (30); Kebun-kebun yang lebat (31); Dan buah-buahan juga rumput-tumputan (32); Untuk kesenanganmu dan binatang ternakmu”.

Ayat tersebut menerangkan bahwa Allah berkuasa dalam menciptakan buah, sayur, hingga rumput yang bisa dikonsumsi dan dimanfaatkan oleh manusia dan ternak. Semua tumbuhan dan bagian-bagiannya dengan keunikan dan kekhasannya masing-masing memiliki manfaat bagi makhluk hidup yang lain (Katsir, 2008). Manusia sebagai makhluk yang sempurna dan mampu untuk berpikir diwajibkan untuk merawat dan mengolah tumbuhan dengan sebaik-baiknya.

Alasan pentingnya untuk mengkaji manfaat dan kandungan tumbuhan didasarkan pada data WHO (*World Health Organization*) yang menyebutkan bahwa lebih dari 80% populasi dunia masih bergantung pada pengobatan

tradisional yang sebagian besar didasarkan pada tanaman obat. Tumbuhan telah lama diyakini penting dalam pengembangan obat-obatan karena kemampuannya dalam mensintesis metabolit sekunder yang berpotensi signifikan. Banyak tanaman obat tradisional yang baru-baru ini dianalisis dengan metode yang modern dan ditemukan banyak senyawa yang bermanfaat dan mampu didesain atau dimodifikasi sebagai obat (Eruygur *et al.*, 2019). Dengan demikian, senyawa dalam tumbuhan dapat dikaji lebih lanjut.

Salah satu tumbuhan yang menarik untuk diteliti terkait kandungan senyawanya yaitu tumbuhan liar yang sering dianggap hama karena mengganggu aktivitas tanaman hasil kebun atau pertanian, selain itu kondisi dominasi gulma di suatu lokasi ditentukan oleh kondisi lingkungan mikro, unsur hara dan lokasi (Mokoginta, 2017). Gulma bersifat negatif terhadap tanaman budidaya secara langsung maupun tidak langsung karena adanya persaingan atau kompetisi unsur hara, menjadi tempat persembunyian hama, dan persaingan dalam penyerapan air, serta penangkapan cahaya (Kastanja, 2015). Menurut Matatula (2020) daya saing tinggi yang dimiliki gulma memberikan dampak negatif terutama pada tanaman budidaya. Selain itu, juga berperan sebagai alelopati yang bisa menghentikan pertumbuhan tanaman lain hingga membunuhnya dengan mengeluarkan bahan kimianya. Namun demikian, tumbuhan yang tumbuh liar di pinggir jalan atau dianggap liar tidak sepenuhnya merugikan.

Famili Asteraceae adalah salah satu golongan gulma semusim dan berdaun lebar yang menghasilkan biji sebanyak 40.000 per tanaman tiap tahun dan menyukai tanah sedikit lembap (Tjitrosoepomo, 1987). Gulma Asteraceae memiliki kemampuan adaptasi yang baik sepanjang tahun dan dapat tumbuh di

berbagai ketinggian 0-1.300 mdpl, serta termasuk gulma yang sangat mengancam karena populasinya yang lebih dominan dibandingkan tanaman gulma yang lain (Sukanto, 2007). Famili Asteraceae termasuk berkembang dengan cepat karena merupakan tanaman yang mampu beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan. Famili Asteraceae termasuk tanaman yang mampu beradaptasi dengan berbagai jenis lingkungan, meski dalam sedikit air hingga tempat yang basah (Gawaksa *et al.*, 2016).

Secara aspek ekologis tanaman juga dipengaruhi adanya faktor lingkungan biotik maupun abiotik. Alam membutuhkan keseimbangan dengan kandungan yang unik di setiap sumber dayanya yang telah ditentukan oleh Allah SWT agar tetap berkelanjutan dan bermanfaat bagi makhluk yang lainnya. Dalam Q. S. Al Mu'minin ayat 18 disebutkan:

وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَنَتْهُ فِي الْأَرْضِ وَإِنَّا عَلَىٰ ذَهَابٍ بِهِ لَقَادِرُونَ ۝ ١٨

Artinya: “Kami turunkan air dari langit dengan suatu ukuran. Lalu, Kami jadikan air itu menetap di bumi dan sesungguhnya Kami Mahakuasa melenyapkannya.”

Ayat tersebut menerangkan bahwa Allah telah menurunkan air dengan kadar tertentu supaya terbentuknya reservoir yang baik, selain itu hujan yang turun ke bumi merupakan rahmatNya sehingga diharapkan manusia bisa mensyukurinya dengan mengelola, memanfaatkan, dan melestarikan. Tafsir Al-Fakhri Ar Razi dalam periode klasik pertengahan menjelaskan maksud dari ukuran atau takaran adalah bahwa dengan takarannya tidak kurang dan lebih akan memberikan kemaslahatan bagi umat seperti kebutuhan minum hingga pertanian. Frasa selanjutnya yang artinya “*dan pasti kami mampu melenyapkannya*” ditafsirkan sebagaimana air hujan yang turun dan meresap, Allah juga mampu dalam

mengangkat dan menghilangkannya. Ibnu Katsir menyebutkan ayat ini sebagai pengingat manusia atas karunia-karunia yang telah diberikan seperti air yang dapat meresap ke dalam tanah dan mampu menumbuhkan berbagai tanaman yang lezat, pemandangan yang indah, hingga area yang segar dan rindang demi keberlangsungan hidup umat manusia (Katsir, 2008).

2.2 Sintrong (*Crassocephalum crepidioides*)

Sintrong atau *C. crepidioides* adalah sumber protein yang baik untuk manusia dan nutrisi hewan, serta mudah ditemukan di lingkungan sekitar. Siklus hidupnya pendek dan banyak biji yang dihasilkan menyebabkan persebarannya lebih mudah (Dairo dan Adanlawo, 2007). Sintrong (*C. crepidioides*) merupakan tumbuhan famili Asteraceae yang berasal dari Afrika Tropis dan telah menyebar di seluruh Asia Tropis, Thailand, India, Filipina, Vietnam, Myanmar, hingga Indonesia. Tumbuhan ini dapat hidup pada berbagai ketinggian lokasi tumbuh dan dapat ditemukan pada persawahan kering, bantaran sungai, perkebunan dan tanah subur yang terlantar, terutama di daerah lembap (Galinato *et al.*, 1999).



Gambar 2. 1 Tanaman Sintrong (*Crassocephalum crepidioides*)
(Sumber: Latifah, 2021)

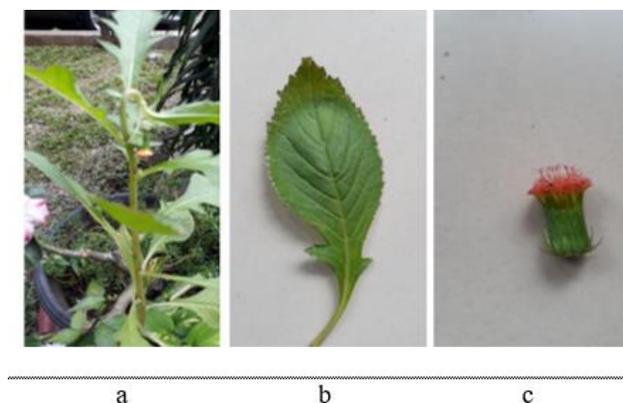
Sintrong (*Crassocephalum crepidioides*) memiliki banyak sekali julukan seperti junggul, kuniran, dan ranti. Beberapa masyarakat memanfaatkannya

sebagai beragam jenis masakan sayur dan lalapan karena teksturnya yang halus dan mudah dicerna oleh mulut. Sintrong (*C. crepidioides*) adalah tumbuhan perdu atau semak belukar yang sering dianggap gulma, namun ternyata memiliki banyak manfaat sebagai obat (Bahar *et al.*, 2017). Senyawa yang berguna sebagai obat terkandung di daun sintrong diantaranya yaitu saponin, flavonoid, tanin, polifenol, dan steroid (Kusdianti, dkk., 2008). Berdasarkan etnomedisin digunakan untuk mengobati tukak lambung, bisul, luka bakar, dan kondisi yang berhubungan dengan kulit (Ayodele *et al.*, 2020).

2.2.1 Morfologi Sintrong (*Crassocephalum crepidioides*)

Sintrong mempunyai batang sedikit besar, halus, bercabang, bergaris, dan agak berair yang mampu tumbuh hingga 100-180 cm. Bunga berbentuk silinder dengan lebar 5-6 mm dan panjang 13-16 mm yang menyusun bertumpuk dan terlihat seperti cawan (Zakaria, 2010). Bagian organ yang bisa dimanfaatkan dari tumbuhan *C. crepidioides* adalah bagian folium dan daun. Daun sintrong (*C. crepidioides*) beraroma mirip daun mint, di permukaannya terdapat rambut pendek namun agak tebal, berbentuk elips berukuran dengan ukuran lebar sekitar 3-5,5 cm dan panjang 7-19 cm, meruncing ke bagian tangkai daun tersusun berseling, serta rasanya cukup netral dan ramah jika dikonsumsi masyarakat, serta

bertekstur empuk dan lunak, bahkan mulai dari batangnya juga bertekstur lunak. Tumbuhan herba semusim ini mampu tumbuh hingga tinggi 30-150 cm dan sering ditemukan tumbuh liar di pinggir jalan dan sering dianggap gulma pengganggu (Syamsul dan R.M. Napitupulu, 2015).



Gambar 2.2 Morfologi *C. crepidioides* (a) tampak tumbuhan dari samping, (b) daun, (c) bunga (Silalahi, 2021).

Berdasarkan Sari (2020) sintrong tumbuh musiman dan biasanya berumur 3-4 bulan berbatang tegak, berair, lunak, dan berwarna hijau dengan ujung berwarna merah bata, hingga jingga coklat. Akar serabut berwarna putih dengan kelopak bunga tertutup dan setelah menjadi buah akan tegak, serta bunga mekar menyebar berbentuk lingkaran yang terdapat bulu-bulu halus. Bagian abaksial dan adaksial tanaman sintrong (*C. crepidioides*) halus. Bentuk bunga tabung dengan lima mahkota, berwarna merah, tipe perbungaan *compound corymb*, *stamen* berjumlah lima, susunan *stamen included*. Bunga sintrong berbentuk silinder dan terdiri dari beberapa bunga dengan panjang 13-16 mm dan lebar 5-6 mm (Grubben dan Danton, 2004)

2.2.2 Klasifikasi Tanaman Sintrong (*Crassocephalum crepidioides*)

Klasifikasi dari tanaman sintrong yaitu sebagai berikut (Sari, 2020):

Divisio : Spermatophyta

Classis : Dicotyledoneae

Ordo : Asterales

Familia : Asteraceae

Genus : *Crassocephalum*

Species : *Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S. Moore

2.2.3 Kandungan Metabolit Sekunder Tanaman Sintrong (*Crassocephalum crepidioides*)

Menurut Hidayat dan Napitupulu (2015) daun sintrong (*C. crepidioides*) mempunyai kandungan minyak atsiri dan dalam Kusdianti (2008) mengandung saponin, flavonoid, dan polifenol, sedangkan pada Adjatin (2013) menyebutkan bahwa *C. crepidioides* mengandung senyawa steroid, tanin, dan tanin yang dipercaya sebagai nutraceutical menyembuhkan berbagai jenis penyakit, misalnya meringankan gangguan pencernaan, mengobati luka, antiinflamasi, sakit kepala, dan antimalaria.

Bioaktivitas *C. crepidioides* digunakan sebagai obat tradisional berkaitan dengan sifat metabolit sekundernya yakni mengandung senyawa fenolik, mempunyai aktivitas antioksidan, dan mempengaruhi aktivitas antikolinesterase (Adedayo *et al.*, 2015). Selain itu dalam Priyoherianto, dkk. (2021) ekstrak daun sintrong mengandung flavonoid yang berpotensi menurunkan kadar glukosa. Tumbuhan yang mempunyai kandungan senyawa alkaloid, flavonoid, glukosidase, dan terpenoid berfungsi mencegah antidiabetes dan antioksidan. Menurut Hidayat (2015) metabolit sekunder yang terkandung pada sintrong (*C. crepidioides*) yaitu saponin, triterpenoid atau steroid, tanin, flavonoid, dan

glikosida. Metabolit sekunder berfungsi alami dalam antioksidan (Rahmawathy, 2020)

Peneliti Nigeria dan Inggris mengonfirmasikan bahwa daun sintrong mampu mencegah, memperbaiki, atau mengobati gangguan kesehatan seperti diabetes, kanker, radang sendi, tekanan darah tinggi, obesitas, wasir, dan batu empedu karena mengandung nutrisi dan zat bioaktif (Olalekan *et al.*, 2013). Selain itu, tanaman ini mampu membantu mengurangi pembengkakan radang dan mempercepat penyembuhan luka dikarenakan metabolit sekundernya yang aktif bersifat antiradang, meringankan sakit kepala, dan mengobati penyakit lambung (Zakaria, 2010). Diketahui zat yang terkandung dalam ekstrak daun sintrong mampu mencegah perkembangan mikroorganisme dan ekstrak yang mengandung senyawa aktif seperti flavonoid dan alkaloid mampu memberi efek antibakteri (Badrunasar, 2017).

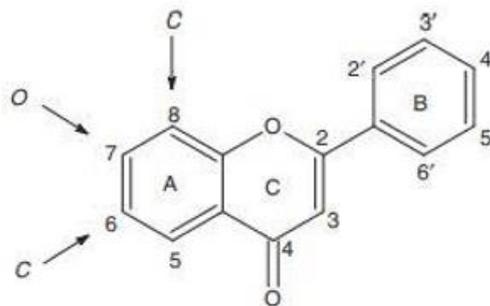
2.3 Metabolit Sekunder

Spesies tanaman yang mengalami stres lingkungan akan beradaptasi dengan kandungan metabolit sekunder yang terkandung di dalamnya. Selain itu, metabolit sekunder juga mempunyai manfaat sebagai faktor utama tanaman bisa dipakai sebagai obat. Berdasarkan fungsi dan kadar bagian-bagian organnya, tumbuhan akan menghasilkan beragam metabolit sekunder yang dihasilkan, seperti fenolik dan flavonoid (Wardani, dkk., 2020).

2.3.1 Flavonoid

Flavonoid adalah kumpulan unsur alami pada tumbuhan yang memiliki 15 atom karbon dan terbentuk dengan rumus C₆-C₃-C₆ yang berarti bahwa bagian-bagian karbonnya mempunyai dua gugus C₆ (cincin benzena bertukar) yang

terhubung dengan rantai alifatik tiga gugus C (Tiang, dkk., 2018). Menurut Arifin dan Ibrahim (2018), flavonoid bisa dicari padatanaman berwarna hijau sehingga dapat terdapat dalam setiap ekstrak tumbuhan. Senyawa flavonoid berkontribusi dalam produksi pigmen warna biru, merah, kuning, oranye, dan warna ungu dari daun, bunga dan buah.



Gambar 2.3 Struktur Dasar Flavonoid (Corradini, 2013)

Peran flavonoid bagi tumbuhan yaitu mampu menjadikan adanya warna, rasa pada biji, bunga, buah serta aroma (Mierziak *et al.*, 2014). Selain itu, flavonoid mampu melindungi tumbuhan dari beberapa faktor yakni pengaruh lingkungan, sebagai antimikroba, dan perlindungan dari paparan sinar UV. Senyawa flavonoid juga berperan dalam bidang kesehatan, hal ini dikarenakan flavonoid memiliki aktivitas antibakteri, antioksidan, antiinflamasi dan antidiabetes (Panche *et al.*, 2016). Dalam perkembangannya, terdapat ribuan jenis flavonoid yang telah difungsikan sebagai suplemen atau obat dalam farmakologi (Wang *et al.*, 2018). Beberapa pengelompokan flavonoid dibagi berdasarkan pertukaran gugus C pada sentral gugus atomik (Panche *et al.*, 2016).

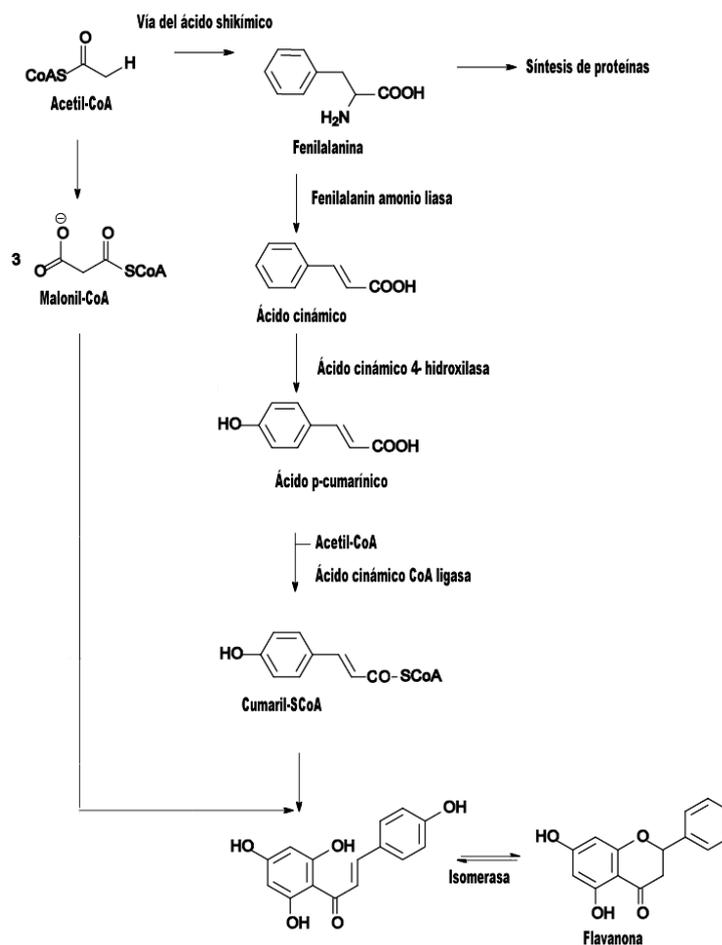
Flavonoid memiliki sifat antioksidan, hal ini dikarenakan senyawa ini mampu menangkap radikal bebas sebab mengandung gugus hidroksil. Antioksidan merupakan senyawa yang berfungsi sebagai proteksi dalam melindungi sel

membasmi radikal bebas, seperti radikal peroksil, oksigen singlet, superoksida, radikal hidroksil dan peroxynitrite. Antioksidan dapat mengurangi zat radikal dengan cara melengkapi kekurangan elektron yang terdapat dalam radikal bebas, dan menghambat terjadinya suatu reaksi berantai serta pembentukan radikal bebas yang memberikan efek kerusakan pada sel (Harjanto, 2004).

Senyawa flavonoid terdapat pada beberapa tumbuhan, salah satunya yaitu pada daun sintrong. Adapun kategori jenis flavonoid yang terkandung dalam daun sintrong diantaranya adalah katekin rutin, kaemferol, isoquercetin, dan quercetin yakni dalam kelompok kelas flavanol, kecuali katekin yang merupakan kelas flavanol (Adedayo *et al.*, 2015).

2.3.2 Biosintesis Senyawa Flavonoid

Senyawa flavonoid terbagi dalam dua jalur dalam proses biosintesisnya yakni poliketida dan fenil propanoid. Jalur fenilpropanoid merupakan jalur shikimat sedangkan poliketida merupakan rangkaian dari gabungan tiga unit malonat atau asetat yang bereaksi kondensasi (Sudarma, 2004).



Gambar 2.4 Biosintesis Flavonoid (Sudarma, 2009)

Jalur fenilpropanoid adalah suatu bagian dari glikolisis yang memperoleh asam shikimat namun tidak memperoleh suatu asam piruvat. Reaksi ini mengaitkan fosfo enol piruvat dan eritrosa. Asam amino yang terbentuk dari transformasi asam shikimat yaitu tirosin dan fenilalanin. Tirosin akan membentuk senyawa turunan asam sinamat sedangkan fenilalanin akan membentuk asam sinamat dan melepas NH_3 dikarenakan terdapat substitusi gugus benzennya (Sudarma, 2009)

Uji flavonoid dilakukan berdasarkan suatu keberadaan kuersetin di dalam ekstrak tumbuhan. Analisis kandungan flavonoid dilaksanakan dengan penambahan pereaksi AlCl_3 dan FeCl_3 sebagai pembentuk ikatan kompleks dengan gugus hidroksil dari senyawaan flavonoid. Identifikasi perubahannya

melalui absorbansi pada daerah sinar tampak melewati alat spektrofotometer. Semakin warna kuning dan pekat yang terbentuk secara visualnya maka semakin banyak pula kandungan senyawa flavonoid yang terkandung (Neldawati, 2013).

2.4 Faktor Ketinggian Lokasi Tumbuh dan Lingkungan

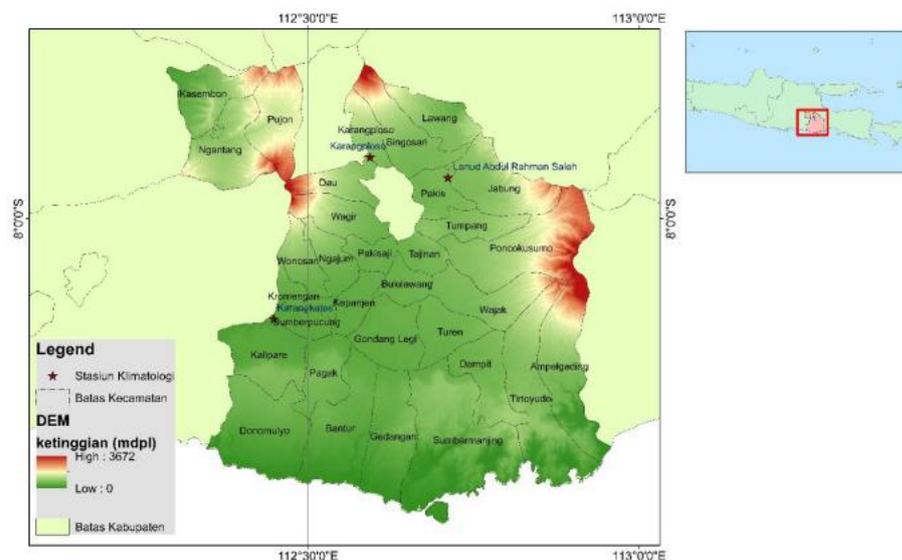
Metabolit sekunder yang terkandung dalam tumbuhan diakibatkan karena timbulnya faktor internal dan eksternal. Faktor internal misalnya adalah gen, sedangkan faktor eksternal misalnya adalah intensitas cahaya, suhu, kelembapan, pH, hingga kandungan bahan organik atau zat hara tanah. Faktor lingkungan adalah faktor eksternal yang mempengaruhi kandungan senyawa aktif tanaman. Menurut Rino, dkk. (2019) menyatakan bahwa sejumlah faktor yang mengakibatkan adanya senyawa metabolit sekunder adalah cahaya, suhu, kelembapan, pH, kandungan nutrisi atau hara dalam tanah, ketinggian dan variasi tempat tumbuhnya. Penelitian lain menunjukkan bahwa suhu dan kadar CO₂ adalah faktor yang mempengaruhi produksi metabolit sekunder, semakin tinggi suhu dan kadar CO₂ maka semakin banyak pula metabolit sekunder yang dihasilkan (Nichola *et al.*, 2019).

2.4.1 Ketinggian Tempat

Istiawan, dkk. (2019) menjelaskan bahwa ketinggian tempat mempengaruhi iklim mikro suatu daerah dan menyebabkan kondisi lingkungan yang berbeda pada suhu udara, suhu tanah, kelembapan dan jenis tanah. Faktor lingkungan lain seperti mikroorganisme, pH, cahaya, aerasi juga mempengaruhi produksi metabolit sekunder (Ap dkk., 2012). Faktor fisik, genetik, dan faktor stress lingkungan akan mempengaruhi adanya senyawa metabolit sekunder (Setyorini

dan Yusnawan, 2017). Tanaman dalam proses biokimianya akan memproduksi senyawa antioksidan sebagai bentuk adaptasinya.

Ketinggian tempat adalah salah satu aspek yang menyebabkan perbedaan unsur iklim, seperti suhu udara dan curah hujan. Semakin tinggi suatu tempat maka suhu yang diterima permukaan bumi semakin rendah atau menurun (Hadiyanti, 2018). Setiap ketinggian memiliki karakteristik lingkungan masing-masing yang akan berpengaruh pada kandungan fitokimia dan proses biokimia pada tanaman (Solekhah, 2017).



Gambar 2.5 Peta topografi ketinggian Kabupaten Malang (Putri dan Perdinan, 2018).

Penelitian dilakukan di Kabupaten Malang karena terbentang mulai dari pegunungan hingga pantai. Lokasi dataran rendah dilakukan di Desa Rejosari, Kecamatan, Bantur, Kabupaten Malang yang memiliki ketinggian 317 mdpl (BPS, 2020) dan berdasarkan Sukadana (2012) Bantur didominasi dataran kapur yang setiap tahunnya pasti mengalami rawan air atau kekeringan dikarenakan terbatasnya air tanah-dangkal dan air permukaan. Lokasi dataran sedang dipilih di

Desa Landungsari, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang yang secara geografi berbatasan dengan Kota Malang dan berada 540-800 mdpl dan lokasi dataran tinggi adalah Desa Pandansari, Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang karena merupakan area berbukit dan berada pada ketinggian lebih dari 850 meter di atas permukaan laut dengan rata-rata suhu 19-26°C. Selain itu berbatasan dengan Gunung Bromo di sebelah utara sehingga secara geografis termasuk dalam wilayah Taman Nasional Bromo Tengger (TNBTS) yang memiliki kestabilan air yang berkualitas melalui pelestarian air dan sangat kaya akan potensi sumberdaya alam hayatinya (Jati, dkk., 2017).

Ketinggian tempat tumbuh memiliki peran dalam produksi metabolit sekunder. Pada lingkungan dataran tinggi akan terjadi peningkatan radiasi UV-B dan penurunan suhu yang memicu radikal bebas berbahaya pada jaringan. Tanaman yang mengalami kondisi tersebut akan melakukan respon dengan memproduksi senyawa metabolit sekunder sebagai adaptasinya (Rana *et al.*, 2020). Perbedaan secara geografis mempengaruhi adanya variasi ketinggian tempat di atas permukaan laut (dpl) yang menyebabkan timbulnya perbedaan iklim mikro dan cuaca secara keseluruhan pada wilayah tersebut, terutama suhu dan kelembapan (Andrian *et al.*, 2014).

Penyinaran sinar matahari juga dipengaruhi faktor ketebalan awan, semakin tinggi tempat di atas permukaan laut mengakibatkan semakin tebal awan dan penyinaran semakin rendah. Laju penurunan suhu juga memiliki hasil yang bervariasi di setiap tempat, dengan rata-rata di Indonesia suhu udara turun kurang lebih 0,5-0,6°C tiap 100 meter penambahan ketinggian (Handoko, 1995 dalam

Andrian 2014). Kondisi lingkungan ini juga akan menyebabkan pengaruh pada sifat tanah baik secara kimiawi maupun biologis.

2.4.2 Intensitas Cahaya

Cahaya matahari merupakan faktor yang berpengaruh terhadap produksi metabolit sekunder dikarenakan dimanfaatkan sebagai penentu utama proses fotosintesis tumbuhan. Hasil fotosintesis berbentuk karbohidrat kemudian diproses menjadi senyawa bioaktif. Menurut Nurmasari (2010) kelembapan yang tinggi akan mempercepat pembentukan metabolit sekunder sebagai bagian dari mekanisme pertahanan secara visual. Cahaya adalah faktor terpenting yang dibutuhkan dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kelangsungan hidup tanaman bergantung pada kemampuannya dalam berfotosintesis. Radiasi UV-B menyebabkan tanaman mengembangkan mekanisme biokimia sebagai bentuk perlindungannya serta memberi pengaruh dalam menghasilkan metabolit sekundernya termasuk senyawa-senyawa terpenoid, fenolik, dan alkaloid (Ncube *et al.*, 2012).

Kurangnya intensitas cahaya matahari dapat mengurangi penyerapan energi cahaya dan menghambat pertumbuhan dan hasil tanaman dengan mempengaruhi laju fotosintesis (Gregoriou *et al.*, 2007). Intensitas cahaya yang sesuai merupakan kebutuhan tumbuhan untuk fotosintesis dan mempengaruhi kualitas dan akumulasi hasil total alkaloid, asam heksadekanoat, total flavonoids, asam fenolik dan spermine (Kong *et al.*, 2016; Li *et al.*, 2016; Li *et al.*, 2018). Dalam beberapa kasus, radiasi yang lebih tinggi membantu pertumbuhan tanaman dan produksi SM (Zhang *et al.*, 2015). Misalnya, jumlah scutellarin (flavon glikosida) lebih tinggi pada daun yang tumbuh di bawah sinar

matahari daripada daun *Erigeron breviscapus* yang tumbuh di bawah naungan (Zhou *et al.*, 2016).

2.4.3 Suhu

Ketinggian suatu tempat yang meningkat mengakibatkan suhu yang semakin rendah. Kondisi lingkungan yang mempengaruhi kandungan metabolit sekunder diantaranya adalah CO₂ dan suhu, yakni semakin tinggi kadar CO₂ dan suhu maka metabolit sekunder yang diproduksi semakin tinggi (Nichola *et al.*, 2019). Tanaman akan memproduksi metabolit fenol sebagai bentuk adaptasi lingkungan karena cekaman akibat suhu yang tinggi. Selain itu, berdampak dalam menangkal radikal bebas sebagai sinergi pertahanan dengan meningkatnya aktivitas antioksidan (Wang, 2015).

Supriyanto (2010) menjelaskan akan terjadi peningkatan radikal bebas berupa *reactive oxygen species* atau ROS dalam tumbuhan yang reaktif akibat suhu tinggi di lingkungan sehingga menyebabkan sel jaringan tumbuhan rusak. Tumbuhan akan beradaptasi terhadap suhu tinggi dengan menghasilkan senyawa yang memiliki sifat antioksidan (Abdillah, dkk., 2015). Shamloo *et al* (2017) menjelaskan bahwa total flavonoid yang dihasilkan sebagai pertahanan ekstra terhadap cekaman akan lebih tinggi pada kondisi suhu yang tinggi. Suhu udara dan cahaya juga berpengaruh pada reaksi biokimia tumbuhan, misalnya pada suhu udara yang lebih rendah akan memperlambat laju reaksi fotosintesis dan sebaliknya. Lantah *et al* (2017) menjelaskan bahwa radiasi dan intensitas cahaya dengan waktu terlalu lama dapat merusak senyawa fitokimia yang berperan sebagai antioksidan.

2.4.4 Kelembapan Udara

Jalur metabolit sekunder dan mekanismenya sangat rentan terhadap variasi lingkungan disebabkan adanya ekspresi gen yang terlibat dalam jalur ini diubah oleh tekanan yang berbeda (Borges *et al.*, 2017; Sanchita dan Sharma, 2018). Metabolit sekunder memberikan efek jangka panjang pada pertumbuhan dan kelangsungan hidup tanaman di bawah lingkungan yang penuh tekanan (Kurepin *et al.*, 2017). Faktor abiotik negatif, seperti kekeringan atau banjir, cahaya dan suhu ekstrem, serta keberadaan tanah yang buruk atau bahan kimia beracun menghasilkan tekanan sekunder, dan ini memicu variasi dalam biosintesis metabolit sekundernya (Verma dan Shukla, 2015).

Faktor ketinggian tempat mempengaruhi intensitas cahaya, namun ada tidaknya naungan juga akan berpengaruh pada kondisi tanaman di bawahnya. Suhu udara yang rendah akan berdampak pada kelembapan udara yang tinggi dan berpengaruh pada kandungan air hingga kadar mineral pada tanah (Tarmed, 2006). Pertumbuhan dan pembungaan tanaman akan terhambat karena kelembapan udara yang terlalu rendah atau terlalu tinggi. Kapasitas air akan meningkat selaras dengan suhu udara yang rendah, serta pengaruh dari naungan seperti pohon, awan, atau bentuk naungan lainnya yang menurunkan intensitas cahaya (Azkiyah, 2019).

2.4.5 Kelembapan Tanah

Nurmasari dan Djumadi (2010) menjelaskan bahwa metabolit sekunder akan diproduksi seiring dengan naiknya kelembapan sebagai bentuk mekanisme pertahanan secara fisiologis. Semakin tinggi suatu daerah maka kelembapan semakin tinggi pula dan suhu semakin rendah. Selain itu, kandungan air tanah erat

hubungannya dengan kelembapan tanah. Tanah dengan kelembapan yang rendah atau terlalu kering menunjukkan bahwa tanah kekurangan air. Kondisi tanah yang kekurangan air akan mempengaruhi proses-proses hidrolisis dan fotosintesis karena air adalah reagen penting dalam prosesnya serta berguna sebagai pelarut hara, gas, dan garam, serta material-material yang terdapat dalam tumbuhan (Wiraatmaja, 2010).

2.4.6 pH dan Bahan Organik Tanah

Faktor yang mempengaruhi kandungan metabolit sekunder dan morfologinya adalah pH tanah atau tingkat asam-basa pada tanah karena diperlukan pH optimum yang berbeda pada kerja enzim. pH yang terlalu basa atau terlalu asam akan menyebabkan enzim tidak mampu bekerja dengan optimal karena terjadi denaturasi sehingga mengganggu sisi aktif enzim (Safaria, 2013). Jika air dan tanah mempunyai pH yang optimum maka kadar senyawa bioaktifnya semakin tinggi pula sehingga perbedaan pH tanah akan mempengaruhi kandungan hasil senyawa dari proses metabolit sekunder.

Keseimbangan unsur hara pada tanah akan mempengaruhi kandungan metabolit sekunder tanaman. Kekurangan karbon dan nitrogen akan menurunkan kandungan metabolit sekundernya, begitu sebaliknya. Hal ini terjadi karena sebelum pembentukan metabolit sekunder, didahulukan metabolit primer yang menyebabkan unsur nitrogen dan karbon dipindahkan ke produksi metabolit sekunder setelah terpenuhinya kebutuhan pertumbuhan tanaman. Produksi senyawa yang mengandung nitrogen (alkaloid dan *cyanogenic* glikosida) akan berkurang karena terbatasnya sumber unsur nitrogen (Ncube *et al.*, 2012).

2.5 Aktivitas Antioksidan

Antioksidan adalah penghambat kerusakan sel dengan memberikan elektron dan menginaktivasi senyawa oksidan. Menurut Grubben (2004) Antioksidan mampu melindungi sistem biologis tubuh dari efek negatif reaksi oksidasi yang berlebihan dan menetralkan radikal bebas. Antioksidan telah terbukti ilmiah dapat menurunkan risiko penyakit koroner seperti kanker dan penyakit jantung. Manfaat terkait antioksidan pada tumbuhan berkaitan dengan QS. Al-Isra' [17]: 82 yang berbunyi:

وَنَزَّلُ مِنَ الْقُرْآنِ مَا هُوَ شِفَاءٌ وَرَحْمَةٌ لِّلْمُؤْمِنِينَ وَلَا يَزِيدُ الظَّالِمِينَ إِلَّا خَسَارًا ٨٢

Artinya: “Dan Kami turunkan dari Al-Qur’an suatu yang menjadi penawar dan rahmat bagi orang-orang yang beriman dan Al-Qur’an itu tidaklah menambah kepada orang-orang yang zalim selain kerugian”

Menurut tafsir Fathil Qadir, ayat tersebut menegaskan bahwa Allah SWT menciptakan Al-Qur’an sebagai obat dari segala penyakit. Hal ini ditekankan pada kata شِفَاءٌ (obat), yang berarti bahwa setiap penyakit pasti ada obat dan penawarnya. Oleh karena itu, menunjukkan bahwa segala sesuatu yang telah diciptakan oleh Allah SWT pasti ada maksud dan tujuan tertentu. Sehingga ayat ini mengimplikasikan kepada manusia untuk mempelajari ciptaan Allah SWT sebagai bentuk keridhoan kepada Allah SWT, salah satunya berkaitan dengan penelitian lebih lanjut terkait manfaat dan daya aktivitas antioksidan pada tumbuhan.

Antioksidan adalah senyawa yang mampu mengatasi oksidasi yang terjadi pada makhluk hidup dilakukan dengan mendonorkan satu elektronnya menuju senyawa yang lebih bersifat oksidatif penyebab dampak negatif sehingga menghambat aktivitasnya (Utomo dkk., 2020). Menurut Murray (2009), antioksidan merupakan senyawa yang mampu mencegah penyakit-penyakit degeneratif seperti

karsinogenesis, kardiovaskuler maupun penyakit lainnya karena mampu menetralkan dan menyerap radikal bebas. Senyawa ini mempunyai struktur molekul yang mampu menyalurkan elektronnya tanpa gangguan sama sekali menuju molekul radikal bebas dan mampu menghambat hingga memutus reaksi berantai pada radikal bebas. Senyawa antioksidan mampu mencegah kerusakan yang dikarenakan radikal bebas terhadap sel normal, lemak, dan protein karena termasuk substansi yang dibutuhkan dalam menetralkan radikal bebas.

Ekstrak suatu tanaman yang terdapat senyawa antioksidan secara endogen maupun eksogen dapat menetralkan dan menghambat terbentuknya reaksi oksidasi yang disebabkan radikal bebas. Radikal bebas yang terlibat dalam reaksi oksidasi menyebabkan terjadinya mutasi membuat rusak komposisi DNA dan membran sel normal di sekitarnya. Hal ini terjadi karena keterlibatan reaksi oksidasi khususnya pada radikal bebas OH. Beberapa penyakit degeneratif seperti jantung, kanker, penuaan dini, katarak, dan sebagainya dapat terjadi karena kerusakan bahan komposisi suatu DNA atau mutasi yang terjadi (Muraay, 2009). Antioksidan mampu mengurangi senyawa radikal bebas dengan mekanisme kerja dengan mencegah, menunda, menghilangkan kerusakan oksidatif yang terjadi pada molekul target dengan perkelatan logam, menurunkan kadar enzim pembentuk radikal bebas, pendinginan radikal bebas, dan mendorong enzim antioksidan internal (Prochazkova, *et al.*, 2011).

Antioksidan berdasarkan mekanisme kerjanya terbagi dalam tiga kelompok yakni primer, sekunder, dan tersier. Antioksidan primer berperan dalam penyaluran atom hidrogen yang disalurkan ke radikal lipida secara cepat mempunyai fungsi mencegah pembentukan radikal bebas baru atau menjadikannya ke bentuk yang

lebih stabil sehingga mempunyai fungsi mencegah pembentukan radikal bebas baru (Yunanto *et al.*, 2009). Menurut Winarsi (2007) antioksidan yang tergolong primer ialah enzim SOD, katalase, dan GPX sedangkan antioksidan yang termasuk dalam antioksidan sekunder diantaranya vitamin C, beta karoten, dan vitamin E. Adapun yang termasuk dalam antioksidan tersier adalah yang berfungsi dalam memperbaiki jaringan dan sel-sel yang rusak disebabkan radikal bebas (Yunanto *et al.*, 2009).

Aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh flavonoid dengan kemampuannya menyatukan logam dalam bentuk glukosida atau dengan menyalurkan atom hidrogen. Sifat antioksidan semakin tinggi jika ikatan gula semakin sedikit (Arifin dan Ibrahim, 2018). Menurut Olivia dan Teresita (2015) Flavonoid adalah salah satu kelompok senyawa yang sering ditemukan dalam tumbuhan dan memiliki aktivitas sebagai antiosidan dengan cara menghambat oksidasi lipid dan menyalurkan atom hidrogen. Khadijah, dkk. (2017) menyatakan senyawa fenolik berkorelasi dengan senyawa antioksidan sebagai pemutus ikatan rantai radikal bebas secara langsung dan menangkap berbagai spesies aktif.

Menurut Aripasha *et al* (2015) secara langsung maupun tidak efek antioksidan flavonoid dapat terjadi. Secara langsung kemampuan flavonoid dapat mendonorkan ion hidrogen sebagai aktivitas antioksidannya dan secara tidak langsung dengan memicu ekspresi gen antioksidan endogen melalui aktivasi Nrf2 atau *nuclear factor erythroid 2 relates factor 2* sehingga meningkatnya ekspresi gen *Superoxyde dismutase* (SOD). Senyawa ini memiliki manfaat dalam menghambat reaksi oksidasi karena sebagai antioksidan pereduksi radikal peroksil, superoksida, dan hidroksil.

Spektrofotometer Ultra Violet-Visible (UV-Vis) adalah salah satu metode instrumentasi yang dipakai dalam analisis kimia berdasarkan absorbansi. Spektrofotometer UV-Vis terdiri atas fotometer dan spektrometer. Spektrofotometer UV-Vis memunculkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu, sedangkan fotometer yaitu alat pengukur intensitas cahaya yang diabsorpsi atau ditransmisi. Oleh karena itu, spektrofotometer difungsikan untuk menghitung energi relatif jika energi tersebut disalurkan sebagai fungsi panjang gelombang (Hadi, 2022).



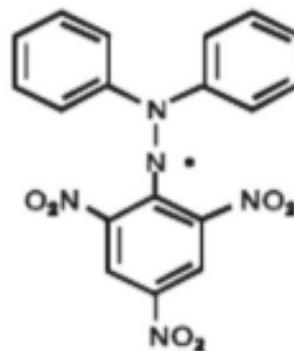
Gambar 2. 6 Spektrofotometer UV-Vis (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Keuntungan utama dari spektrofotometri yaitu metode ini cukup sederhana dibanding metode lain dan mampu memperoleh data yang akurat karena dapat dibaca secara visual langsung dan terdeteksi dalam bentuk digital maupun grafik regresi linier (Hadi, 2002).

2.6 Metode DPPH

Metode DPPH merupakan salah satu jenis analisis sederhana untuk mengetahui aktivitas penambahan elektron/ hidrogen dengan menyeluruh dari suplemen tunggal dan antioksidan tunggal dengan pemerangkapan radikal DPPH. DPPH adalah bubuk kristal berwarna dan molekul radikal bebas yang stabil. Radikal DPPH merupakan singkatan dari *diphenyl-1-picryl hydrazyl* yang mengabsorpsi

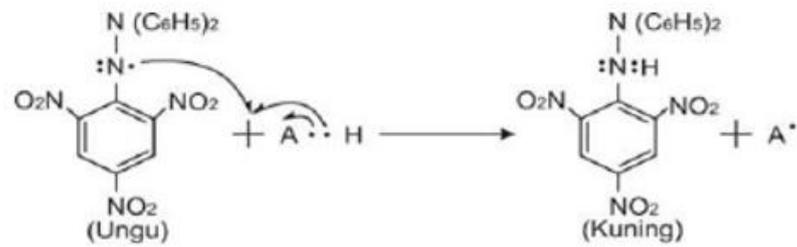
panjang gelombang 517 nm dan aktivitas antioksidan dapat diamati dengan melihat penurunan absorbansinya jika dalam sistem bebas substrat. Metode ini diperkenalkan oleh Brand-Williams, DPPH dengan sifatnya yang radikal dapat mengambil hidrogen atau elektron sehingga molekul terbentuk stabil. Berikut adalah gambar struktur kimia DPPH:



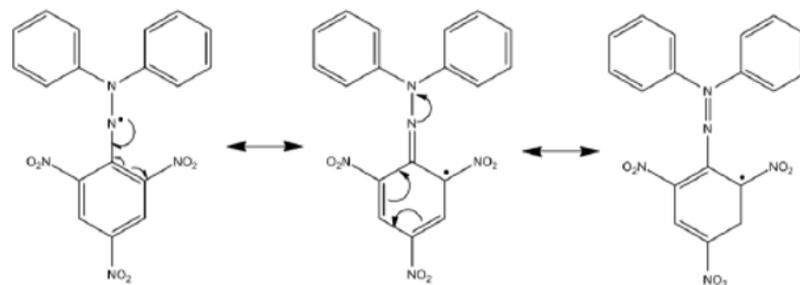
Gambar 2.7 Rumus bangun DPPH (Warono, 2013)

Hubungan DPPH dengan antioksidan secara radikal hidrogen pada DPPH atau transfer elektron menetralkan sifat radikal bebas DPPH. Jika elektron DPPH berhubungan maka larutannya akan berubah warna menjadi kuning terang dari ungu tua. Hal ini dapat diukur dengan spektrofotometer dan diplot pada konsentrasi. Analisis DPPH secara teknis sederhana, beberapa antioksidan bereaksi cepat dengan radikal peroksil akan bereaksi secara lambat bahkan inert dengan DPPH ketika terjadi perbedaan mekanisme dengan reaksi HAT yang biasa terjadi antara radikal peroksil dan antioksidan (Maurya dkk., 2014). Metode DPPH adalah metode yang mampu menghitung aktivitas total antioksidan baik dalam pelarut nonpolar atau polar. Metode ini dapat mengukur semua zat antioksidan baik yang larut dalam air maupun larut dalam lemak dengan salah satu yang dapat jadi pembandingnya adalah asam askorbat (vitamin C) (Lallo,

dkk., 2020). Berikut adalah reaksi DPPH dengan antioksidan pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.8 Mekanisme reaksi DPPH dengan antioksidan (Prakash, 2001)



Gambar 2.9 Reaksi resonansi pada radikal DPPH (Prakash, 2001)

Semakin baik nilai antioksidan semakin rendah nilai IC_{50} . Berikut adalah tabel tingkat parameter intensitas antioksidan metode DPPH:

Tabel 2.1 Tabel tingkat parameter intensitas antioksidan metode DPPH (Blois, 2003)

Parameter aktivitas antioksidan	Nilai IC ₅₀
Sangat aktif	<50
Aktif	50-100
Cukup	101-250
Kurang	250-500
Tidak aktif	>500

Berdasarkan penelitian dalam perbandingan metode uji aktivitas terhadap radikal bebas dengan antioksidan ABTS, FRAP, FIC, dan DPPH, ditemukan bahwa DPPH paling efisien dan efektif (Kiki *et al.*, 2018). Oleh karena itu DPPH sering digunakan, meskipun agak susah dianalisis senyawa dengan sifat hidrofilik karena hanya dapat dilarutkan pada pelarut organik, namun metode ini relatif simpel, dapat digunakan pada sampel berjumlah kecil, relatif stabil senyawa rdaikalnya dan sensitif pada sampel berkonsentrasi kecil (Wulansari, 2018).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rencana Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksploratif dan deskriptif dengan memakai parameter ketinggian lokasi tumbuh dan lingkungannya seperti intensitas cahaya, suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan pH tanah. Dilanjutkan dengan menentukan kadar flavonoid dan aktivitas antioksidan daun sintrong (*C. crepidioides*). Total flavonoid diamati kualitatif dengan melihat perubahan warna yang terjadi dan menggunakan metode spektrofotometer untuk uji kuantitatifnya, serta uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (diphenyl-1-picryl hydrazyl).

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari-April 2023. Sampel daun *C. crepidioides* diambil dari tiga ketinggian yang berbeda di wilayah Malang yakni tinggi (885 mdpl) sampel didapat dari Desa Pandansari, Kecamatan Poncokusumo, sedang (590 mdpl) di Desa Landungsari, Kecamatan Dau, dan rendah (317 mdpl) di Desa Rejosari, Kecamatan Bantur. Penelitian terhadap kadar flavonoid dan aktivitas antioksidan dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi Hewan dan Laboratorium Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Adapun alat yang digunakan adalah corong, saringan kain, gelas ukur, rak reaksi, tabung reaksi, toples kaca, pipet tetes, gelas beaker 100 ml, pengaduk, timbangan, kaki segitiga, *rotary* evaporator, tube mikropipet, timbangan analitik,

labu ukur 250 ml, termometer, lux-meter, *object glass*, vortex mixer, gelas vial, cuvet, aluminium foil mikropipet, timbangan analitik, labu ukur 50 ml, spektrofotometer Uv-Vis 2 bim, kestrel 5000, *altimeter*, anemometer, termohigrometer, *soil tester*.

3.3.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sintrong (*C. crepidioides*), serbuk magnesium (Mg), kuersetin, AlCl_3 , buffer asetat 300 mM (pH 3,6), HCl 40 mM, DPPH (2,2- *difenil-1-pikrilhidrazil*), etanol 96%, asam asetat, HCl pekat, tisu, etanol p.a, CH_3COONa , aquades.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Preparasi Sampel

Sampel daun sintrong (*C. crepidioides*) diambil secara *purposive sampling* pada tiga lokasi altitud atau ketinggian yang berbeda. Penelitian ini mengamati faktor lingkungan yang menjadi parameter pendukung pertumbuhan sintrong (*C. crepidioides*) di setiap ketinggian lokasi tumbuh yakni dataran rendah 317 mdpl (Desa Rejosari, Kecamatan Bantur, Malang), dataran sedang 590 mdpl (Desa Landungsari, Kecamatan Dau, Malang), dan dataran tinggi 885 mdpl (Desa Pandansari, Kecamatan Poncokusumo, Malang). Hasil dari pengamatan faktor lingkungan yang dilakukan 3x ulangan dan dirata-rata. Pengamatan pH lingkungan dan kelembapan tanah menggunakan *soil-taster* ETP, pengecekan suhu lingkungan dengan termometer, pengecekan ketinggian geografi menggunakan aplikasi *altimeter*, intensitas cahaya dengan lux meter, penghitungan kelembapan udara dengan termohigrometer, serta menggunakan alat kestrel 5000 untuk penunjang atau pembanding faktor lingkungannya.

Sampel yang diambil adalah bagian daun muda hingga dewasa dan diambil pada jam 10.00-12.00 karena merupakan waktu yang paling ideal tanaman menyerap sinar dari cahaya matahari. BMKG (2023) menyebutkan pada waktu pagi dan sore lebih besar massa udara dan lebih banyak atmosfer sehingga cahaya matahari harus melalui hingga mencapai permukaan vertikal pada siang hari. Selanjutnya dilakukan 3x ulangan untuk mengetahui hasil rata-rata dari kondisi lingkungan pengambilan sampel yakni intensitas cahaya, suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan pH tanah.

3.4.2 Pengamatan Lingkungan

Pengamatan lingkungan dilakukan di setiap ketinggian tempat pengambilan sampel *C.crepidoides* yakni di dataran rendah, dataran sedang, dan dataran tinggi. Parameter lingkungan yang diamati adalah intensitas cahaya, suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan pH. Pengamatan dilakukan selama 3 kali ulangan di setiap ketinggian.

Pengamatan intensitas cahaya dilakukan menggunakan alat lux meter bersamaan dengan pengambilan sampel. Lux meter dapat bekerja secara otomatis untuk mengukur dan menghitung intensitas cahaya dan menyesuaikannya dengan cahaya yang dibutuhkan, Lux meter terdiri dari tiga komponen utama, yakni rangka, LED, photodiode. Cara kerja dari alat ini adalah dengan mengubah energi cahaya menjadi energi listrik dengan sensor sel foto atau photodiode yang dimiliki.

Pengukuran suhu dan kelembapan lingkungan menggunakan *thermohygrometer*. Alat ini bisa otomatis menunjukkan suhu dan persentase kelembapan dengan menggantungkan selama tiga sampai lima menit. Setelah itu,

mengamati skala pada thermohygrometer analog, skala bagian atas menunjukkan kelembapan, sedangkan skala bagian bawah menunjukkan suhu udara.

Pengukuran kelembapan tanah dan pH diukur dengan *soil tester* dengan cara menancapkan langsung ke tanah sampai bagian probe tertutup tanah. Setelah itu, lepaskan tombol measure dan sekitar sepuluh menit pointer akan menunjukkan nilai pH tanah tersebut. Semakin mendekati angka 7 maka pH semakin netral dan jika kelembapan diantara 40%-60% maka semakin ideal untuk keberlangsungan hidup tanaman.

3.4.3 Pembuatan Simplisia

Pembuatan simplisia mengacu pada penelitian Rustanti (2018) dengan cara sampel daun yang telah didapatkan disortasi, dibersihkan dirajang, dan dikeringkan dengan suhu 50°C menggunakan oven selama 48 jam sampai menjadi simplisia kasar atau sampai tidak ada kadar airnya. Selanjutnya dihaluskan lagi menggunakan blender dan pengayakan dengan ayakan 40 mesh hingga didapat simplisia halus. Penghalusan ini dilakukan agar memperluas kontak permukaan antara cairan penyaring dan bahan aktif yang terdapat dalam tumbuhan dengan ukuran partikel yang mengecil sehingga dapat lebih maksimal proses ekstraksi yang dilakukan.

3.4.4 Ekstraksi Sampel

Adapun ekstraksi yang dilaksanakan dengan mengacu pada penelitian Imani (2015) dengan cara daun sintrong (*Crassocephalum crepidioides*) dibuat dengan menimbang sebanyak 50 gr serbuk simplisia daun, lalu dimasukkan ke dalam wadah kaca atau toples. Simplisia selanjutnya dimaserasi dengan pelarut etanol 96% 300 ml dan dicampur hingga merata (Hanphakphoom, 2016). Pelarut etanol

atau metanol lebih dipilih karena lebih bersifat universal sehingga dapat berkemungkinan besar menarik bahan dengan senyawa polar maupun non polar. Selanjutnya, selama tiga hari didiamkan dengan tetap dilakukan pengadukan pada suhu ruang yang tetap agar warna larutan tidak mengalami perubahan. Metode ini dipilih karena sederhana dan dapat dilakukan pada zat yang tahan panas maupun tidak, serta bisa mengoptimalkan kontak antara bahan dan pelarut. Selanjutnya disaring dan filtrat tersebut dievaporasi dengan suhu yang sesuai menggunakan alat *rotary evaporator* agar terpisah dengan pelarutnya.

3.5 Uji Kadar Flavonoid Total

Uji kandungan total flavonoid pada penelitian ini dilaksanakan pembuatan larutan induk dengan diambil 2 ml ekstrak murni, dilanjutkan pengujian dengan tabung ukur 10 ml dan air hangat dicukupkan hingga tanda batas. Larutan induk tersebut pada suhu ruang didinginkan dan disaring memakai kertas penyaring. Sebanyak 0,5 gram serbuk magnesium (Mg) dan 4-5 tetes HCl pekat ditambahkan ke 1 ml larutan uji, jika bereaksi menunjukkan perubahan warna pada larutan menjadi jingga, merah atau merah muda maka positif flavonoid.

Berdasarkan Ahmad, dkk. (2015) pengujian kadar total flavonoid dapat dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri sebagai berikut:

a. Pembuatan larutan standar quercetin

Larutan induk dibuat dengan cara dilarutkan quercetin 1000 ppm dengan cara ditimbang 20 mg quercetin dan dilarutkan dengan 20 ml etanol. Kemudian dibuat larutan standar quercetin dengan dipipet larutan induk quercetin sebanyak 0,5 ml. 1 ml. 2 ml. 3 ml. 4 ml. dan 5 ml sehingga menghasilkan larutan standar quercetin

dengan konsentrasi 50 pg/ml, 100 ug/ml 200 ug/ml, 300 pg/ml, 400 ug/ml dan 500 ug/ml, serta dilanjutkan pengenceran dengan etanol hingga volume 10 ml

b. Pengukuran larutan standar quercetin

Setiap larutan standar quercetin dipipet sebanyak 1 ml dan ditambahkan 0,3 ml NaNO 5% dan aquades 4 ml, dilanjutkan larutan divortex dan selama 5 menit didiamkan. Campuran tersebut selanjutnya ditambahkan 2 ml NaOH 1 M, 0,3 ml AlCl₃, dan ditambahkan aquades sampai total volume 10 ml. Selanjutnya selama 5 menit larutan didiamkan dan dihomogenkan. Diukur absorbansi menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 351,9 nm

c. Penetapan total flavonoid sampel

Ditimbang sampel masing-masing sejumlah 50 mg lalu etanol ditambahkan hingga menunjukkan 10 ml larutan. Cairan dipipet 1 ml pada masing-masing dan ditambahkan 0,3 ml NaNO 5% dan 4 ml aquades, lalu larutan divortex dan selama 5 menit didiamkan. Kemudian ditambahkan 0,3 ml larutan AlCl₃ 10% dan 2 ml NaOH 1 M dan aquades ditambahkan sampai total volume 10 ml. Dihomogenkan dan didiamkan larutan selama 5 menit. Absorbansi diketahui dengan alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 151,9 nm. Kadar flavonoid diperoleh sebagai ang ekuivalen quercetin/g ekstrak (mg/g)

3.6 Uji Daya Aktivitas Antioksidan

Salah satu metode yang dapat dipakai dalam menguji aktivitas antioksidan yaitu dengan DPPH. Prosedur analisa % inhibisi antioksidan dengan menggunakan metode ini yakni:

a. Preparasi Sampel Ekstrak Daun Sintrong

Ditimbang sampel ekstrak daun sintrong sebanyak 10 mg, kemudian dilarutkan menggunakan etanol ke dalam labu ukur 10 mL sampai tanda batas.

b. Pembuatan Radikal Bebas DPPH

Ditimbang DPPH sebanyak 0,6 mg kemudian dilarutkan menggunakan etanol ke dalam labu ukur 5 ml. Diperoleh larutan DPPH konsentrasi 0,3 mM sebanyak 5 mL. c. Pengukuran % inhibisi antioksidan sampel ekstrak daun sintrong Dipipet setiap sampel menggunakan pipet ukur sebanyak 2,5 ml kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya, ditambahkan cairan DPPH 0,3 mM sebanyak 1 mL pada masing-masing tabung reaksi yang telah berisi sampel. Campuran divortex beberapa saat sampai homogen dan diinkubasi dengan suhu 40°C selama 30 menit. Dilanjutkan diukur campuran absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 516 nm. Perhitungan % inhibisi dari sampel di atas adalah:

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{\text{Abs kontrol} - \text{Abs sampel}}{\text{Abs kontrol}} \times 100\%$$

Prosedur Analisa aktivitas antioksidan (ICs) dengan menggunakan Metode DPPH 1. Sampel ekstrak daun sintrong rendah dan tinggi ditimbang sejumlah 10 mg dan dilarutkan menggunakan etanol dan dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml. lalu ditandabatkan dengan etanol (larutan induk 1000 ppm). Cairan induk II 500 ppm dibuat dengan cara dipipet 80 ppm, 10 ml ke dalam labu ukur 20 mL kemudian ditandabatkan dengan etanol. Kemudian dibuat larutan standar 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, dan 100 ppm dari larutan induk II dengan cara dipipet larutan induk sebanyak 0,4 ml; 0,8 ml; 1.2 mL; 1.6 mL; dan 2 mL ke dalam labu ukur 10 mL kemudian ditandabatkan dengan etanol. Setiap larutan standar sejumlah 2,5 ml dipipet dan ditambahkan cairan DPPH 0,3 mM 1 ml. Larutan

kontrol dibuat dengan cara dipipet 1 ml DPPH 0,3 mM dan 2,5 mL etanol. Kemudian, pada suhu ruang selama 30 menit cairan diinkubasi dan diukur nilai absorbansinya dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum (516 nm).

Sampel ekstrak daun sedang ditimbang sejumlah 10 mg lalu dilarutkan dengan etanol dan dituang ke dalam labu ukur 10 ml. Selanjutnya ditandabatkan dengan etanol (larutan induk 1000 ppm). Larutan induk II 500 ppm dibuat dengan cara dipipet 10 mL ke dalam labu ukur 20 ml. Kemudian ditandabatkan dengan etanol. Dibuat larutan standar 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm dengan cara dipipet larutan induk II (500 ppm) sebanyak 2 ml; 4 ml; 6 mL dan 8 mL ke dalam labu ukur 10 mL. kemudian ditandabatkan dengan etanol. S etiap larutan standar sejumlah 2,5 ml dipipet dan ditambahkan cairan DPPH 0,3 mM 1 ml. Larutan kontrol dibuat dengan cara sejumlah 2,5 ml etanol ditambahkan cairan DPPH 0,3 mM. Dipipet 2,5 ml etanol dan 1 ml DPPH 0,2 mM untuk pembuatan larutan kontrol. Lalu diinkubasi pada suhu ruang larutan selama 30 menit dan nilai absorbansinya diukur menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum (516 nm).

c. Penentuan aktivitas antioksidan (IC₃₀) pada Vitamin C

Vitamin C ditimbang sejumlah 10 mg lalu dengan etanol dilarutkan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL. lalu ditandabatkan (larutan induk 100 ppm). Dibuat larutan standar 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm dengan cara dipipet larutan induk sebanyak 0,1 ml; 0,2 ml; 0,3 ml; 0,4 ml; dan 0,5 mL ke dalam labu ukur 10 mL kemudian ditandabatkan dengan etanol. Setiap larutan standar sejumlah 2,5 ml dipipet dan ditambah larutan DPPH 0,3 mM 1 ml. Dibuat

larutan kontrol dengan cara 2,5 ml dipipet dan ditambahkan DPPH 0,3 mM 1 ml. Lalu diinkubasi larutan dalam waktu 30 menit pada suhu ruang dengan memakai alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum (516 nm). Selanjutnya setiap konsentrasi pada masing-masing ekstrak untuk memperoleh data absorbansi dengan dihitung nilai persen (%) inhibisi. Nilai tersebut didapat dari persamaan:

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{\text{Abs kontrol} - \text{Abs sampel}}{\text{Abs kontrol}} \times 100\%$$

3.7 Analisis Data

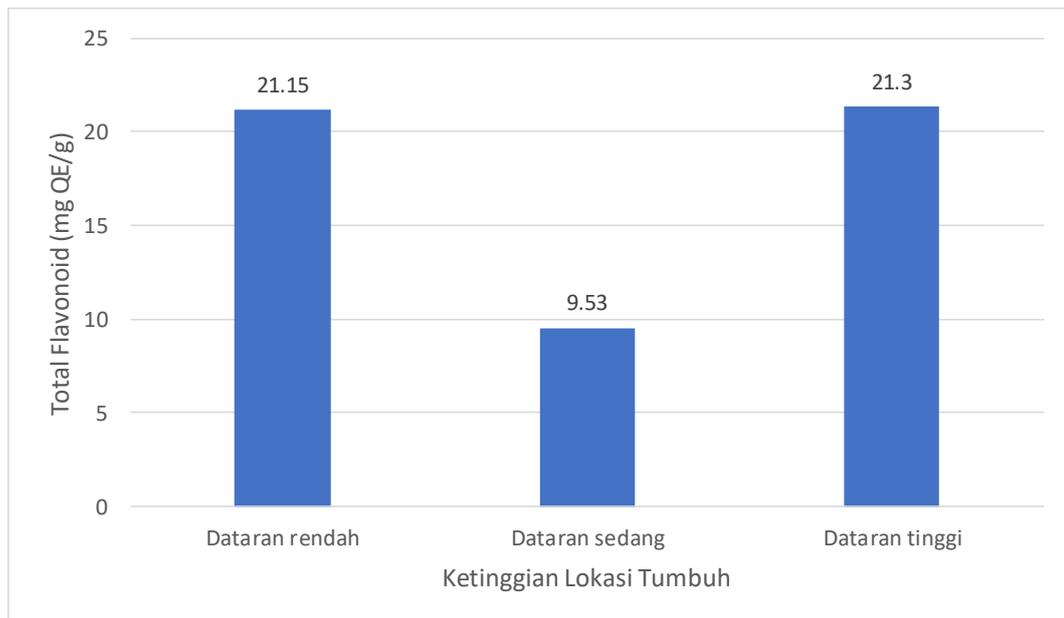
Data faktor lingkungan, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan dipaparkan dalam format angka dalam diagram grafik dan tabel menggunakan software program Ms. Excel 2016 agar lebih mudah dalam interpretasi. Analisis selanjutnya adalah dengan uji statistik dengan *software* SPSS 26 dengan uji Anova, normalitas, dan homogenitasnya untuk diuji lebih lanjut pada Uji Tukey sebagai uji lanjut karena terdapat lima parameter lingkungan dan untuk mengetahui bagaimana pengaruhnya, serta dilanjut uji regresi untuk mengetahui pengaruh parameter lingkungan dan ketinggian tempat terhadap kadar flavonoid dan aktivitas antioksidan.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Ketinggian Lokasi Tumbuh dan Lingkungan terhadap Kadar Total Flavonoid Daun Sintrong (*C. crepidioides*)

Terdapat perbedaan antara ketinggian lokasi tumbuh dan lingkungan terhadap kadar total flavonoid. Pengujian secara kualitatif menggunakan pereaksi Mg dan HCl memperlihatkan adanya perubahan warna menjadi jingga karena terbentuknya gelembung (gas H₂) dan natrium flavilium atau berarti terdapat kandungan metabolit sekunder flavonoid di dalamnya, serta pengujian lanjut secara kuantitatif menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan hasil kandungan flavonoid di setiap ketinggian yang berbeda (Gambar 4.1).



Gambar 4.1 Diagram Hasil Total Flavonoid Daun Sintrong (*C. crepidioides*) di Setiap Ketinggian

Kadar flavonoid total tertinggi adalah pada dataran tinggi (21,3044 mg/g) dan diikuti dengan hasil yang tidak jauh berbeda pada dataran rendah (21,1562 mg/g),

sedangkan kadar flavonoid terendah adalah hasil sampel dataran sedang (9,5309 mg/g). Hal ini dikarenakan berdasarkan ketinggian tempat lokasi tumbuh dan lingkungan tempat tumbuhnya, tanaman *C. crepidioides* pada dataran sedang tumbuh di antara naungan-naungan pohon yang cukup besar dan rindang sehingga membatasi sinar matahari yang didapatkan sehingga mempengaruhi metabolisme fotosintesis pada tanaman jika dibandingkan dengan *C. crepidioides* yang tumbuh di dataran tinggi dan rendah yang lebih sedikit atau bahkan tanpa adanya naungan yang menghalangi tanaman dalam mendapatkan sinar matahari. Menurut Wijayanto dan Nurunnajah (2012) penutupan tajuk oleh tanaman dan waktu pengukuran mempengaruhi intensitas cahaya yang didapat tanaman.

Berdasarkan Tabel 4.1 menunjukkan bahwa dari pengukuran parameter faktor lingkungan yang diulang tiga kali dan dirata-rata terdapat adanya perbedaan di tiap ketinggian lokasi tumbuh yang berbeda. Semakin tinggi lokasi atau altitud maka intensitas cahaya dan suhu relatif semakin rendah atau sering dikenal dengan laju penurunan suhu normal. Analisis statistik pada SPSS menunjukkan pengaruh lingkungan menunjukkan perbedaan yang signifikan karena $p < 0,05$ pada uji Anova. Pengecekan tes normalitas menunjukkan data yang normal karena nilai signifikansinya $> 0,05$ dan data juga terhitung homogen setelah diuji homogenitasnya, karena nilai signifikan $< 0,05$. Hal ini dijadikan permulaan bahwa data yang ada akan diuji lebih lanjut dengan hasil total flavonoid dan daya antioksidan dikarenakan perbedaan ketinggian lokasi tumbuh dan adanya perbedaan kondisi abiotik di sekitar tumbuh *C. crepidioides*. Perbedaan ketinggian lokasi tumbuh tanaman menyebabkan adanya perbedaan faktor cuaca, lingkungan (intensitas cahaya, suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah), serta adanya

keadaan bahan organik tanah yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Kondisi lingkungan tempat tumbuh tanaman dipengaruhi oleh keadaan geografis, topografis, dan orografis sehingga tiap daerah memiliki sebaran curah hujan yang berbeda yang akan mempengaruhi suhu dan kelembaban udaranya (Kartasapoetra, 2008). Kandungan fitokimia dari hasil metabolit sekunder flavonoid dipengaruhi oleh faktor lingkungan di setiap wilayah tumbuhnya seperti cahaya, suhu, pH, dan ketinggian tempat tumbuh (Sholekah, 2017).

Tabel 4. 1 Faktor lingkungan pada setiap ketinggian lokasi tumbuh sintrong (*C. crepidioides*)

Parameter Lingkungan	Rata-rata ulangan dataran rendah	Rata-rata di ulangan dataran sedang	Rata-rata di ulangan dataran tinggi
Intensitas cahaya (x 100 lux)	520	350	300
Suhu (°C)	33	27	25
Kelembapan udara (%)	47	66	60
Kelembapan tanah (%)	67	46	60
pH	6	6,4	5,7

Data kuantitatif ini mendukung secara garis besar apa yang terlihat signifikan berbeda dari faktor abiotik tempat tumbuhnya, namun tidak menjadi patokan satu-satunya karena diperlukan observasi lingkungan secara kualitatif. Berdasarkan penelitian Dong (2011) melaporkan adanya korelasi positif yang signifikan antara durasi sinar matahari dan suhu tahunan dengan asam klorogenat dan flavonoid, namun tetap diperlukan observasi kualitas lingkungan karena adanya perbedaan

zona geologi menghasilkan variasi dalam kualitas kandungan zat aktif pada spesies yang sama.

Sintrong (*C. crepidioides*) pada dataran tinggi tetap mendapatkan sinar yang cukup baik, meskipun semakin tinggi lokasi tumbuh relatif semakin rendah intensitas cahaya matahari yang didapat. Hal ini dikarenakan keadaan lingkungannya hanya sedikit pohon penghalang atau naungan sehingga tetap mampu menyintesis glukosa ($C_6H_{12}O_6$) pada proses fotosintesis. Hasil flavonoid pada kondisi ini menunjukkan tertinggi karena diduga terpicunya respon tanaman yang berlebih dalam beradaptasi dengan keadaan lingkungannya. Berdasarkan Nurnasari dan Djumadi (2010) intensitas cahaya matahari yang didapat menyebabkan hasil fotosintesis berupa karbohidrat akan diolah menjadi senyawa bioaktif dan adanya kenaikan kelembaban akan memacu pembentukan metabolit sekundernya sebagai bentuk pertahanan secara fisiologis. Parameter suhu menunjukkan hasil yang selaras dengan intensitas cahaya, yakni semakin tinggi ketinggian maka semakin rendah suhu lingkungannya. Suhu udara dan kelembaban adalah komponen iklim mikro yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman serta saling berkaitan mewujudkan lingkungan yang optimum bagi tumbuhan (Istiawan, 2019).

Hasil total flavonoid tertinggi kedua yang tidak jauh berbeda dengan hasil dataran tinggi adalah dataran rendah (Gambar 4.1) dengan jumlah 21,15 mg QE/g, sedangkan paling rendah pada dataran sedang yakni 9,53 mg QE/g. Hal ini dikarenakan pada dataran rendah mengalami intensitas cahaya dan suhu paling tinggi, sehingga proses fotosintesis juga terpicu meningkat. Setiap spesies atau genotip tanaman tertentu memiliki suhu optimal spesifik sebagai fungsi fisiologis

dan biosintesis metabolit sekundernya. Menurut Yang (2018) secara umum sinar matahari sepanjang hari mampu meningkatkan metabolit sekunder tanaman yang selanjutnya mendukung peran flavonoid dan asam fenolik dalam melindungi tanaman yang masih berhubungan dengan aktivitas fotosintesis dengan salah satu bahan dasarnya yakni cahaya. Berdasarkan penelitian Alqahtani (2015) paparan sinar matahari sehari penuh berkorelasi positif dalam mengakibatkan peningkatan kandungan *asiaticoside*, *madecassoside*, flavonoid, dan asam klorogenik dibandingkan pada tanaman yang tumbuh di bawah naungan di bawah 50%.

Kelembapan tanah $\geq 60\%$ pada dataran tinggi dan dataran rendah menunjukkan bahwa kandungan air yang cukup dan mempengaruhi adanya kadar mineral. Berdasarkan Djumali (2014) perbedaan kelembapan tanah secara umum dikarenakan beberapa faktor seperti curah hujan, jenis tanah, dan laju evapotranspirasi sehingga menyebabkan adanya perbedaan ketersediaan air dalam tanah bagi pertumbuhan tumbuhan. Menurut Qaderi *et al.* (2023) stres lingkungan dapat menyebabkan penyaluran asam shikimat ke jalur shikimate, menghasilkan kumpulan metabolit yang lebih besar. Peningkatan flavonoid pada dataran tinggi disebabkan oleh peningkatan sukrosa (karbohidrat), yang dapat bertindak sebagai molekul pensinyalan untuk memicu biosintesis flavonoid pada suhu yang lebih rendah (Keys *et al.*, 2011). Kelembapan udara berdasarkan tabel di atas menunjukkan data yang tidak terlalu berbeda jauh dan masih dalam kondisi normal dan mendukung pertumbuhan *C.crepidioides*. Kelembapan yang terlalu rendah atau terlalu tinggi akan menghambat pertumbuhan dan pembungaan tanaman. serta menyebabkan kadar lengas tanah berkurang. Berdasarkan Istiawan (2019) lengas tanah akan tetap terjaga di dalam tanah ketika laju evaporasi turun.

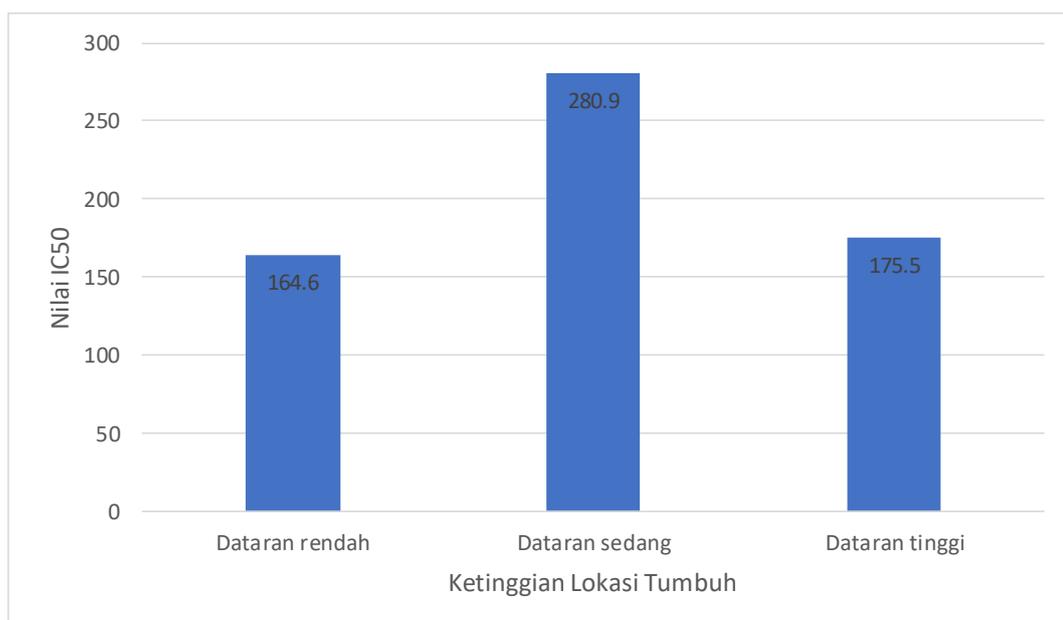
Selain itu, ada tidaknya naungan juga akan berpengaruh pada intensitas cahaya yang menyinari tanaman, semakin lebat naungan maka akan meningkatkan kelembapan udara di sekitarnya.

Metabolit sekunder tanaman dapat mengalami peningkatan atau penurunan konsentrasinya sebagai respons terhadap tekanan osmotik atau toksisitas ion spesifik. Diketahui biosintesis senyawa fenolik hanya melalui dua jalur dari tiga jalur biosintesis metabolit sekunder, yaitu asam malonat dan asam shikimat. Jalur asam malonat menggunakan bahan dasar asetil-koA, sedangkan pada jalur asam shikimat dimanfaatkan dalam sintesis senyawa berbahan asam amino dan senyawa kategori tanin yang dapat terhidrolisis (Harindar, *et al.*, 2010). Oleh karena itu, biosintesis metabolit sekunder dapat terjadi di luar biosintesis protein dan karbohidrat, ketika tanaman membutuhkannya yang merupakan intermediet atau hasil samping dari metabolisme primer.

yang akan meningkatkan kandungan fenilalanin karena enzim PAL (*phenylalanine ammonia liase*) aktif saat terjadi cekaman (Ibrahim *et al.*, 2011).

4.2 Pengaruh Ketinggian Tempat Lokasi Tumbuh dan Lingkungan terhadap Aktivitas Antioksidan Daun Sintrong (*C. crepidioides*)

Terdapat perbedaan ketinggian tempat lokasi tumbuh dan lingkungan terhadap aktivitas antioksidan daun sintrong (*C. crepidioides*). Pengujian aktivitas antioksidan (IC_{50}) daun sintrong (*C. crepidioides*) dilakukan dengan pereaksi radikal bebas DPPH (*diphenyl-1-picryl hydrazyl*) dan pembanding vitamin C yang dapat dilihat dengan data bahwa semakin sedikit nilai IC_{50} maka semakin kuat aktivitas antioksidannya. Parameter aktivitas antioksidan adalah nilai IC_{50} atau konsentrasi inhibisi yang merupakan konsentrasi suatu bahan pada antioksidan yang mampu mengakibatkan 50% DPPH kehilangan karakter radikal (Windono, *et al.*, 2001).



Gambar 4.3 Diagram aktivitas antioksidan daun sintrong (*C. crepidioides*) di setiap ketinggian lokasi tumbuh

Hasil uji aktivitas antioksidan pada Gambar 4.3 menunjukkan nilai IC_{50} tertinggi pada dataran sedang yakni 280,9 ppm yang berarti nilai aktivitas antioksidannya paling lemah. Nilai aktivitas antioksidan ini termasuk pada kategori tingkatan lemah karena $IC_{50} > 250$ ppm. Selanjutnya dilihat dari hasil IC_{50} pada sampel *C.crepidoides* dataran rendah dan dataran tinggi menunjukkan hasil tidak jauh berbeda yakni 164,6 ppm dan 175,5 ppm yang masih tergolong kategori sedang mendekati kuat karena diantara 100-250 ppm (Blois, 2003). Menurut Apriandi (2011) nilai IC_{50} bisa diartikan sebagai indikator konsentrasi substrat yang mengakibatkan 50% aktivitas DPPH berkurang. Semakin sedikit pelarut yang digunakan maka semakin kuat nilai IC_{50} yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil regresi antara variabel nilai total flavonoid dan nilai IC_{50} antioksidan menunjukkan nilai signifikansi $> 0,05$ sehingga berkorelasi negative yakni pada dataran sedang memiliki kadar flavonoid paling rendah dan nilai IC_{50} paling tinggi yang berarti bahwa aktivitas antioksidannya yang paling lemah, sedangkan pada dataran rendah dan dataran tinggi menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda yakni nilai total flavonoidnya lebih baik daripada dataran rendah dan nilai IC_{50} lebih kecil atau antioksidannya lebih tinggi. Hal ini dikarenakan semakin tinggi flavonoid maka semakin kuat fungsi penangkal radikal bebas sebagai bentuk antioksidan. Martono (2016) juga menyebutkan flavonoid dapat berperan sebagai antioksidan dengan menangkap radikal bebas melalui pemberian atom hidrogen. Penelitian lain pada Anouar *et al.* (2012) menjelaskan bahwa aktivitas penangkapan radikal yang diuji pada flavonoid dan fenolat berkaitan dengan jumlah dan posisi ikatan gugus hidroksil (OH) dalam senyawa tersebut. Secara umum, semakin banyak gugus hidroksil fenolik, terutama dua gugus hidroksida

yang berdekatan pada cincin benzena, maka semakin kuat aktivitas antioksidannya. Hal ini menunjukkan bahwa produksi fenolik dan kapasitas antioksidan berkorelasi pada sejumlah spesies (Isah, 2019).

Dataran rendah menunjukkan hasil aktivitas antioksidan yang paling baik diduga karena adanya kandungan flavonoid dan fenolik pada tanaman *C. crepidioides*. Suhu udara pada dataran rendah lebih tinggi yang mengakibatkan peningkatan kapasitas uap air dan berkurangnya kelembaban udara terutama pada siang hari. Hal ini memicu respon adaptasi fisiologis tanaman dengan meningkatkan konsentrasi flavonoid dan berdampak pada aktivitas antioksidan. Selama perkembangan dan pertumbuhan, tanaman berinteraksi langsung dengan lingkungan abiotik seperti air, cahaya, suhu tanah, dan bahan kimia. Penelitian yang dilakukan Ma, *et al.* (2016) menunjukkan hasil selaras pada tanaman dengan famili yang sama (Asteraceae) bahwa terdapat peningkatan asam fenolik dan flavonoid, serta aktivitas antioksidan diakibatkan peningkatan radiasi UV-B. Kondisi abiotik seperti suhu, penyinaran berlebih, salinitas, hingga cekaman air menyebabkan kondisi kekeringan yang mengakibatkan tanaman menyintesis lebih banyak molekul berbasis karbon yang terdiri dari konstituen hidrokarbon dasar dalam metabolit sekunder, serta meningkatkan produksi ROS (spesi oksigen reaktif). Hal ini menyebabkan tanaman menginduksi persinyalan sebagai respons, serta meningkatkan akumulasi metabolit sekunder dan antioksidannya (Ramakrishna and Ravinshankar, 2011).

Hasil aktivitas antioksidan terendah selaras dengan total flavonoid yang terkandung di dalamnya yakni pada sampel *C. crepidioides* dataran sedang dikarenakan faktor adanya banyak naungan yang menghalangi tanaman tersebut

mendapatkan sinar matahari secara langsung, serta kelembaban tanahnya. Berdasarkan Nugroho, dkk (2006) jaringan palisade berfungsi menangkap cahaya dan akan lebih padat pada kondisi tanaman yang mendapat intensitas cahaya secara langsung daripada dalam teduh. Selain itu, kondisi tanah juga mempengaruhi ketersediaan mineral dan bahan organik yang bermanfaat pada tanaman. Namun, kondisi tanah seperti kelembaban dan pH pada dataran sedang masih termasuk dalam kondisi ideal atau normal sehingga tanaman tumbuh dengan baik dan metabolit sekunder diduga tidak banyak disintesis karena belum terlalu dibutuhkan. Kondisi setiap tanah merupakan pengaruh akumulasi kompleks dari adanya mikroorganisme, perlakuan manusia, hingga iklim. Selain iklim, karakter tanah memberikan beberapa pengaruh yang signifikan pada pertumbuhan tanaman, seperti KTK (kapasitas tukar kation) baik adalah yang tinggi dan pH tanah paling optimal saat mendekati 7 (Karamina, *et al.*, 2018).

Hasil antioksidan yang optimal akan digunakan tanaman dalam sistem pertahanan dalam menetralkan radikal bebas dengan menambah atom hidrogen dan peningkatan produksi ROS (*reactive oxygen species*). Fenolik diproduksi oleh banyak spesies tanaman untuk perlindungan terhadap kondisi pertumbuhan stres biotik atau abiotik dan akumulasi mereka berkorelasi dengan kapasitas antioksidan tanaman dalam sejumlah spesies (Yi, *et al.*, 2010). Yadav (2010) menyebutkan kisaran suhu yang terlalu tinggi dan rendah berdampak pada produktivitas tanaman, hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan efisiensi fotokimia fotosistem II yang menunjukkan tanaman stres. Stres atau suhu yang kurang optimal ini biasanya akan meningkatkan metabolit sekunder tanaman dan aktivitas antioksidannya (Naghiloo *et al.*, 2012).

4.3 Hasil Pembahasan Perspektif Islam

Allah SWT memberikan bukti dengan menciptakan tumbuh-tumbuhan yang bermanfaat dan ditujukan kepada hamba-Nya agar mengambil hikmah. Hal ini telah dijelaskan dalam Q.S. Thaha [20]:53 yang berbunyi:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَوَّلَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّنْ نَّبَاتٍ
شَتَّىٰ ۝۳

Artinya: “(Tuhan) yang telah menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu, dan menjadikan jalan-jalan di atasnya bagimu, dan yang menurunkan air (hujan) dari langit. Kemudian Kami tumbuhkan dengannya (air hujan itu) berjenis-jenis aneka macam tumbuh-tumbuhan (Q.S. Thaha [20]: 53).

Kalimat “*Dia yang telah menjadikan bagi kamu bumi sebagai hamparan*” memiliki makna bahwa terdapat macam-macam jenis tumbuhan yang dapat tumbuh tersebar di muka bumi yang sungguh menakjubkan dan membuktikan betapa agung ciptaan Allah. Serta pada ayat yang berbunyi وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ (Allah menurunkan air dari langit, maka kami tumbuhkan dengannya berjenis-jenis tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam) menunjukkan bukti hidayah dari Allah SWT kepada manusia agar dapat melangsungkan hidupnya dengan memanfaatkan tumbuh-tumbuhan dan buah-buahan yang beraneka jenis (Shihab, 2002). Untuk dapat mengambil hikmah dari penciptaan tumbuhan, maka penting bagi manusia untuk mengkaji manfaat yang terkandung dalam tumbuhan.

Berbagai ayat Al Qur’an menyebutkan bahwa sains dan islam adalah aspek yang tidak dapat dipisahkan. Islam yang telah mengatur secara general kehidupan manusia telah mengatur kehidupan umat manusia termasuk sains agar manusia bisa mengambil hikmah-hikmah yang terkandung dalam ayat *kauniyah* maupun *qauliyah* Allah SWT. Penciptaan beraneka ragam tanaman merupakan anugerah yang bisa manusia syukuri dengan bisa memanfaatkan sebaik-baiknya seperti

sebagai bahan pangan, obat, dan melestarikannya, sehingga manusia dapat menjadi *'abdullah* (hamba Allah) dan *khalifah* yang baik.

Manusia memiliki amanah yang besar di muka bumi yakni sebagai khalifah sebagaimana yang tercantum dalam firman Allah SWT dalam Q.S. Al Baqarah ayat 30:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلٰٓئِكَةِ اِنِّيْ جَاعِلٌ فِى الْاَرْضِ خَلِيْفَةًۭۙ قَالُوْۤا اَتَجْعَلُ فِیْهَا مَنْ یُّفْسِدُ فِیْهَا وَیَسْفِكُ الدِّمَآءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَۙ قَالَ اِنِّیْۤ اَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُوْنَ ۝۳۰

Artinya: “(Ingatlah) ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat, “Aku hendak menjadikan khalifah di bumi.” Mereka berkata, “Apakah Engkau hendak menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah di sana, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu dan menyucikan nama-Mu?” Dia berfirman, “Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui.”

Ayat di atas adalah perintah kepada manusia untuk menjadi *khalifah* yang memiliki arti kaum pengganti satu kaum lainnya dari satu kaum ke kaum lainnya. Selain itu juga memiliki arti sebagai pemimpin, penguasa, dan pengelola alam semesta. Ibnu Jarir mengatakan bahwa *khalifah* tersebut adalah Adam dan mereka yang menempati posisinya dengan ketaatan kepada Allah SWT dan penagambil keputusan yang adil di tengah umat manusia (Katsir, 2008). Oleh karena itu, manusia diharapkan mampu mendalami kebesaran Tuhan melalui ayat *kauniyah* maupun *qauliyah*nya agar senantiasa menguatkan tauhid dan memperbaiki akhlak, serta bermanfaat bagi sesama.

Hujan yang turun di bumi telah diatur kadar dan tempatnya yang sesuai dengan keadaan dan kebutuhan kehidupan makhluk hidupnya, seperti yang telah tercantum dalam Q.S. Az Zukhruf ayat 11 yang berbunyi:

وَالَّذِیْ نَزَّلَ مِنَ السَّمَآءِ مَآءًۙ بِقَدَرٍۭۙ فَاتَّسَّرْنَا بِهٖۙ بَلَدَةًۭۙ مِّیْنًاۙۗ كَذٰلِكَۙ تُخْرَجُوْنَ

Artinya: “Yang menurunkan air dari langit dengan suatu ukuran, lalu dengan air itu Kami menghidupkan negeri yang mati (*tandus*). Seperti itulah kamu akan dikeluarkan (*dari kubur*)”.

Ibnu Katsir dalam tafsirnya menjelaskan bahwa “kadar” disini berarti bahwa sesuai dengan apa yang diperlukan bagi tanam-tanaman dan buah-buahan, serta untuk minuman kalian. Kalimat selanjutnya tentang “menghidupkan dengan air itu negeri yang mati” berarti tanah gersang jika mendapatkan air akan menjadi subur dan menumbuhkan setiap pohon yang indah dan mengingatkan kepada manusia seperti itulah Allah menghidupkan kembali jasad-jasad yang telah mati (Katsir, 2008). Ibnu Katsir juga menjelaskan pada tafsir Q.S. Al A’raaf ayat 57 dalam hujan terdapat *ar-riyah* (angin), *sahab* yang berarti awan, serta *rahmatih* yang berarti kasih sayang atau hujan yang diturunkan Allah sehingga diharapkan makhluknya mampu mensyukuri kedatangan hujan dan tidak mencelanya (Katsir, 2008).

Bukti jika bukan manusia yang menumbuhkan tanaman adalah lebih banyaknya tanaman yang tumbuh sendiri di alam daripada manusia yang menanam, penjelasan seperti ini banya ditemukan dalam Al Qur’an seperti dalam Q.S. Al A’la ayat 4-5 seperti halnya tanaman sintrong (*C.crepidioides*). Tanaman dari famili asteraceae ini seringnya ditemukan bukan karena manusia yang menanamnya karena mempunyai sifat yang mudah tumbuh serta mampu memproduksi biji dalam jumlah banyak dan ditemui di berbagai lahan mulai dari lingkungan dengan sedikit air sampai basah dan tahan terhadap naungan (Suryaningsih, 2011).

Manusia sebagai *khalifah* di bumi memiliki kewajiban bertanggungjawab sebagai pemimpin, sekaligus pemeran penting dalam memanfaatkan dan menjaga keseimbangan alam. Lingkungan biotik dan abiotik adalah hal yang tidak bisa

dipisahkan. Oleh karena itu, dengan meningkatkan keimanan dan ketakwaan, manusia mampu peka terhadap apa yang ada di sekelilingnya, sehingga manusia mampu mensyukuri segala nikmatNya. Selain itu, manusia mampu menyadari bahwa semua telah diatur Allah Yang Maha Perkasa lagi Maha Penyayang yang akan menciptakan keseimbangan kehidupan dunia yang makmur dan sejahtera.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka bisa didapat kesimpulan bahwa:

1. Diantara ketinggian tempat lokasi tumbuh dan lingkungan, terdapat perbedaan kadar total flavonoid daun sintrong (*C. crepidioides*) dengan urutan hasil tertinggi pada dataran tinggi yakni 21,3044 mg/g dan paling rendah pada dataran sedang yakni 9,5309 mg/g.
2. Diantara ketinggian tempat lokasi tumbuh dan lingkungan, terdapat perbedaan kadar aktivitas antioksidan daun sintrong (*C. crepidioides*) dengan hasil paling kurang baik pada dataran sedang yakni nilai intensitasnya (IC_{50}) 280,9 ppm atau dalam kategori kurang aktif. Sedangkan pada dataran rendah dan dataran tinggi cukup aktif karena nilai intensitasnya (IC_{50}) antara 100-250 ppm.

5.2 Saran

Berdasarkan analisis pada penelitian ini, dapat dikemukakan saran yakni:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut antara faktor lingkungan terhadap metabolit sekunder yang lain.
2. Perlu dilakukan lebih banyak variasi parameter ketinggian tempat atau altitud.
3. Perlu dilakukan uji lanjut untuk mengetahui parameter lingkungan yang lain seperti kadar air dan bahan organik tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, Dede, Raden Soedradjad, and Tri Agus Siswoyo. 2015. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Kandungan Fenolik Dan Antioksidan Tanaman Sorgum (*Sorghum Bicolor L. Moench*) Pada Fase Awal Vegetatif. *Berkala Ilmiah Pertanian* 1 (1): 1–4.
- Adedayo BJ, Oboh G, Oyeleye SI, Ejakpovi II, Boligon AA, Athayde ML. 2015. Blanching alters the phenolic constituents and in vitro antioxidant and anticholinesterases properties of fireweed (*Crassocephalum crepidioides*), *J Taibah Univ Med Sci* 10(4):419-26.
- Adjatin, A., Dansi, A., Badoussi, E., Loko, Y.L., Dansi, M., Gbaguidi, F., Azokpota, P., Ahissou, H., Akoègninou, A., Akpagana, K., and Sanni A. 2013. Phytochemical screening and toxicity studies of *Crassocephalum rubens* (Juss. ex Jacq.) S. Moore and *Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S. Moore consumed as vegetable in Benin. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 5(6):160- 167
- Agustina, S., Ruslan, Agrippina W. 2016. Skrining Fitokimia Tanaman Obat Di Kabupaten Bima. *Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*. Vol 4 No 1
- Ahmad, A. R., juwita, Ratulangi, S., & Malik, A. 2015. Penetapan Kadar Fenolik dan Flavonoid Total Ekstrak Metanol Buah dan Daun Patikala (*Etlintera elatior* (Jack.) R.M.SM.). *Pharm Sci Res*, 2407-2354.
- Akasia, A. I., Putra, I. D. N. N., & Putra, I. N. G. 2021. Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata* yang Dikoleksi dari Kawasan Mangrove Desa Tuban. *Bali Journal of Marine Research and Technology*, 4(1), 16-22
- Akula, R., Ravishankar, G.A., 2011. Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant Signal. Behav.* 6 (11), 1720–1731.
- Alam, T. 2014. Optimasi Pengelolaan Sistem Agroforestri Cengkih, Kakao dan Kapulaga di Pegunungan Menoreh. *Tesis*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Al-Farsi, M, Alasalvar, C., Al-Abid, Al-Shoaily, M., Al-Amry, M., Al-Rawahy, F. 2007. Compositional and Functional Characteristics of Dates, Syrups, and Their by-Products. *Food Chemistry*, Volume 104, 943-947.
- Al-Jazairi, Syaikh Abu Bakar Jabir. 2007. *Tafsir Al-Qur'an Al-Aisar*. Jakarta: Darus Sunnah Press
- Alqahtani, A., Tongkao-on, W., Li, KM., Razmovsky-Naumovsky, V. Chan, K., Li, GQ. 2015. Seasonal variation of triterpenes and phenolic compounds in Australian *Centella asiatica* (L.) Urb. *Phytochem. Anal. Rev*, 26, 436-443
- Andika, E. D., Kartijono, N. E., & Rahayu, E. S. 2017. Struktur dan komposisi Tumbuhan pada lantai hutan jati di kawasan RPH Bogorejo BKPH Tanggel Blora. *Life Science*, 6(1), 24–33.
- Andrian, S., dan Purba M. 2014. Pengaruh ketinggian tempat dan kemiringan lereng terhadap produksi karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) di kebun Hasepong PTPN III Tapanuli Selatan. *Jurnal Online Agroteknologi*. 3(2): 981 – 989
- Anita-Sari, I., & Susilo, A. W. 2012. Keberhasilan sambungan beberapa jenis batang atas dan batang bawah kakao (*Theobroma cacao* L.). *Pelita Perkebunan* , 28 (2), 75-84.
- Anouar, E. H., J. Gierschner, J. L. Duroux and P. Trouillas. 2012. UV/ visible spectra of natural polyphenols: A time-dependent density functional theory study. *Food Chem.* 131: 79-89
- Ap, A. T., Susanti, C. M. E., Azis A., Rasyid, R. A., Weno, I., & Tahamata, Y. T. 2022. Kandungan Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Daun

- Pandemor (*Pemphis acidula* JR Forst. & G. Forst) Asal Pulau Biak. *Jurnal Kehutanan Papuasiasia*, 8(1), 47-54
- Apriandi A. 2011. Aktivitas Antioksidan dan Komponen Bioaktif Keong Ipong-Ipong (*Fasciolaria salmo*). *Skripsi*. Bogor: IPB
- Arifin, B. & Ibrahim, S., 2018. *Struktur Bioaktivitas dan Antioksidan Flavonoid*. *Zarah*, 6(1), 21-29.
- Aripasha, A., Andriana, D., dan Purnomo, Y. 2015. Efek Dekok Daun Pulutan (*Urena lobata*) Terhadap Kadar SOD (*Superoxyde dismutate*) dan MDA (*Malondialdehyde*) Serum Tikus Model Diabetes Mellitus Tipe II. *Jurnal Kedokteran Komunitas*. 3(1): 304-311
- Artanti N., Rizna T. D., Faiza M. 2014. Pengaruh Lokasi dan Pelarut Pengekstraksi Terhadap Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Pegagan (*Centella asiatica* L. Urb). *JKTI*. Vol. 16, No. 2.
- Ayodele, Opeyemi O, Onajobi, F.D., & Osoniyi, O.R. 2020. Modulation of Blood coagulation and hematological parameters by *Crassocephalum crepidioides* leaf methanol extract and fractions in STZ-induced diabetes in the rat. *The Scientific World Journal*.
- Azkiyah RD, dan Tohari. 2019. Pengaruh Ketinggian Tempat terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Kandungan Steviol Glikosida pada Tanaman Stevia (*Stevia rebaudiana*). Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada. 8(1), 1-12
- Badan Pusat Statistik, 2020. *Kabupaten Malang dalam Angka Malang Regency in Figures 2020*. CV. Kurnia
- Badrunasar, A. 2017. *Tumbuhan Liar*. Bogor: Forda Press.
- Bahar E, Akter KM, Lee GW, Lee HW, Rashid HO, Choi MK, Bhattara KR, Hossain MMM, Ara J, Mazumder K, Raihan O, Chae HJ, Yoon H. 2017. β -Cell protection and antidiabetic activities of *Crassocephalum crepidioides* (Asteraceae) Benth. S. Moore extract against alloxan-induced oxidative stress via regulation of apoptosis and reactive oxygen species (ROS). *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 17(179):1-12
- Bisht, V.K & Purohit. V. 2010. Medicine And Aromatik Plants Diversity Of Asteraceae In Uttarakhand. Herbal Research & Development Instate. Gopeshwar. Uttarakhand. India. *Nature And Science*.
- Boligon, Aline Augusti, Michel Mansur Machado, & Margareth Linda Athayde. 2014. Technical Evaluation of Antioxidant Activity. *Med Chem*. 4(7): 517-522. DOI: 10.4172/2161-0444.1000188
- Borges, C.V., Minatel, I.O., Gomez-Gomez, H.A., Lima, G.P.P., 2017. Medicinal Plants: Influence of Environmental Factors on the Content of Secondary Metabolites. *Medicinal Plants and Environmental Challenges*. pp. 259–277.
- BMKG. 2023. Indeks Sinar Ultraviolet (UV). Online. Diakses pada tanggal 25 Mei 2023 <https://www.bmkg.go.id/>
- Chikmawati, T., Sopyati, P. D. & M., 2013. Pertumbuhan dan analisis kualitatif tanin, saponin dan flavonoid dari *Selaginella plana*, *S. willdenovii* and *S. mayeri* pada tiga naungan berbeda. *Bioslogos*, 3(1), 1-9.
- Clarke, G., Ting, K.N., Wiart, C., & Fry, J. 2013. High correlation of 2,2-diphenyl-1-picryl (DPPH) radical scavenging, ferric reducing activity potential and total phenolic content indicates redundancy in use of all three assays to screen for antioxidant activity of extracts of plants from the Malaysian rainforest. *Antioxidant*, 2(1), 1 – 10
- Corradini, Eleonora., Patrizia Fogliaia; Piero Giansantia; Riccardo Gubbiottia; Roberto Samperia, Aldo Laganà. 2011. Flavonoids: Chemical Properties And Analytical

- Methodologies of Identification And Quantitation In Foods And Plants. *Natural Product Research*. 25(5).
- Dairo F. A. S. & Adanlawo I. G. 2007. Nutritional quality of *Crassocephalum crepidioides* and *Senecio biafrae*. *J. of Nutrition* 6(1): 35-39.
- Dong, J. E., Ma, X. H., Wei, Q., Peng, S. B. & Zhang, S. C. 2011. Effects of growing location on the contents of secondary metabolites in the leaves of four selected superior clones of *Eucommia ulmoides*. *Ind. Crop Prod.* 34, 1607–1614
- Endarini, Lully Hanni. 2016. *Farmakognosi dan Fitokimia*. Pusdik SDM Kesehatan
- Eruygur, N. Koçyigıt, U.M. Taslimi, P. Atas, M. Tekin, M. Gülçin, I. Screening the in vitro antioxidant, antimicrobial, anticholinesterase, antidiabetic activities of endemic *Achillea cucullata* (Asteraceae) ethanol extract. *S. Afr. J. Bot.* 2019, 120, 141–145
- Gawaksa, H. P., Damhuri, dan L. Darlian, 2016. Gulma di Lahan Pertanian Jagung Zea mays L. di Kecamatan Barangka Kabupaten Muna Barat. *Jurnal Ampibi*.1 (3): 19.
- Gregoriou, K., Pontikis, K., Vemmos, S., 2007. Effects of reduced irradiance on leaf morphology, photosynthetic capacity, and fruit yield in olive (*Olea europaea* L.). *Photosynthetica*. 45, 172-181
- Grubben, G. J. H dan Denton, O. 2004. *Plant Resources Of Tropical Publisher Wageningen. Netherland*. 226-227
- Hadi, A. 2022. *Kalibrasi & Uji Kinerja*. Bogor: IPB Press
- Handoko. 1995. *Klimatologi Dasar, Landasan Pemahaman Fisika Atmosfer dan Unsur-Unsur Iklim*. IPB, Bogor.
- Hanphakphoom. Srisuda., Suchada Thophon, Piyaporn Waranusantigul, Niwat Kangwanransan & Sukhumaporn Krajangsang. 2016. Antimicrobial Activity of *Chromolaena odorata* Extracts Against Bacterial Human Skin Infections. *Modern Applied Science*. 10(2). Doi: 10.5539/mas.v10n2p159
- Harjanto. 2004. Pemulihan Stress Oksidatif pada Latihan Olahraga. *Jurnal Kedokteran Yarsi*. 12(3): 81-87
- Hidayat, R. and Wulandari, P., 2021. Effects of *Andrographis paniculata* (Burm F.) Rep. *Biochem Biol*. 10, 445-454. Doi: 10.52547/rbmb.10.3.445
- Hidayat, Syamsul., dan R M, Napitupulu. 2015. *Kitab Tumbuhan Obat*. Jakarta. Halaman 363.
- Hutasuhut M. A. 2020. *Ekologi Tumbuhan*. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
- Imani, A. Z. 2015. Uji Aktivitas Antijamur Ekstrak Etanol Daun Mangga Bacang (*Mangifera foetida* L.) terhadap *Candida albicans* secara in vitro, *Jurnal Mahasiswa PSPD FK Universitas Tanjungpura*, vol. 3, no. 1
- Indrawan M, Primack RB, Supriatna J. 2007. *Biologi Konservasi*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Isah, Tasiu. 2019. Stress and defense responses in plant secondary metabolites production. *Isah Biol Res*. 52:39
- Istiawan N. D. dan Dody K. 2019. Pengaruh Ketinggian Tempat Tumbuh terhadap Hasil dan Kualitas Minyak Cengkih (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry.) di Kecamatan Samigaluh, Kulon Progo. *Vegetalika*. 8 (1): 27-41
- Istiningrum, Reni. 2013. Analysis total antioxidant capacity on ingredients of lotek menu by ferric reducing antioxidant power assay. *Eksakta*. Vol 13 : 40-48
- Jaafar, H.Z., Ibrahim, M.H., Mohamad, F.N.F., 2012. Impact of soil field water capacity on secondary metabolites, phenylalanine ammonia-lyase (PAL), malondialdehyde (MDA) and photosynthetic responses of Malaysian kacip fatimah (*Labista pumila* Benth.). *Molecules* 17 (6), 7305-7322
- Jati A. W., Sri W. L., Setu S. 2017. IbM di Desa Pandansari Kecamatan Poncokusumo Malang. *Senaspro*. 454-462

- Jayanti, N.M., Astuti, M.D., Koemari, N., Rosyidah, K., 2011, *Isolasi dan Uji Toksisitas Senyawa Aktif*, Jakarta
- Karadag, A., Ozcelik, B., & Saner, S. (2009). Review of methods to determine antioxidant capacities. *Food Analytical Methods*, 2(1), 41–60. <https://doi.org/10.1007/s12161-008-9067-7>
- Kastanja, A.Y. 2015. Analisis Komposisi Gulma Pada Lahan Tanaman Sayuran. *Jurnal Agroforestri X* Nomor 2 Juni 2015.
- Katsir, I. 2008. Tafsir Ibnu Katsir. Pustaka Imam Asy Syafii: Jakarta Timur
- Keys, I., Birdie, J.A.P., Captain, C. Chaves, M.M., 2011. Temperature stress effects in *Quercus suber* leaf metabolism. *J. Plant Physiol*, 168, 1729-1734
- Khadijah, Ahmad Muchsin Jayali, Sudir Umar, I. S. 2017. Penentuan Total Fenolik Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanolik Daun Samama (*Anthocephalus Macrophyllus*) Asal Ternate, Maluku Utara. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 15(1), 11.
- Karamina, H., Fikrinda, W., & Murti, A. T. 2018. Kompleksitas pengaruh temperatur dan kelembaban tanah terhadap nilai pH tanah di perkebunan jambu biji varietas kristal (*Psidium guajava* L.) Bumiaji, Kota Batu. *Kultivasi*, 16 (3), 430-434.
- Kong, D. X., Li, Y. Q., Wang, M.L., Bai, M., Zou, R., Tang, H., Wu, H., 2016. Effects of Light Intensity of Leaf Photosynthetic Characteristics, Chloroplast Structure, and Alkaloid Content of *Mahonia bodinieri* (Gagnep.) Laferr. *Acta Physiol Plant*. 38 (5), 120
- Kusbiantoro, D. Y. P. 2018. Pemanfaatan kandungan metabolit sekunder pada tanaman kunyit dalam mendukung peningkatan pendapatan masyarakat *Utilization of secondary metabolite in the turmeric plant to increase community income*. 17(1), 544–549
- Kusdianti. 2008. *Tumbuhan Obat di Legok Jero Situ Lembang*. Bandung. Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Kurepin, L.V., Ivanov, A.G., Zaman, M., Pharis, R.P., Hurry, V., Hüner, N.P.A. 2017. Interaction of Glycine betaine and plant hormones: protection of the photosynthetic apparatus during abiotic stress. In: Hou, H.J.M., Najafpour, M.M., Moore, G.F., Allakhverdiev, S.I. (Eds.), *Photosynthesis: Structures, Mechanisms, and Applications*. Springer International Publishing, Cham, pp. 185–202.
- Laily AN, Suranto, Sugiyarto. 2012. Characteristics of *Carica pubescens* of Dieng Plateau Central Java according to its morphology, antioxidant and protein pattern. *Nusantara Bioscience*. 4 No. 1, halaman 16- 21.
- Lallo S., dkk. 2020. Pengaruh Ketinggian Tempat Tumbuh terhadap Aktivitas Antioksidan dan Sitotoksik Ekstrak Rimpang Lengkuas (*Alpinia galanga*). *MFF*. 23(3): 118-123
- Lantah P. L., Lita A. D. Y. M., Albert R. B. 2017. Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Media Teknologi*. Vol 5(3)
- Latifah, Eva. 2021. *Manfaat Daun Sintrong Bagi Kesehatan Bantu Tingkatkan Imun Tubuh*. Harapan Rakyat.
- Lestari I. T., Panji R. S., Erna F. N. N. N. 2023. Aktivitas Antioksidan dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Sintrong (*Crassocephalum crepidioides* Benth) S. Moore). *Jurnal Farmasi Indonesia*, vol.4, no.1, pp, 1-5
- Li, Y.Q., Kong, D.X., Liang, H.L., Wu, H., 2018. Alkaloid content and essential oil composition of *Mahonia breviflora* cultivated under different light environments. *J. Appl. Bot. Food Qual*. 91, 171–179.
- Li, Y.Q., Kong, D.X., Lin, X.M., Xie, Z.H., Bai, M., Huang, S.S., Nian, H., Wu, H., 2016c. Quality evaluation for essential oil of *Cinnamomum verum* leaves at

- different growth stages based on GC–MS, FTIR and microscopy. *Food Anal.* 9 (1), 202–212.
- Lopez-Alarcon, Camilo & Ana Denicola. 2012. Evaluating the Antioxidant Capacity of Natural Products: A review on chemical and cellular-based assays. *Analytica Chimica Acta*. Pp. 1-10
- Ma, C. H., Chu, J.Z. Shi, X.F. Liu C.Q., Yao, X.Q. 2016. Effects of enhanced UV-B radiation on the nutritional and active ingredient contents during the floral development of medicinal chrysanthemum. *Photochem Photobiol.* B 158, 228-234
- Ma, ZQ, Zhang, SS, 2010. Light intensity affects growth, photosynthetic capability, and total flavonoid accumulation of *Anoectochillus* plants. *HortScience*. 45, 863–867.
- Macedo, L. Erica, M. Lucas, M. 2020. Rosemary (*Rosmarinus officinalis*L *Salvia Rosmarinus* Spenn.) and its Topical Applications. *Plants*. 9 (651): 1-12
- Maesaroh, K. Dikdik, K. Jamaludin, A.A. 2018. Perbandingan Metode Uji Aktivitas Antioksidan DPPH, FRAP, dan FIC Terhadap Asam Askorbat, Asam Galat dan Kuersetin. *Chimicaet Natura Acta*. 6(2): 93-100
- Matatula A. J., Maria S. B., Abdul K. K. 2020. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Tumbuhan Bandotan (*Ageratum conyzoides* L.) dan Waktu Pemberian Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Budidaya Pertanian*. Vol. 16(2): 124-131
- Maurya, S., Kushwaha, A. K., Singh, S., & Singh, G. 2014. An overview on antioxidative potential of honey from different flora and geographical origins. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 5(March), 9–19.
- Maxwell, K., Johnson, G.N., 2000. Chlorophyll fluorescence-A practical guide. *J. Exp. Bot.* 345, 659-668
- Mierziak, J., Kostyn, K., Kulma, A. 2014. Flavonoid as Important Molecules of Plant Interactions With The Enviroment. *Mol Basel Switz*. 19, 16240-16265
- Mokoginta N., Nikmah M., Wawan P. 2017. Keragaman Populasi Gulma Berdasarkan Aplikasi Mulsa Plastik, Mulsa Canggang Telur dan Mulsa Jerami Padi Pada Pertanaman Cabai (*Capsicum annum*). *JATT*. Vol.6 No.3
- Molyneux, P., 2004, The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol*, 26(2), 211-21
- Murray R. K., Granner D.K., Rodwell V.W., 2009. *Biokimia Harper*, (Andri Hartono). Edisi 27. Penerbit Buku Kedokteran, EGC. Jakarta
- Mustakim. 2017. Pendidikan Lingkungan Hidup Dan Implementasinya Dalam Pendidikan Islam (Analisis Surat Al-A'raf Ayat 56-58 Tafsir Al Misbah Karya M. Quraish Shihab). *Journal of Islamic Education*. Vol. II No. 1
- Ncube, B., Finnie, J. F., & Van Staden, J. 2012. Quality from the field: the impact of environmental factors as quality determinants in medicinal plants. *South African Journal of Botany*, 82, 11-20.
- Nichola, Austen, J. Walker Heather, Ann Lake Janice, K. Phoenix Gareth, and Drummond Cameron Duncan. 2019. The Regulation of Plant Secondary Metabolism in Response to Abiotic Stress: Interactions Between Heat Shock and Elevated CO₂. *Plant Sci*. <https://doi.org/10.3389/Fpls.2019.01463>.
- Panda, S.K. 2012. Assay guided comparison for enzymatic and non-enzymatic antioxidant activities with special reference to medicinal plants. In El-Missiry, M.A. (ed.). *Antioxidant Enzyme*. *Intech Open*. Rijeka.
- Pasilala F. B., Daniel, Chairul S. 2016. *UJI TOKSISITAS (Brine Shrimp Lethality Test) DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI DAUN SINTRONG (Crassocephalum crepidioides) DENGAN METODE 2,2-diphenyl-1-picrylhidrazil (DPPH)*. *Jurnal Kimia Mulawarman*. Vol. 14 (01)

- Pource, L., J.M. Routaboul, V., Cheynier, L. Lepiniec, and I. Debeaujon. 2007. Flavonoid oxidation in plants: from biochemical properties to physiological functions. *Trends Plant Sci.* 12: 29-36
- Pratiwi, Anjani Chintya. 2020. Perbandingan Kadar Flavonoid Total dan Fenolik Total Pada Ekstrak Etanol Bunga Rosella Merah (*Hibiscus sabdariffa* L.) Asal Kabupaten Bengkulu Tengah dan Kabupaten Semarang Dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Skripsi*. Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Ngudi Waluyo.
- Priyoherianto A., dkk. 2021. Uji Aktivitas Antidiabetes Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms) Dan Daun Sintrong (*Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S. Moore) Pada Mencit. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 4(1), hal. 44-53
- Procházková, D., Bousová, I. & Wilhelmová, N., 2011. Antioxidant and Prooxidant Properties of Flavonoids. *Fitoterapia*. 82 (4): 513-523.
- Putri D. dan Perdinan. 2018. Analisis Ketersediaan Air Wilayah untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Domestik (Studi Kasus: Kabupaten Malang). *Agromet*. 32 (2): 93-102
- Qaderi, M., M., Ashley, B., M., Courtney, A. S., 2023. Environmental Factors Regulate Plant Secondary Metabolites. *PLANTS*. 12, 447
- Quraish Shihab, 2002. *Tafsir Al-Misbah*, Jakarta: Lentera Hati. hal. 317-318
- Rahmawathy, Dian dkk. 2020 Formulasi Sediaan Kosmetik (*Lt ion Antioksidan*) Dari Tanaman Bangkal (*Nauclea Subdita* (Korth.) Steud.). *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, vol 5
- Rana, P. S., Saklani, P., & Chandel, C. 2020. Influence of Altitude on Secondary Metabolites and Antioxidant Activity of *Coleus forskohlii* Root Extracts. *Scinece Alert*. v.14, pp: 43-52
- Rino, H. H. K., Sesilia, A. W. & Tumewu, P. 2019. Pengaruh Perbedaan Ketinggian Tempat Terhadap Kandungan Metabolit Sekunder pada Gulma Babadotan (*Ageratum conyzoides* L.). *Cocos*. 4 (1), 1-6
- Rustanti E. dan Qurrotu A. L. 2018. Identifikasi Senyawa Kuersetin dari Fraksi Etil Asetat Ekstrak Daun Alpukat (*Persea americana* Mill.). *Al Chemy: Jurnal Of Chemistry*. 6:2, 38-42
- Saewan, N., & Jimtaisong, A., 2013, Photoprotection of Natural Flavonoids. *Journal of applied pharmaceutical scienc.* vol.3 (09).
- Safaria, S., Idiawati, N., dan Zaharah, T. A. 2013. Efektivitas Campuran Enzim Selulase Dari *Aspergillus Niger* Dan *Trichoderma Reesei* Dalam Menghidrolisis Substrat Sabut Kelapa. *Jkk*. 2 (1): 46-51.
- Sanchita, Sharma, A., 2018. Gene Expression Analysis in Medicinal Plants under Abiotic Stress Conditions. *Plant Metabolites and Regulation under Environmental Stress*. pp. 407–414.
- Sari, Putri Wulan. 2020. Karakterisasi Simplisia Dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Sintrong (*Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S. Moore) Metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhidrazil). Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Satria E. 2005. Potensi antioksidan dari daging buah muda dan daging buah tua mahkota dewa [*Phaleria macrocarpa* (Scheff.) Boerl.]. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Setyorini, & Yusnawan, E. 2017. Peningkatan Kandungan Metabolit Sekunder Tanaman Aneka Kacang sebagai Respon Cekaman Biotik. *Iptek Tanaman Pangan*, 11 (2), 167–174.
- Shamloo, Maryam, Elizabeth A. Babawale, Robert J. Agnelo Furtodo, Peter K. Eck Henry, and Peter J. H. Jones. 2017. Effect of Genotype and Temperature on Accumulation of Plant Secondary Metabolites in Canadian and Australian Wheat

- Grown Under Controlled Enviroments. University of Manitoba. *Scientific Report*. 7 (9133): 1–13.
- Sharma, O.P. & Bhat, T.K. 2009. DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chemistry*. 113(4): 1202- 1205
- Sheoran, V., Sheoran, A., & Poonia, P. (2010). Soil reclamation of abandoned mine land by revegetation: A review. *International Journal of Soil, Sediment and Water*, 3(2), 13.
- Shihab, Quraish. 2002. *Pesan, Kesan dan Keserasian al-Quran*, Vol. 11-13. Tangerang: Lentera Hati
- Shihab, Quraish. 2003. *Membumikan Al-Qur'an, : Fungsi dan Peran Wahyu dalam Kehidupan Masyarakat*. Bandung: Mizan
- Silalahi , M. 2021. *Crassocephalum crepidioides* (Bioactivity and Utilization). ICES. FKIP Universitas Kristen Indonesia: Jakarta
- Simanungkalit, E. R., Duniaji, A. S., Dan Ekawati, I. G. A. (2020). Kandungan Flavonoid Dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Sintrong (*Crassocephalum Crepidiodes*) Terhadap Bakteri *Bacillus Cereus*. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 9(2), 202-210
- Solekhah, F.F. 2017. Perbedaan Ketinggian Tempat Terhadap Kandungan Flavonoid dan Beta Karoten Buah Karika (*Carica pubescens*) Daerah Dieng Wonosobo. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi*, Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta
- Song, Nio Dan Banyo, Yunia. 2011. Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air Pada Tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains* Vol. 11 No. 2. Hal 169-170.
- Sudarma, M. 2009. *Kimia Bahan Alam*. Fakultas MIPA Universitas Mataram.
- Sugihartini, S, Y., Zustaka, S., Ruswanto., 2019. Perbedaan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Mareme (*Glochidion arborescens* Blume) Antara Metode Pengeringan Oven dan Angin-angin Dengan Metode FRAP menggunakan Spektrofotometri UV-VIS. *Pharmacoscrypt*, 2(2), 102-109.
- Sukadana, I.G., dan M. Nurdin. 2012. Penentuan Lokasi Potensial Untuk Pemboran Air Tanah-Dalam di Dusun Kutukan, Rejosari, Bantur, Malang, Jawa Timur. *Pusat Pengembangan Geologi Nuklir*. 255-272
- Sukanto. 2007. Babadotan (*Ageratum conyzoides*) Tanaman Multi Fungsi Yang Menjadi Inang Potensial Virus Tanaman. *Warta Puslitbangbun*. (3) : 2.
- Sumitra, J., Esra N. R. P. 2022. Efektivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Sintrong (*Crassocephalum crepidioides*) on Male White Mice. *Jurnal Farmasi*. Vol. 5 No. 1, pp 52-56
- Suparmin dkk. 2006. *Al-Quran Hadis Madrasah Aliyah*. Surabaya: Rahma, hlm.39.
- Syarif S., Rachmat K., Nurul. 2015. Uji Kativitas Antioksidan Terong Belanda (*Solanum betaceum* Cav.) dengan Metode FRAP. *As-Syifaa*. Vol 07 (01): hal. 26-33
- Taiz L & Zeiger E. 2015. *Plant Physiology*. 6 th Ed. Massachusetts: Sinaur Associates, Inc. Pp 545-582
- Trisilawati, O., Pitono, J. 2012. Pengaruh Cekaman Defisit Air terhadap Pembentukan Bahan Aktif pada Purwoceng. *Bul. Littro*. 23(1): 34-47.
- Tjitrosoepomo, G., Soerjani, M dan Kostermans. 1987. *Weeds of Rice in Indonesia*. Balai Pustaka. Jakarta.
- Utomo D. S., Elizabeth B. E. K., Anggara M. 2020. Pengaruh Lokasi Tumbuh Terhadap Kadar Flavonoid, Fenolik, Klorofil, Karotenoid dan Aktivitas Antioksidan pada Tumbuhan Pecut Kuda (*Stachytarpheta Jamaicensis*). *BIOMA*. Vol. 22, No. 2, hal. 143-149
- Verma, N., Shukla, S., 2015. Impact of various factors responsible for fluctuation in plant secondary metabolites. *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants*. 2 (4), 105–113.

- Wang, G., Cao, F., Wang, G., & Yousry, A. Kassaby El. 2015. Role of Temperature and Soil Moisture Conditions on Flavonoid Production and Biosynthesis-Related Genes in Ginkgo (*Ginkgo biloba* L.) Leaves. *Nat Prod Chem Res*, 3 (162), 2.
- Wang, T., Li, Q., Bi, K., 2018. Bioactive flavonoids in medicinal plants: Structure, activity and biological fate. *Asian J. Pharm. Sci.* 13, 12–23
- Wardani Y. K., Elizabeth B. E. K., Sucahyo. 2020. Korelasi Antara Aktivitas Antioksidan dengan Kandungan Senyawa Fenolik dan Lokasi Tumbuh Tanaman *Celosia argentea* Linn. *BIOMA*. Vol. 22, No. 2, Hal. 136-142
- Warono D., Syamsudin. 2013. Unjuk Kerja Spektrofotometer untuk Analisa Zat Aktif Ketoprofen. *Konversi*. 2(2): 57-65
- Wibawa, A., & Baon, J.B. (2008). Kesesuaian lahan. In T. Wahyudi, T.R. Panggabean, & Pujiyanto (Eds.). *Panduan lengkap kakao: Manajemen agribisnis dari hulu hingga hilir* (pp. 63-67). Jakarta: Penebar Swadaya
- Winarsi, H 2007, *Antioksidan alami dan radikal bebas*, Kanisius, Yogyakarta.
- Windono. 2001. Uji Peredam Radikal Bebas Terhadap 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) dari Ekstrak Kulit Buah Anggur dan Biji Anggur (*Vitis vinifera* L.).
- Wiraatmaja, I Wayan. 2017. *Bahan Ajar Cara Tanaman Beradaptasi Terhadap Cekaman Fisiologis*. Diklat. Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian UNUD.
- Wulansari A. N. 2018. Alternatif Cantigi sebagai Antioksidan Alami. *Farmaka Suplemen*. 26(3): 93-95
- Yadav, S.K., 2010. Cold stress tolerance mechanisms in plants. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 30 (3), 515–527.
- Yi G., Lei, Z., Zhong-Ji S., *et al.*, 2010. Stomatal clustering, a new marker for environmental perception and adaptation in terrestrial plants. *Bot Stud.* 51: 325-36
- Yunanto, A., Bambang, S., dan Eko S. 2009. *Kapita Selekta Biokimia: Peran Radikal Bebas pada Intoksikasi dan Patobiologi Penyakit*. Banjarmasin: Pustaka Banua.
- Zakaria, M., Mohd, M.A. 2010. *Traditional Malay Medical Plants* Selangor: Penerbit Fajar Bakti Sdn Phd. Kuala Lumpur. Hal 128
- Zhang BC, Li WM, Guo R, Xu YW. 2012. Salidroside decreases atherosclerotic plaque formation in low-density lipoprotein receptor-deficient mice. *Evid Based Complement Alternat Med* pp. 607508
- Zhang, L.X., Guo, Q.S., Chang, Q.S., Zhu, Z.B., Liu, L., Chen, Y.H., 2015. Chloroplast ultrastructure, photosynthesis and accumulation of secondary metabolites in *Glechoma longituba* in response to irradiance. *Photosynthetica*. 53 (1), 144–153.
- Zhou, R., Su, W.H., Zhang, G.F., Zhang, Y.N., Guo, X.R., 2016. Relationship between flavonoids and photoprotection in shade-developed *Erigeron breviscapus* transferred to sunlight. *Photosynthetica*. 54 (2), 201–209.
- Zobayed SMA, Afreen F, Kozai T. (2005) Perubahan fitokimia dan fisiologis pada daun tanaman St. John's wort di bawah kondisi stres air. *Mengepung. Exp Bot* 59: 109-116.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Data Rata-Rata Parameter Lingkungan 3x Ulangan di Setiap Ketinggian

Parameter Lingkungan	Dataran Rendah (317 mdpl)			Dataran Sedang (590 mdpl)			Dataran Tinggi (885 mdpl)		
	Hari ke-			Hari ke-			Hari ke-		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Intensitas cahaya (x 100 lux)	450	560	550	288	465	297	275	385	180
Suhu (°C)	30.9	34.1	34	28.5	30	28.5	24.5	27.5	26
Kelembapan udara relatif (%)	50	53	38	53	56	56	59	69	70
Kelembapan tanah (%)	65	66	68	46	49	43	68	77	77
pH	6	6.3	5.7	6.3	6	6.9	5.7	5.8	5.6

Lampiran 2. Dokumentasi Langkah Kerja

No.	Gambar	Keterangan
1.	Pengambilan sampel	
2.	Pengecekan faktor lingkungan	

<p>3.</p>	<p>Pembuatan simplisia</p>	
<p>4.</p>	<p>Evaporasi dengan alat rotavap</p>	

		
5.	<p>Uji fitokimia dengan pereaksi HCl dan Mg</p>	
6.	<p>Uji total flavonoid dan antioksidan</p>	



Lampiran 3. Hasil Analisa Kadar Flavonoid Daun Sintrong (*Crassocephalum crepidioides*) di Setiap Ketinggian

No.	Sampel	Berat (g)	Absorbansi	Konsentrasi (µg/mL)	fp	Volume sampel (mL)	Kadar flavonoid (mg QE/g)
1.	Dataran rendah	0,05	0,6763	211,5623	5	1	21,1562
2.	Dataran sedang	0,05	1,4633	476,5455	1	1	9,5309
3.	Dataran tinggi	0,05	0,6807	213,0438	5	1	21,3044

Kadar Flavonoid total diketahui dari perhitungan rumus berikut:

$$\text{Kadar Flavonoid total (mg QE/g)} = \frac{C \times V}{m \times 1000} \times fp$$

Keterangan: C= konsentrasi flavonoid pada sampel (µg/mL)

V= volume ekstrak sampel (mL)

m= berat sampel (g)

fp= faktor pengenceran

Lampiran 4. Hasil Analisa Aktivitas Antioksidan

1. Sampel daun sintrong (*Crassocephalum crepidioides*) dataran rendah

C sampel (ppm)	A kontrol	A sampel	% inhibisi
20	0,7638	0,5298	30,6363
40	0,7649	0,3379	55,8243
60	0,7666	0,1707	77,7328
80	0,7712	0,1504	80,4979
100	0,7690	0,1343	82,5358

Hasil perhitungan nilai IC₅₀ dengan menggunakan program “*Graphic Pad prism8 software, Regression for analyzing dose-response data*” diperoleh nilai IC₅₀ sebesar **164,6 ppm**

2. Sampel daun sintrong (*Crassocephalum crepidioides*) dataran sedang

C sampel (ppm)	A kontrol	A sampel	% inhibisi
20	0,8436	0,7424	11,9962
40	0,8481	0,7395	12,8051
60	0,8482	0,6807	19,7477
80	0,8514	0,6435	24,4186
100	0,8644	0,6017	30,3910

Hasil perhitungan nilai IC₅₀ dengan menggunakan program “*Graphic Pad prism8 software, Regression for analyzing dose-response data*” diperoleh nilai IC₅₀ sebesar **280,9 ppm**

3. Sampel daun sintrong (*Crassocephalum crepidioides*) dataran tinggi

C sampel (ppm)	A kontrol	A sampel	%inhibisi
20	0,8643	0,7693	10,9916
40	0,8774	0,7110	18,9651
60	0,8742	0,6212	28,9407
80	0,8760	0,5771	34,1210
100	0,8655	0,5623	35,0318

Hasil perhitungan nilai IC₅₀ dengan menggunakan program “*Graphic Pad prism8 software, Regression for analyzing dose-response data*” diperoleh nilai IC₅₀ sebesar **175,5 ppm**

4. Vitamin C

C sampel (ppm)	A kontrol	A sampel	%inhibisi
20	0,7125	0,4368	38,6947
40	0,7076	0,1469	79,2397
60	0,07091	0,1362	80,7926
80	0,7075	0,1356	80,8339
100	0,7078	0,1203	83,0037

Hasil perhitungan nilai IC₅₀ dengan menggunakan program “*Graphic Pad prism8 software, Regression for analyzing dose-response data*” diperoleh nilai IC₅₀ sebesar 1,180 ppm

Hasil total flavonoid dan aktivitas antioksidan pada setiap ketinggian lokasi tumbuh

No.	Sampel	Total flavonoid	Aktivitas antioksidan
1.	Dataran rendah (317 mdpl)	21.1562	164.6
2.	Dataran sedang (590 mdpl)	9.5309	280.9
3.	Dataran tinggi (885 mdpl)	21.3044	175.5

Lampiran 4. Analisis Statistik Parameter

Uji Regresi hubungan faktor lingkungan terhadap ketinggian

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	483528.309	2	241764.154	19.044	.000 ^b
	Residual	533189.177	42	12694.980		
	Total	1016717.486	44			

a. Dependent Variable: Nilai

b. Predictors: (Constant), Ketinggian, Parameter_lingkungan

Tests of Normality

	Parameter_lingkungan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai	Intensitas Cahaya	.188	9	.200*	.940	9	.586
	Suhu	.156	9	.200*	.948	9	.668
	Kelembapan Udara Relatif	.167	9	.200*	.932	9	.500
	Kelembapan Tanah	.255	9	.094	.873	9	.133
	PH	.199	9	.200*	.886	9	.182

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variance

		Levene			
		Statistic	df1	df2	Sig.
Nilai	Based on Mean	24.594	4	40	.000
	Based on Median	24.067	4	40	.000
	Based on Median and with adjusted df	24.067	4	8.513	.000
	Based on trimmed mean	24.253	4	40	.000

Data homogen $\text{sig} < 0.05$

Data Normal dan homogen sehingga menggunakan uji tukey karena lebih ada 5 perlakuan

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Nilai

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	968093.579 ^a	14	69149.541	42.664	.000
Intercept	518699.104	1	518699.104	320.027	.000
Parameter_lingkungan	874816.617	4	218704.154	134.936	.000
Ketinggian	16890.872	2	8445.436	5.211	.011
Parameter_lingkungan * Ketinggian	76386.090	8	9548.261	5.891	.000
Error	48623.907	30	1620.797		
Total	1535416.590	45			
Corrected Total	1016717.486	44			

a. R Squared = .952 (Adjusted R Squared = .930)

Nilai

Tukey B^{a,b}

Ketinggian	N	Subset	
		1	2
Dataran Tinggi	15	90.340	
Dataran sedang	15	97.280	
Dataran rendah	15		134.467

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1620.797.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

b. Alpha = 0.05.

Nilai

Tukey B^{a,b}

Parameter_lingkungan	N	Subset		
		1	2	3
PH	9	6.033		
Suhu	9	29.333	29.333	

Kelembapan Udara Relatif	9	56.000	56.000	
Kelembapan Tanah	9		62.111	
Intensitas Cahaya	9			383.333

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1620.797.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.
- b. Alpha = 0.05.

Hasil regresi hubungan aktivitas antioksidan (IC_{50}) dan total flavonoid

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	90.884	1	90.884	294.254	.037 ^b
	Residual	.309	1	.309		
	Total	91.193	2			

- a. Dependent Variable: flavonoid
- b. Predictors: (Constant), antioksidan (IC_{50})



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG

Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341)551354, Fax. (0341) 572533
Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: info@uin-malang.ac.id

JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 19620058
Nama : Muhammad Rosyid Ridho
Fakultas : Sains dan Teknologi
Program Studi : Biologi
Dosen Pembimbing : Azizatur Rahmah, M.Sc
M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I
Judul Laporan : Pengaruh Ketinggian Lokasi Tumbuh terhadap Kadar Total

IDENTITAS BIMBINGAN

No.	Tanggal	Nama Pembimbing	Deskripsi Konsultasi	Tahun Akademik	Status
1.	30 Agustus 2022	Azizatur Rahmah, M.Sc	Konsultasi topik penelitian dan judul	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
2.	15 November 2022	Azizatur Rahmah, M.Sc	Konsultasi spesies topik dan garis besar isi proposal	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
3.	27 Januari 2023	Azizatur Rahmah, M.Sc	Konsultasi dan revisi Bab 1 dan Bab 3	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
4.	13 Februari 2023	Azizatur Rahmah, M.Sc	Revisi Bab 1,2,3	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
5.	13 Februari 2023	M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I	Konsultasi dan revisi ayat integrasi proposal	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
6.	15 Februari 2023	Azizatur Rahmah, M.Sc	Konsultasi revisi proposal skripsi	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
7.	15 Februari 2023	M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I	Persetujuan naskah proposal	Ganjil 2022/2023	Sudah Dikoreksi
8.	21 Maret 2023	Azizatur Rahmah, M.Sc	Konsultasi saran dan masukan hasil sempro terkait metode penelitian	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi
9.	31 Mei 2023	Azizatur Rahmah, M.Sc	Bimbingan Bab 4,5	Genap 2022/2023	Sudah Dikoreksi



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG

Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341)551354, Fax. (0341) 572533
Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: info@uin-malang.ac.id

10	5 Juni 2023	M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I	Bimbingan Bab 1-5 dan penambahan integrasi sains	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
11	5 Juni 2023	Azizatur Rahmah, M.Sc	Revisi naskah skripsi	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
12	7 Juni 2023	Azizatur Rahmah, M.Sc	Bimbingan BAB I-V	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
13	7 Juni 2023	M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I	Bimbingan integrasi Bab I-V	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
14	9 Juni 2023	Azizatur Rahmah, M.Sc	Bimbingan dan revisi naskah skripsi	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
15	12 Juni 2023	Azizatur Rahmah, M.Sc	Bimbingan dan konsultasi Bab I-V	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Proposal

Malang, 15 Oktober 2023

Dosen Pembimbing I

Azizatur Rahmah, M.Sc
NIP. 19860930 201903 2 011

Dosen Pembimbing II

M. Mukhlis Fahrudin, M.S.I
NIP. 20140211409

Ketua Program Studi Biologi

Dr. Evha Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp/ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

Nama : Muhammad Rosyid Ridho
NIM : 19620058
Judul : Pengaruh Ketinggian Lokasi Tumbuh dan Lingkungan terhadap Kadar Total Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Daun Sintrong (*Crassocephalum crepidioides*)

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si	17%	
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc		

Mengetahui,
Program Studi Biologi
Sekretaris Prodi

Yika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002