

**PENGARUH PAPARAN RADIASI GELOMBANG MIKRO TERHADAP  
KANDUNGAN SENYAWA FLAVONOID, SAPONIN, DAN ALKALOID  
HASIL EKSTRAKSI TANAMAN KUMIS KUCING (*Ortosiphon stamineus*)**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**ALIEF RAHMADHANY AL GHIFARI**  
**NIM. 210604110084**



**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2025**

**HALAMAN PENGAJUAN**

**PENGARUH PAPARAN RADIASI GELOMBANG MIKRO TERHADAP  
KANDUNGAN SENYAWA FLAVONOID, SAPONIN, DAN ALKALOID  
HASIL EKSTRAKSI TANAMAN KUMIS KUCING (*Ortosiphon stamineus*)**

**SKRIPSI**

**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)**

**Oleh:**

**ALIEF RAHMADHANY AL GHIFARI  
NIM. 210604110084**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2025**

## HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH PAPARAN RADIASI GELOMBANG MIKRO TERHADAP  
KANDUNGAN SENYAWA FLAVONOID, SAPONIN, DAN ALKALOID  
HASIL EKSTRAKSI TANAMAN KUMIS KUCING (*Ortosiphon stamineus*)

### SKRIPSI

Oleh:

Alief Rahmadhany Al Ghifari  
NIM. 210604110084

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Pada Tanggal, 16 Desember 2025

Pembimbing I



Dr. Agus Mulyono, M.Kes  
NIP. 19750808 199903 1 003

Pembimbing II



Ahmad Luthfin, M.Si  
NIP. 19860504 201903 1 009

Mengetahui

Ketua Program Studi



Farid Samsu Hananto, S.Si., M.T.  
NIP. 19740513 200312 1 001

## HALAMAN PENGESAHAN

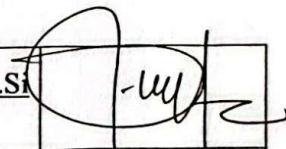
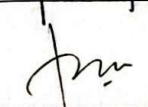

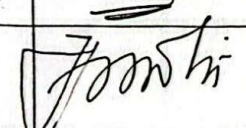
PENGARUH PAPARAN RADIASI GELOMBANG MIKRO TERHADAP  
KANDUNGAN SENYAWA FLAVONOID, SAPONIN, DAN ALKALOID  
HASIL EKSTRAKSI TANAMAN KUMIS KUCING (*Orthosiphon stamineus*)

## SKRIPSI

Oleh:

Alief Rahmadhany Al Ghifari  
NIM. 210604110084

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji  
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Pada tanggal, 16 Desember 2025

Penguji Utama	<u>Prof. Dr. Drs. Mokhamad Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Ketua Penguji	<u>Farid Samsu Hananto, S.Si., M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Sekretaris Penguji	<u>Dr. Agus Mulyono, M.Kes</u> NIP. 19750808 199903 1 003	
Anggota Penguji	<u>Ahmad Luthfin, M.Si</u> NIP. 19860504 201903 1 009	

Mengesahkan,

Ketua Program Studi



Farid Samsu Hananto, S.Si., M.T  
NIP. 19740513 200312 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alief Rahmadhany Al Ghifari  
NIM : 210604110084  
Jurusan : FISIKA  
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI  
Judul Penelitian : PENGARUH PAPARAN RADIASI GELOMBANG  
MIKRO TERHADAP KANDUNGAN SENYAWA  
FLAVONOID, SAPONIN, DAN ALKALOID HASIL  
EKSTRAKSI TANAMAN KUMIS KUCING (*Ortosiphon  
stamineus*)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 16 Desember 2025

Yang Membuat Pernyataan



Alief Rahmadhany Al Ghifari

NIM. 210604110084

## **MOTTO**

Menyerah bukan pilihan, gagal bukan tujuan, nikmati saja prosesnya.

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Dedikasi penuh untuk penulis atas keberhasilannya menyelesaikan rintangan hingga titik ini, dan tak lupa semua keberhasilan yang didapat oleh penulis merupakan hasil dukungan dari kedua orang tua yang hampir setiap hari menanyakan progres skripsi.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji Syukur dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan nikmatnya berupa kesehatan, kesempatan, serta kesabaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan semaksimal mungkin. Sholawat serta salam tidak lupa selalu tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita, umatnya dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang melalui cahaya iman dengan pedoman Al-Qur'an dan Al-hadits. Semoga kelak kita termasuk umat yang mendapatkan syafaatnya. Amiin

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Orang tua tercinta beserta keluarga yang telah memberikan perhatian, nasihat, do'a, dan dukungan baik moril maupun materil yang tak mungkin terbalaskan.
2. Ibu Prof. Dr. Hj. Ilfi Nur Diana, M.Si, selaku Rektor Universitas Islam Negeri
3. Bapak Dr. Agus Mulyono, M.Kes selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
4. Bapak Farid Samsu Hananto, S.Si.,M.T. selaku Ketua Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Bapak Dr. Agus Mulyono, M. Kes selaku Dosen Pembimbing Skripsi Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.



6. Seluruh dosen Program Studi Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah berbagi ilmu dan pengetahuan berharga dalam mendukung penulisan skripsi
7. Staff dan pegawai di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu kami dengan keramahan dan pelayanan yang baik.
8. Angkatan constant 21 yang telah mengisi kehidupan penulis dalam keadaan suka maupun duka.
9. Seluruh sahabat dan teman yang selalu menghibur dan memberikan dukungan kepada penulis.
10. Kepada Klub Manchester United selaku klub sepak bola favorit penulis. Terimakasih telah mengajarkan penulis tentang arti kesabaran untuk mencapai suatu tujuan dan mengajarkan penulis untuk terus melangkah maju, selalu berusaha, pantang menyerah terhadap kegagalan dan kehilangan sebagai proses penempaan menghadapi dinamika hidup.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan mereka dengan berlipat ganda, baik di dunia maupun di akhirat. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pembaca, serta turut berkontribusi pada perkembangan ilmu pengetahuan. Untuk itu, penulis dengan lapang hati mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan dalam penyusunan selanjutnya. Terlepas dari segala kekurangan, semoga skripsi ini dapat memberikan informasi dan kontribusi positif serta bermanfaat bagi kita semua Amiin.

Malang, 16 Desember 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGAJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....</b>	<b>v</b>
<b>MOTTO.....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xv</b>
<b>ملخص .....</b>	<b>xvi</b>
 <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	 <b>1</b>
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
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	 <b>7</b>
2.1 Gelombang Mikro .....	7
2.2 Tanaman Kumis Kucing ( <i>Orthosiphon stamineus</i> ) .....	12
2.2.1 Klasifikasi Tanaman Kumis Kucing.....	15
2.2.2 Morforlogi Tanaman Kumis Kucing .....	15
2.3 Senyawa Bioaktif Pada tanaman Kumis Kucing.....	17
2.3.1 Flavonoid .....	18
2.3.2 Saponin .....	19
2.3.3 Alkaloid .....	20
2.4 Aktivitas Antimikroba .....	21
2.5 Microwave-Assisted Extraction(MAE).....	21
 <b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	 <b>24</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	24
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	24
3.3 Alat dan Bahan .....	24
3.3.1 Alat Penelitian .....	24
3.3.2 Bahan Penelitian .....	25
3.4 Variabel Penelitian.....	26
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	27
3.6 Prosedur Penelitian.....	28
3.6.1 Preparasi Sampel .....	28
3.6.3 Pemaparan Gelombang Mikro pada ekstrak Kumis Kucing .....	28
3.6.4 Penyaringan dan Pemisahan Ekstrak .....	29

3.6.5 Analisis Senyawa Bioaktif dengan Spektrofotometer UV-VIS .....	29
3.6 Teknik Pengumpulan Data.....	30
3.6.1 Penentuan Kurva Standar.....	30
3.6.1.2 Kandungan Saponin .....	30
3.6.1.3 Kandungan Alkaloid .....	31
3.6.2 Tabel Penelitian .....	31
3.7 Analisis Data.....	34
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>35</b>
4.1 Data Hasil Penelitian .....	35
4.1.1 Pengaruh Gelombang Mikro Terhadap Kandungan Flavonoid .....	35
4.1.2 Pengaruh Gelombang Mikro Terhadap Kandungan Saponin .....	44
4.1.3 Pengaruh Gelombang Mikro Terhadap Kandungan Alkaloid.....	53
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>65</b>
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>66</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Rendemen Flavonoid pada Tanaman Kumis Kucing .....	31
Tabel 3. 2 Rendemen Saponin pada Tanaman Kumis Kucing .....	32
Tabel 3. 3 Rendemen Alkaloid pada Tanaman Kumis Kucing.....	32
Tabel 3. 4 Kadar Flavonoid pada tanaman Kumis Kucing.....	33
Tabel 3. 5 Kadar Saponin pada tanaman Kumis Kucing.....	33
Tabel 3. 6 Kadar Alkaloid pada tanaman Kumis Kucing .....	34
Tabel 4. 1 Nilai Kurva Standar kuersetin .....	37
Tabel 4. 2 Total Rendemen Flavonoid (%).....	40
Tabel 4. 3 Kadar total senyawa Flavonoid(mg/g).....	40
Tabel 4. 4 Analisis ANOVA 2 way .....	43
Tabel 4. 5 Analisis Duncan Multiple Range Test terhadap Variasi Daya .....	43
Tabel 4. 6 Analisis Duncan Multiple Range Test terhadap Variasi Waktu .....	44
Tabel 4. 7 Nilai Kurva Standar Asam Tanat.....	45
Tabel 4. 8 Total Rendemen Saponin(%).....	48
Tabel 4. 9 Total Kadar Saponin(mg/g).....	48
Tabel 4. 10 Analisis ANOVA 2 Arah .....	51
Tabel 4. 11 Analisis Duncan Multiple Range Test terhadap Variasi Daya.....	52
Tabel 4. 12 Analisis Duncan Multiple Range Test terhadap Variasi Durasi .....	52
Tabel 4. 13 Nilai Kurva Standar Alkaloid .....	54
Tabel 4. 14 Total Rendemen Alkaloid (%) .....	57
Tabel 4. 15 Total Kadar Alkaloid (mg/g).....	57
Tabel 4. 16 Analisis ANOVA 2 Arah senyawa Alkaloid.....	60
Tabel 4. 17 Analisis Duncan Multiple Range Test terhadap Variasi Daya .....	61
Tabel 4. 18 Analisis Duncan Multiple Range Test terhadap Variasi Durasi .....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Spektrum gelombang elektromagnetik .....	8
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	27
Gambar 4. 1 Grafik kurva standar kuersetin.....	38
Gambar 4. 2 Grafik Kadar Total Flavonoid dengan Variasi Daya dan Waktu .....	41
Gambar 4. 3 Grafik kurva standar Asam Tanat .....	46
Gambar 4. 4 Grafik Kadar Total Saponin dengan Variasi Daya dan Durasi .....	49
Gambar 4. 5 Grafik kurva standar Dragendorf.....	55
Gambar 4. 6 Grafik Kadar Total Alkaloid dengan Variasi Daya dan Durasi.....	58

## ABSTRAK

Al Ghifari, Alief Rahmadhany. 2025. **Pengaruh Paparan Radiasi Gelombang Mikro Terhadap Kandungan Senyawa Flavonoid, Saponin, Alkaloid Hasil Ekstraksi Tanaman Kumis Kucing (*Orthosiphon stamineus*)**. Skripsi. Program Studi Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes. (II) Ahmad Luthfin, M.Si

---

**Kata Kunci:** Radiasi Gelombang Mikro, Kumis Kucing, Flavonoid, Saponin, Alkaloid

Kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*) merupakan tanaman herbal yang mengandung senyawa bioaktif flavonoid, saponin, dan alkaloid. Efektivitas perolehan senyawa tersebut sangat dipengaruhi oleh metode dan kondisi ekstraksi. Penelitian ini bertujuan menginvestigasi pengaruh variasi daya paparan dan waktu paparan radiasi gelombang mikro terhadap peningkatan kadar senyawa bioaktif flavonoid, saponin, dan alkaloid pada tanaman kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*). Metode yang digunakan adalah *Microwave-Assisted Extraction* (MAE), dengan analisis kadar dilakukan menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. Berdasarkan analisis statistik (ANOVA dan DMRT) menunjukkan bahwa baik Daya maupun Waktu Paparan berpengaruh signifikan terhadap perolehan ketiga senyawa tersebut ( $p < 0,05$ ). Kondisi optimal secara konsisten tercapai pada perlakuan Daya 450 Watt selama 5 Menit, yang menghasilkan kadar rata-rata tertinggi: flavonoid (12,86 mg/g), saponin (8,68 mg/g), dan alkaloid (7,60 mg/g). Peningkatan waktu paparan pada daya tinggi terbukti menurunkan kadar senyawa, mengindikasikan terjadinya degradasi termal. Penerapan MAE pada 450 Watt selama 5 Menit merupakan ekstraksi yang paling efektif untuk memaksimalkan perolehan senyawa bioaktif dari tanaman kumis kucing.

## ABSTRACT

Al Ghifari, Alief Rahmadhany. 2025. **The Effect Of Microwave Radiaton Exposure On The Content Of Flavonoid, Saponin, And Alkaloid Coumpounds From The Extraction Of Cat's Whiskers Plant (*Orthosiphon stamineus*)**. Undergraduate Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Advisors: (I) Dr. H. Agus Mulyono, M.Kes. (II) Ahmad Luthfin, M.Si

---

**Kata Kunci:** Microwave Radiation, Cat's Whiskers, Flavonoids, Saponins, Alkaloids

Cat's whiskers (*Orthosiphon stamineus*) is an herbal plant that contains bioactive compounds such as flavonoids, saponins, and alkaloids. The effectiveness of extracting these compounds is greatly influenced by the extraction method and conditions. This study aims to investigate the effect of variations in Exposure Power and Exposure Time of Microwave Radiation on increasing the content of bioactive compounds, namely flavonoids, saponins, and alkaloids, in the Cat's Whiskers plant (*Orthosiphon stamineus*). The method used was Microwave-Assisted Extraction (MAE), and the total compound content was measured using UV-Vis Spectrophotometry. Statistical analysis results (ANOVA and DMRT) showed that both Power and Exposure Time significantly affected the yield of the three compounds ( $p < 0.05$ ). The optimal condition was consistently achieved at 450 Watts for 5 Minutes, yielding the highest average content: flavonoids (12.86 mg/g), saponins (8.68 mg/g), and alkaloids (7.60 mg/g). Increasing exposure time at high power significantly reduced compound content, indicating thermal degradation. In conclusion, the application of MAE at 450 Watts for 5 Minutes is the most effective extraction strategy to maximize the acquisition of bioactive compounds from Cat's Whisker

## ملخص

الغيفاري، ألف رحمداني. ٢٠٢٥. تأثير التعريض لإشعاع الموجات الميكروية على محتوى مركبات الفلافونويدات والصابونينات والقلويدات الناتجة من استخلاص نبات شوارب القط (*Orthosiphon stamineus*). رسالة جامعية. برنامج دراسات الفيزياء. كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج. المشرفون : (١)د. أجوس مولونو، ماجستير في الصحة العامة (٢) أحمد لوطفين ماجستير في العلوم

---

الكلمات المفتاحية: الإشعاع الميكروويفي، شوارب القط، الفلافونويدات، الصابونينات، القلويدات

شعيرات القط (*Orthosiphon stamineus*) هي نبات عشبي يحتوي على مركبات نشطة بيولوجيًا مثل الفلافونويدات والصابونين والقلويدات. تتأثر فعالية استخراج هذه المركبات بشكل كبير بطريقة الاستخراج وظروفه. تهدف هذه الدراسة إلى استقصاء تأثير التباينات في طاقة التعريض وزمن التعريض دقائق (للإشعاع الميكروويفي على زيادة محتوى المركبات النشطة حيويًا، وهي الفلافونويدات والصابونينات والقلويدات، في نبات شوارب القط (*Orthosiphon stamineus*). كانت الطريقة المستخدمة هي الاستخلاص بمساعدة الميكروويف (MAE)، وتم قياس إجمالي محتوى المركبات باستخدام مطيافية الأشعة فوق البنفسجية-المرئية (UV-Vis). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي (ANOVA) و (DMRT) أن كلاً من الطاقة وزمن التعريض أثر بشكل كبير على حصيلية المركبات الثلاثة. ( $p < 0.05$ ) تم تحقيق الظروف المثلى باستمرار عند طاقة 450 واط لمدة 5 دقائق، مما أسفر عن أعلى متوسط محتوى: الفلافونويدات (12.86 ملجم/جم)، والصابونينات (8.68 ملجم/جم)، والقلويدات (7.60 ملجم/جم). أدت زيادة زمن التعريض عند الطاقة العالية إلى خفض ملحوظ في محتوى المركبات، مما يشير إلى التحلل الحراري. يُعد تطبيق الاستخلاص بمساعدة الميكروويف عند 450 واط لمدة 5 دقائق الطريقة الأكثر فعالية لتعظيم الحصول على المركبات النشطة حيويًا من نبات شوارب القط.



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tanaman Kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*) adalah tanaman herbal yang termasuk dalam keluarga Lamiaceae dan memiliki sebutan lokal yang berbeda di berbagai negara. Tanaman ini dikenal luas diberbagai negara tropis khususnya di Indonesia, Malaysia dan lainnya sebagai tumbuhan obat tradisional. Kumis kucing memiliki ciri khas bunga berwarna putih atau ungu yang menyerupai kumis kucing. Tanaman ini telah lama digunakan dalam berbagai pengobatan tradisional untuk mengatasi masalah kesehatan seperti penyakit ginjal, hipertensi, dan peradangan (Surahmaida, dkk, 2019)

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa kumis kucing mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi memiliki aktivitas antimikroba, antioksidan, dan anti-inflamasi. Senyawa utama yang ditemukan dalam tanaman ini antara lain flavonoid, asam fenolat, dan terpenoid (Erviani, dkk, 2023). Potensi ini menjadikan tanaman kumis kucing menarik untuk dipelajari lebih lanjut, terutama dalam konteks senyawa bioaktif sebagai respons terhadap pengaruh lingkungan, termasuk paparan radiasi gelombang mikro. Senyawa antimikroba adalah senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen, termasuk bakteri dan jamur. Flavonoid merupakan salah satu senyawa yang banyak ditemukan dalam kumis kucing, telah terbukti memiliki aktivitas antimikroba yang signifikan. Senyawa flavonoid yang terdapat dalam kumis kucing telah terbukti memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan. Aktivitas ini berkontribusi pada pengurangan stres oksidatif dalam tubuh, yang dapat mencegah berbagai penyakit degeneratif.

Selain itu, kumis kucing juga memiliki potensi sebagai agen antimikroba. Beberapa studi menunjukkan bahwa ekstrak daun kumis kucing efektif dalam menghambat pertumbuhan berbagai bakteri patogen, termasuk *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (Nisak, K & Rini, S, C, 2021).

Radiasi gelombang mikro merupakan jenis radiasi elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang antara 1 mm hingga 1 m dan frekuensi antara 300 MHz hingga 300 GHz. Paparan radiasi gelombang mikro dapat mempengaruhi berbagai aspek fisiologis tanaman, termasuk pertumbuhan, pembungaan, dan produksi metabolit sekunder. menunjukkan bahwa radiasi gelombang mikro dapat mempengaruhi komposisi kimia dari tanaman, termasuk perubahan dalam kandungan flavonoid dan saponin. Perubahan ini dapat berpengaruh pada aktivitas antimikroba tanaman. Radiasi gelombang mikro, yang termasuk dalam spektrum elektromagnetik, memiliki frekuensi yang dapat mempengaruhi berbagai aspek fisika dan biologi tanaman. Meskipun radiasi ini digunakan secara luas dalam teknologi komunikasi dan pengolahan makanan, pengaruhnya terhadap metabolisme tanaman dan produksi senyawa bioaktif masih menjadi area penelitian yang penting. Studi-studi sebelumnya mengungkapkan bahwa paparan radiasi elektromagnetik dapat mempengaruhi aktivitas enzim, sintesis protein, dan pembentukan senyawa metabolit sekunder (Bandici, 2022).

Salah satu pemanfaatan tanaman kumis kucing yakni Ekstrak daun kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*) memiliki aktivitas antimikroba yang efektif, terutama terhadap *Propionibacterium acnes*, bakteri utama penyebab jerawat. Senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, saponin, steroid, dan terpenoid dalam tanaman ini berkontribusi pada sifat antibakterinya (Madani ,2021). Penelitian lain

mengungkapkan bahwa ekstrak etanol daun kumis kucing memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*, bakteri yang sering menyebabkan infeksi kulit dan saluran pernapasan. Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa ekstrak ini efektif menghambat pertumbuhan bakteri tersebut, yang mengindikasikan potensinya sebagai agen antibakteri alami (Oktavian, dkk, 2024).

Penelitian yang dilakukan oleh Muliana (2024), dilakukan untuk mengeksplorasi kandungan bioaktif tanaman kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*), seperti flavonoid, saponin, dan alkaloid, serta manfaatnya bagi kesehatan manusia. Pada penelitian tersebut mengungkapkan bahwa ekstrak kumis kucing memiliki aktivitas diuretik yang kuat karena kandungan flavonoid dan saponinnya.

Sedangkan pada penelitian Azizan (2020) menunjukkan aktivitas antioksidan dan antiinflamasi dari tanaman ini. Namun, penelitian-penelitian tersebut cenderung berfokus pada karakterisasi kimia dan uji aktivitas biologis dari ekstrak yang diperoleh melalui metode konvensional, seperti ekstraksi dengan pelarut atau pemanasan biasa. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Özorak (2013) dan Dasdag (2015) telah mempelajari efek radiasi gelombang mikro terhadap sistem biologis, tetapi objek penelitian berupa jaringan hewan atau manusia. Penelitian-penelitian ini menunjukkan bahwa paparan gelombang mikro dapat memengaruhi metabolisme biologis, seperti meningkatkan stres oksidatif atau mengubah keseimbangan ion dalam tubuh. Namun, efektivitas senyawa bioaktif yang diperoleh dari tanaman sangat dipengaruhi oleh metode ekstraksi yang digunakan. Metode konvensional seperti maserasi atau sokhletasi seringkali membutuhkan waktu lama, penggunaan pelarut dalam jumlah besar, dan menghasilkan rendemen

yang rendah. Oleh karena itu, diperlukan metode ekstraksi alternatif yang lebih efisien dan ramah lingkungan, salah satunya adalah metode Microwave-Assisted Extraction (MAE).

MAE merupakan teknik modern yang memanfaatkan gelombang mikro untuk memanaskan pelarut dan matriks sampel secara langsung dan seragam. Panas yang dihasilkan menyebabkan disrupsi pada dinding sel tanaman, sehingga senyawa bioaktif lebih mudah keluar dari jaringan tanaman. Dibanding metode konvensional, MAE terbukti mampu meningkatkan rendemen ekstrak, menurunkan waktu ekstraksi, dan meminimalkan degradasi senyawa aktif karena pemanasan yang lebih cepat dan terkontrol (Vyas dkk, 2009; Bandici dkk, 2022). Sejauh ini, sebagian besar penelitian tentang ekstraksi senyawa bioaktif dari kumis kucing masih menggunakan metode konvensional. Sementara itu, studi yang mengkaji pengaruh variasi daya dan durasi gelombang mikro terhadap hasil ekstraksi senyawa flavonoid, saponin, dan alkaloid secara spesifik masih sangat terbatas. Metode percobaan dimulai dengan pemilihan tanaman Kumis kucing yang sehat. Sampel tanaman akan dipaparkan dengan radiasi gelombang mikro dalam kondisi yang terkontrol menggunakan alat pemancar gelombang mikro dengan parameter tertentu seperti frekuensi dan durasi paparan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Bagaimana pengaruh durasi dan intensitas radiasi gelombang mikro terhadap kadar flavonoid pada tanaman kumis kucing?
- b) Bagaimana pengaruh durasi dan intensitas radiasi gelombang mikro terhadap kadar saponin pada tanaman kumis kucing?

- c) Bagaimana pengaruh durasi dan intensitas radiasi gelombang mikro terhadap kadar alkaloid pada tanaman kumis kucing?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengetahui pengaruh durasi dan intensitas radiasi gelombang mikro terhadap kadar flavonoid pada tanaman kumis kucing.
- b. Untuk mengetahui pengaruh durasi dan intensitas radiasi gelombang mikro terhadap kadar saponin pada tanaman kumis kucing.
- c. Untuk mengetahui pengaruh durasi dan intensitas radiasi gelombang mikro terhadap kadar alkaloid pada tanaman kumis kucing.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah Penelitian ini akan menambah wawasan dan referensi ilmiah mengenai pengaruh radiasi gelombang mikro terhadap kandungan senyawa bioaktif seperti flavonoid, saponin, dan alkaloid pada tanaman kumis kucing. Hasil penelitian dapat menjadi landasan bagi penelitian lebih lanjut yang berfokus pada pengaruh radiasi terhadap metabolit sekunder tanaman serta untuk memberikan kontribusi pengetahuan khususnya pada bidang pertanian dan farmasi tentang pengembangan tanaman obat dan pemanfaatan radiasi gelombang mikro dalam meningkatkan kandungan senyawa bioaktif pada tanaman kumis kucing.

### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah penelitian ini adalah:

- a. Penelitian ini hanya menggunakan tanaman kumis kucing (*Orthosiphon stamineus* sp.) sebagai sampel utama tanpa melibatkan jenis tanaman herbal lainnya.

- b. Paparan gelombang mikro melalui *oven microwave* dengan paparan daya 100 W, 300 W, 450 W, dan 600 W serta dilakukan selama 0, 5, dan 10 menit
- c. Analisis hanya mencakup kandungan senyawa bioaktif utama (flavonoid, saponin, dan alkaloid).
- d. Kandungan senyawa bioaktif diukur menggunakan spektroskopi UV-Vis pada panjang gelombang tertentu.

## **BAB II**

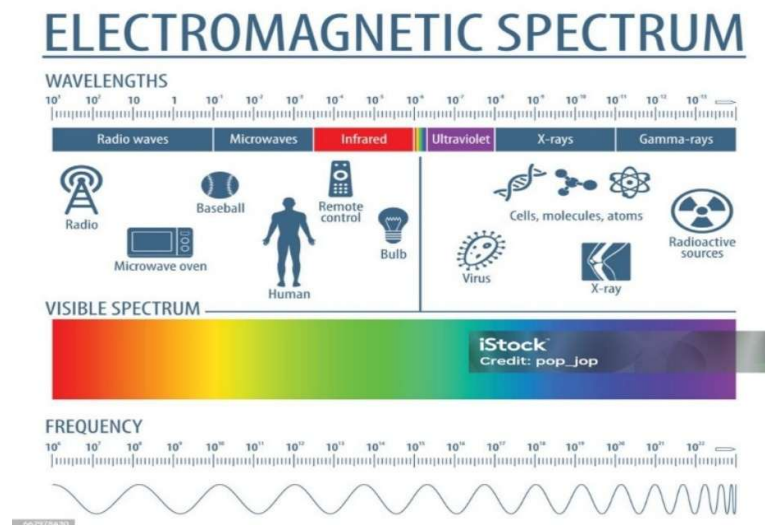
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Gelombang Mikro**

Gelombang elektromagnetik merupakan jenis gelombang yang merambat dengan arah tegak lurus terhadap amplitudo dan terdiri dari gelombang magnet dan Listrik (Sarojo, 2011). Gelombang elektromagnetik terjadi akibat interaksi antara medan listrik dan medan magnet yang berubah terhadap waktu. Jika sebuah arus mengalir dalam loop kawat yang bervariasi dengan waktu, ini menyebabkan terbentuknya medan magnet melingkar di sekitar loop tersebut. Medan magnet yang berubah ini kemudian menciptakan medan listrik melingkar, yang pada gilirannya kembali menghasilkan perubahan medan magnet, membentuk proses kontinu yang menyebar keluar sebagai gelombang elektromagnetik (Collin, 2001). Gelombang elektromagnetik meliputi berbagai jenis, seperti radio, televisi, radar, gelombang mikro, cahaya, sinar-X. Karakteristik umum dari gelombang elektromagnetik yakni gelombang tersebut merambat dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan cahaya ( $c$ ), yang membedakan gelombang-gelombang tersebut adalah panjang gelombangnya ( $\lambda$ ). Gelombang elektromagnetik dimanfaatkan setiap hari dalam ruang terbuka misalnya, gelombang dengan frekuensi 2,45 GHz sering digunakan dalam perangkat gelombang mikro di rumah. (Özorak dkk., 2013).

Fenomena gelombang elektromagnetik tersebut menunjukkan bahwa alam bekerja berdasarkan hukum fisika yang teratur, konsisten, dan dapat diukur. Keteraturan ini memungkinkan manusia memahami berbagai fenomena alam, mulai dari cahaya matahari hingga pemanfaatan radiasi elektromagnetik dalam teknologi modern. Prinsip-prinsip fisika yang mengatur gelombang

elektromagnetik menjadi dasar bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, sekaligus menunjukkan bahwa alam semesta tersusun dalam sistem yang seimbang dan teratur.



Gambar 2. 1 Spektrum gelombang elektromagnetik

Berdasarkan asas hukum fisika tersebut landasan utama dalam pemanfaatan gelombang elektromagnetik secara terkontrol untuk berbagai keperluan manusia. Dengan memahami hubungan antara frekuensi, panjang gelombang, dan energi, manusia dapat mengarahkan radiasi elektromagnetik agar menghasilkan efek yang diinginkan tanpa merusak sistem yang dikenainya karena mampu meningkatkan efisiensi proses sekaligus mengurangi waktu dan energi yang dibutuhkan.

Keteraturan alam tersebut sejalan dengan firman Allah SWT dalam QS. Yunus ayat 5 yang menjelaskan bahwa penciptaan matahari dan bulan beserta peredarannya ditetapkan agar manusia dapat mengetahui perhitungan waktu dan memahami tanda-tanda kebesaran-Nya. Ayat ini menegaskan bahwa fenomena cahaya dan pergerakan benda langit bukanlah sesuatu yang terjadi secara acak,



melainkan bagian dari ketetapan hukum alam yang diciptakan dengan tujuan dan hikmah tertentu.

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسُ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ

وَالْحِسَابُ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ ﴿٩٠﴾

Artinya: “Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya. Dialah pula yang menetapkan tempat-tempat orbitnya agar kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu). Allah tidak menciptakan demikian itu, kecuali dengan benar. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada kaum yang mengetahui.”

Menurut Quraish Shihab penggunaan kata dhiya’ dalam al-Qur’an ditujukan untuk melukiskan cahaya benda-benda yang bersumber dari dzatnya. Hal tersebut berbeda dengan bulan yang sinarnya dilukiskan dengan kata nūr untuk mengisyaratkan bahwa sinar tersebut bukan dari dzatnya melainkan pantulan dari cahaya matahari. Quraish Shihab melanjutkan bahwa matahari merupakan sumber cahaya yang sangat penting, tanpa adanya matahari makhluk hidup tidak akan bisa hidup. Panas matahari juga memberikan dampak besar terhadap terjadinya angin, cuaca dan kejadian alam lainnya. Bahkan tumbuhan yang telah mati jutaan tahun masih menyimpan energi matahari, dengan membakar bahan bakar seperti minyak, batu bara dan gas alam maka energi matahari tersebut masih bisa dimanfaatkan. Semua cahaya baik yang asli maupun buatan berasal dari bagian-bagian kecil matahari yakni atom. Matahari memancarkan energi dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang mencakup berbagai panjang gelombang, mulai dari gelombang radio hingga sinar-X. Namun, mata manusia hanya mampu menangkap sebagian kecil dari spektrum tersebut, yaitu cahaya tampak. Cahaya matahari yang tampak memiliki berbagai warna dengan panjang gelombang berbeda, yang secara keseluruhan terlihat putih. Perubahan warna cahaya matahari, seperti dominasi

warna merah saat matahari terbit dan terbenam serta warna kekuningan pada siang hari, terjadi akibat proses hamburan cahaya oleh partikel-partikel di atmosfer bumi.

Gelombang elektromagnetik memiliki banyak jenis gelombang diantaranya adalah gelombang mikro. Gelombang mikro adalah salah satu gelombang elektromagnetik yang bekerja pada rentang frekuensi 300 MHz-300 GHz dengan panjang gelombang antara 1 m – 1mm. Ketika sebuah objek menyerap gelombang mikro, maka akan terjadi peningkatan suhu pada objek tersebut. (Alaydrus, 2020).

Oven microwave atau microwave merupakan perangkat pemanas berbasis listrik yang bekerja dengan memaparkan radiasi elektromagnetik pada frekuensi gelombang mikro, yang umumnya digunakan untuk memanaskan dan mengolah makanan (The Editors of Encyclopedia, 2023). Prinsip kerja oven microwave memanfaatkan sifat dipol listrik pada molekul air, lemak, serta berbagai komponen lain dalam bahan pangan melalui mekanisme yang dikenal sebagai pemanasan dielektrik. Molekul-molekul tersebut memiliki distribusi muatan yang tidak merata, yaitu muatan positif parsial pada salah satu ujung dan muatan negatif parsial pada ujung lainnya. Ketika berada dalam medan listrik bolak-balik, molekul-molekul dipol akan mengalami rotasi terus-menerus karena berusaha menyesuaikan orientasinya dengan arah medan listrik yang berubah(Soltysiak dkk., 2011). Energi medan listrik kemudian diserap oleh molekul dipol dalam bentuk energi rotasi. Molekul-molekul yang berputar tersebut selanjutnya bertumbukan dengan molekul non-dipol, sehingga meningkatkan energi gerak molekul lain di sekitarnya. Peningkatan energi ini merambat lebih dalam ke dalam bahan dan memicu berbagai bentuk gerakan molekuler, seperti rotasi, vibrasi, dan gerakan termal lainnya yang menandakan terjadinya kenaikan suhu. Setelah energi awal terserap, panas akan

menyebar ke seluruh material melalui mekanisme perpindahan panas, serupa dengan proses konduksi pada sistem pemanasan konvensional. Energi panas yang dihasilkan dari aktivitas molekuler inilah yang berperan dalam memanaskan bahan di dalam microwave (Zitzewitz, 2011).

Gelombang mikro memiliki dua peran utama, yaitu sebagai pembawa energi dalam bentuk vektor dan sebagai media komunikasi. Selain itu, gelombang mikro juga mampu mengubah energi elektromagnetik yang diserap oleh suatu material menjadi energi panas ketika terjadi interaksi langsung dengan bahan tersebut (Mandal dkk., 2007). Pemanasan akibat gelombang mikro terjadi karena adanya dua medan yang saling tegak lurus dan terisolasi, yaitu medan listrik dan medan magnet. Berbeda dengan pemanasan konvensional yang menghantarkan panas dari luar ke dalam bahan, pemanasan menggunakan gelombang mikro berlangsung secara selektif dan langsung pada material sasaran. Proses pemanasan ini terjadi dalam sistem tertutup sehingga tidak terjadi perpindahan panas ke lingkungan sekitar (Kabir, 2023).

Pemanasan gelombang mikro hanya dapat terjadi pada molekul yang mampu berinteraksi dengan medan gelombang mikro. Efisiensi proses pemanasan ini sangat dipengaruhi oleh sifat dielektrik bahan, yang ditentukan oleh dua parameter utama. Parameter pertama adalah konstanta dielektrik  $\epsilon'$  yang berarti kepolaran dari molekul dalam bidang dielektrik. Parameter kedua adalah *dielectric loss factor*  $\epsilon''$ , yang menggambarkan kemampuan bahan dalam menyerap energi gelombang mikro dan mengkonversinya menjadi energi panas. Secara listrik, interaksi gelombang mikro dengan material dinyatakan melalui permitivitas relatif kompleks  $\epsilon^*$ . Permitivitas relatif kompleks dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\varepsilon^* = \varepsilon' - j\varepsilon'' \quad (2.1)$$

Penyerapan gelombang mikro ditandai dengan adanya permeabilitas dan permitivitas. Permeabilitas adalah ukuran pengaruh medan magnet gelombang elektromagnetik pada sebuah material dan permitivitas merupakan ukuran pengaruh medan listrik pada sebuah material. Penyerapan energi gelombang mikro dapat diketahui dari persamaan sebagai berikut:

$$P_v = 2\pi f \varepsilon_0 \varepsilon'' |E|^2 \quad (2.2)$$

Energi yang dikembangkan per satuan volume dilambangkan dengan  $P_v$  ( $\text{W/m}^3$ ),  $f$  melambangkan frekuensi (Hz),  $\varepsilon_0$  menunjukkan permitivitas vakum ( $\text{F/m}$ ) dan  $|E|$  menunjukkan kuat medan listrik dalam beban ( $\text{V/m}$ ). Energi yang dihasilkan gelombang mikro dapat dituliskan sebagai berikut:

$$u = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 + \frac{1}{2\mu_0} B^2 \quad (2.3)$$

Dimana  $u$  merupakan energi,  $\varepsilon_0$  menunjukkan nilai permeabilitas medan listrik,  $\mu_0$  menunjukkan permeabilitas medan magnet,  $E$  merupakan medan listrik ( $\text{V/m}$ ), dan  $B$  merupakan medan magnet (T). Medan magnet dan medan listrik dapat diketahui hubungannya dari persamaan berikut ini (Young & Freedman, 2002):

$$B = \frac{E}{c} = \sqrt{\varepsilon_0 \mu_0 E} \quad (2.4)$$

## 2.2 Tanaman Kumis Kucing (*Orthosiphon stamineus*)

Tanaman Kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*) adalah tanaman herbal yang termasuk dalam keluarga Lamiaceae dan memiliki sebutan lokal yang berbeda di berbagai negara. Tanaman ini dikenal luas di Indonesia, Malaysia, dan beberapa negara tropis lainnya sebagai tumbuhan obat tradisional. Kumis kucing memiliki ciri khas bunga berwarna putih atau ungu yang menyerupai kumis kucing. Tanaman

ini telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional untuk berbagai manfaat, termasuk mengatasi masalah kesehatan seperti penyakit ginjal, hipertensi, dan peradangan (Surahmaida, dkk, 2019)

Keberadaan dan pemanfaatan berbagai jenis tanaman dengan fungsi yang beragam tersebut mencerminkan bahwa alam diciptakan dengan tujuan dan manfaat tertentu bagi kehidupan manusia. Hal ini sejalan dengan firman Allah SWT dalam QS. Al-Mu'minun ayat 19–20

فَأَنْشَأْنَا لَكُمْ بِهِ جَنَّاتٍ مِّنْ نَّحِيلٍ وَأَعْنَابٍ لَّكُمْ فِيهَا فَوَاقٍ كَثِيرَةٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ ﴿١٩﴾ وَشَجَرَةً تُّخْرُجُ مِنْ طُورِ سَيْنَاءَ تَنْبُتُ بِالدَّهْنِ وَصِبْغٍ لِلْأَكْلِينَ ﴿٢٠﴾

Artinya: “Lalu, dengan (air) itu Kami tumbuhkan untukmu kebun-kebun kurma dan anggur. Di sana kamu mendapatkan buah-buahan yang banyak dan dari sebagiannya itu kamu makan.?(Kami tumbuhkan) pohon (zaitun) yang tumbuh di Bukit Sinai, yang menghasilkan minyak dan lauk-pauk pembangkit selera bagi orang-orang yang makan.”

Ayat QS. Al-Mu'minun 19–20 menjelaskan bahwa Allah menumbuhkan berbagai tanaman yang memberikan manfaat bagi manusia, seperti kurma, anggur, serta pohon yang tumbuh di bukit Thur Sina yang menghasilkan minyak untuk dikonsumsi. QS. Al-Mu'minun ayat 19–20 menegaskan bahwa keberagaman tanaman yang tumbuh di muka bumi merupakan bentuk karunia Allah SWT yang disediakan untuk manusia. Penyebutan tanaman seperti kurma, anggur, dan pohon yang menghasilkan minyak menunjukkan bahwa tumbuhan memiliki potensi manfaat yang luas, baik sebagai sumber pangan maupun sebagai bahan yang dapat diolah lebih lanjut. Dalam konteks penelitian ini, ayat tersebut dapat dipahami sebagai dasar konseptual bahwa tanaman, termasuk kumis kucing, memiliki potensi bioaktif yang dapat dieksplorasi dan dimanfaatkan melalui pendekatan ilmiah untuk mendukung kesehatan dan kesejahteraan manusia.

Menurut tafsir Ibnu Katsir, QS. Al-Mu'minun 19–20 menegaskan bahwa Allah menurunkan air dan darinya Allah menumbuhkan berbagai jenis tanaman seperti kurma, anggur, dan pepohonan lain yang memiliki manfaat besar bagi manusia. Ibnu Katsir menekankan bahwa penyebutan tanaman-tanaman tersebut menunjukkan keluasan nikmat Allah melalui unsur biologis yang dapat dimanfaatkan sebagai makanan, energi, serta obat. Pohon yang tumbuh di bukit Thur sina yang menghasilkan minyak dipahami sebagai simbol bahwa setiap tumbuhan memiliki komponen kimia bermanfaat yang sengaja Allah siapkan untuk kebutuhan manusia.

Menurut tafsir Al-Qurthubi, ayat ini menunjukkan keagungan Allah dalam menciptakan sistem pertumbuhan tanaman yang menyediakan makanan dan obat. Beliau menafsirkan bahwa penyebutan kurma, anggur, dan pohon yang mengeluarkan minyak adalah contoh spesifik dari tanaman yang memiliki keberkahan besar, baik dari segi nutrisi maupun manfaat farmakologis. Dalam tafsirnya, Al-Qurthubi juga menjelaskan bahwa kandungan minyak memiliki fungsi pengobatan yang diakui sejak zaman dahulu. Tafsir ini menguatkan prinsip bahwa tanaman mengandung senyawa kimiawi yang dapat diproses dan dimanfaatkan manusia, sehingga meneliti kandungan aktif dalam tanaman termasuk kumis kucing merupakan wujud pengamalan perintah Allah untuk mengambil pelajaran dan manfaat dari ciptaan-Nya. Hal ini sejalan dengan penelitian mengenai tanaman kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*) yang diketahui memiliki senyawa flavonoid, saponin, dan alkaloid yang berkhasiat. Upaya mengekstraksi senyawa tersebut menggunakan teknik Microwave-Assisted Extraction (MAE) merupakan bentuk pemanfaatan ilmu pengetahuan untuk menggali potensi tanaman

sebagaimana petunjuk Al-Qur'an, yaitu memanfaatkan dan meneliti ciptaan Allah untuk kemaslahatan manusia.

### **2.2.1 Klasifikasi Tanaman Kumis Kucing**

Di dalam sistematika botani, tanaman kumis kucing menempati kedudukan klasifikasi sebagai berikut :

Regnum : Plantae

Divisio : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Lamiales

Famili : Lamiaceae

Genus : *Orthosiphon*

Spesies: *Orthosiphon stamineus*

### **2.2.2 Morforlogi Tanaman Kumis Kucing**

Tanaman kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*) adalah salah satu tanaman obat yang banyak diteliti karena nilai farmakologisnya serta karakteristik morfologi yang khas (Rafi, dkk, 2021).

#### **a. Batang**

Batang tanaman kumis kucing termasuk dalam jenis batang berkayu dengan tekstur yang keras dan tumbuh tegak lurus ke atas. Tanaman kumis kucing memiliki warna hijau hingga keunguan, tergantung pada varietasnya. Batang pada tanaman kumis kucing mempunyai kemampuan menopang tanaman dengan baik meskipun tingginya dapat mencapai sekitar 1,5 meter dalam

kondisi tumbuh optimal. Selain itu, batang tanaman kumis kucing dikenal cukup kuat meski berada pada lingkungan tumbuh yang terkena terpaan angin.

b. Daun

Daun pada tanaman kumis kucing memiliki bentuk bulat telur (elips) dengan ujung runcing dan tepi bergerigi atau berlekuk halus. Ukurannya bervariasi dengan panjang sekitar 2 hingga 7 cm. Permukaan daunnya mempunyai tekstur yang cukup unik yakni berbulu halus dan memiliki warna hijau tua hingga hijau muda tergantung varietas dan kondisi lingkungan di sekitarnya. Daun pada tanaman kumis kucing tumbuh dengan tangkai pendek yang kokoh. Pada daun tanaman kumis kucing terkandung senyawa aktif seperti flavonoid dan fenolat, pada daun inilah yang membuat kumis kucing bermanfaat secara farmakologis

c. Akar

Tanaman kumis kucing memiliki sistem perakaran berupa akar tunggang yang bercabang-cabang. Akar tunggang ini tumbuh cukup menembus lapisan dalam tanah, memungkinkan tanaman menyerap nutrisi dan air dengan baik dari lapisan tanah yang lebih dalam. Sistem akar ini juga memberikan dukungan yang kuat bagi pertumbuhan tanaman, sehingga menjadikannya tahan terhadap perubahan cuaca dan kondisi tanah yang kurang stabil.

d. Bunga

Bunga kumis kucing termasuk dalam jenis bunga majemuk yang tersusun dalam bentuk tandan dan terletak di ujung batang. Bunga-bunga ini memiliki warna yang bervariasi, diantaranya putih, ungu, hingga intermediate. Bentuk bunga pada tanaman kumis kucing cukup unik karena benang sari pada bunga akan tumbuh panjang dan melengkung keluar menyerupai "kumis kucing",



yang menjadi asal-usul nama tanaman ini. Bunga kumis kucing juga memiliki daya tarik bagi serangga penyerbuk seperti lebah.

e. Biji/Buah

Buah pada tanaman kumis kucing berbentuk kapsul kecil yang muncul setelah proses penyerbukan dan pembuahan. Buah ini berfungsi melindungi biji hingga matang. Biji kumis kucing berukuran kecil dan berbentuk bulat dengan warna coklat tua ketika sudah matang. Biji ini dapat digunakan sebagai sumber perbanyakan tanaman secara generative.

### **2.3 Senyawa Bioaktif Pada tanaman Kumis Kucing**

Tanaman kumis kucing dikenal mengandung berbagai senyawa bioaktif yang memiliki aktivitas farmakologis penting, seperti flavonoid, fenolat, dan terpenoid. Senyawa-senyawa tersebut berperan sebagai antioksidan, antibakteri, dan agen antiinflamasi (Nisak, K & Rini, S, C, 2021). Flavonoid dan fenolat dalam tanaman memiliki kemampuan untuk menetralkan radikal bebas serta berkontribusi pada aktivitas antibakteri, selain itu flavonoid dalam tanaman ini juga diketahui berfungsi sebagai senyawa pelindung dari stres oksidatif. Saponin dan tanin juga dikenal memiliki peran dalam pertahanan tanaman terhadap infeksi mikroba. Sinensetin, salah satu jenis polimetoksiflavon dalam tanaman kumis kucing, memiliki berbagai aktivitas biologis, termasuk sebagai agen antijamur dan antioksidan. Senyawa bioaktif pada tanaman kumis kucing berpotensi menjadi solusi alternatif dalam menghadapi resistensi bakteri terhadap antibiotik konvensional. Tanaman obat dengan aktivitas antiinflamasi dan antioksidan dapat membantu mengatasi berbagai infeksi mikroba (Nisak, K & Rini, S, C, 2021).

### 2.3.1 Flavonoid

Flavonoid adalah senyawa fenolik yang memiliki berbagai manfaat kesehatan, termasuk aktivitas antiinflamasi, antimikroba, dan perlindungan terhadap kerusakan oksidatif. Tanaman kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*) dikenal karena kandungan flavonoidnya yang berperan sebagai antioksidan kuat. Sebuah penelitian yang diterbitkan dalam Media Farmasi melaporkan bahwa ekstrak daun kumis kucing memiliki total flavonoid sebesar 7,34 mg QE/g, dengan aktivitas antioksidan yang tinggi dan nilai  $IC_{50}$  sebesar 65,63 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan flavonoid dalam daun kumis kucing berkontribusi terhadap perlindungan sel dari kerusakan akibat radikal bebas. Senyawa ini memiliki potensi besar dalam mencegah berbagai penyakit degeneratif yang disebabkan oleh stres oksidatif, seperti penyakit kardiovaskular dan diabetes.

Senyawa flavonoid memiliki peran aktif dalam meningkatkan aktivitas antioksidan. Studi ini menunjukkan bahwa tanaman ini dapat menjadi sumber alami senyawa bioaktif yang bermanfaat untuk kesehatan manusia. Ekstrak kumis kucing juga telah diuji terhadap bakteri *Escherichia coli* dan menunjukkan aktivitas antibakteri yang signifikan. Dengan adanya senyawa flavonoid, kumis kucing tidak hanya berfungsi sebagai antioksidan tetapi juga memiliki potensi sebagai agen antimikroba yang dapat digunakan dalam pengobatan infeksi bakteri tertentu (Nisak, K & Rini, S, C, 2021).

Selain itu, senyawa flavonoid pada tanaman kumis kucing memiliki sifat antiinflamasi yang dapat membantu mengurangi peradangan. Selain itu, ekstrak daun kumis kucing terbukti mampu menekan reaksi inflamasi yang berhubungan

dengan peningkatan kadar asam urat. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa flavonoid dalam tanaman ini dapat digunakan sebagai terapi alami untuk mengatasi gangguan inflamasi, termasuk penyakit seperti arthritis dan asam urat. Dengan berbagai manfaat ini, tanaman kumis kucing menjadi salah satu kandidat herbal yang potensial untuk dikembangkan lebih lanjut dalam industri farmasi dan pengobatan alami (Mutia, dkk, 2024)

### **2.3.2 Saponin**

Saponin adalah senyawa glikosida yang terdiri dari gugus gula yang terikat pada aglikon (sapogenin) yang bersifat lipofilik. Senyawa ini banyak ditemukan dalam berbagai jenis tumbuhan dan memiliki sifat amfipatik, yaitu dapat larut dalam air dan lemak.

Tanaman kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*) diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif, salah satunya adalah saponin. Saponin merupakan senyawa glikosida yang memiliki sifat deterjen alami dan aktivitas biologis yang beragam, termasuk sebagai agen antiinflamasi dan imunomodulator. Kandungan saponin dalam tanaman ini diperkirakan berperan dalam mendukung efek farmakologis kumis kucing, terutama dalam pengobatan penyakit ginjal dan saluran kemih.

Selain itu, penelitian dalam Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia (Arisandy dkk., 2024) menegaskan bahwa saponin dalam kumis kucing tidak hanya memiliki manfaat medis tetapi juga berperan dalam mekanisme pertahanan tanaman. Saponin bersama dengan minyak atsiri, alkaloid, dan tanin dalam daun kumis kucing diketahui memiliki efek antiserangga. Hal ini menunjukkan bahwa selain sebagai tanaman obat, kumis kucing juga memiliki

potensi dalam bidang pertanian dan biopestisida alami. Penelitian ini menyoroti bahwa saponin dalam tanaman ini dapat bertindak sebagai senyawa pelindung terhadap hama dan patogen, yang dapat bermanfaat dalam sistem pertanian berkelanjutan.

Tanaman kumis kucing mengandung kombinasi senyawa aktif seperti saponin, flavonoid, tanin, fenol, dan terpenoid. Kombinasi senyawa tersebut dapat memberikan efek sinergis dalam aktivitas biologis tanaman, termasuk sebagai agen antibakteri dan antijamur. Manfaat terapeutik saponin dalam kumis kucing masih menjadi subjek penelitian yang berkembang, terutama dalam konteks aplikasinya dalam pengobatan modern. Dengan berbagai potensi yang dimilikinya, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi mekanisme kerja saponin dalam kumis kucing serta efektivitasnya dalam berbagai bidang, mulai dari farmasi hingga pertanian.

### **2.3.3 Alkaloid**

Alkaloid adalah senyawa nitrogen organik yang umumnya memiliki aktivitas farmakologis signifikan. Tanaman kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*) diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif, salah satunya adalah alkaloid. Penelitian yang dipublikasikan dalam Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia (Arisandy dkk., 2024), mengidentifikasi keberadaan alkaloid dalam daun kumis kucing, bersama dengan senyawa lain seperti minyak atsiri, tanin, flavonoid, dan saponin. Kandungan alkaloid ini diduga berperan dalam mekanisme pertahanan tanaman terhadap hama dan patogen. Selain itu, alkaloid juga memiliki potensi farmakologis, termasuk sebagai agen antibakteri

dan antiserangga, sehingga kumis kucing dapat memiliki aplikasi lebih luas, baik dalam bidang kesehatan maupun pertanian.

## **2.4 Aktivitas Antimikroba**

Kandungan senyawa bioaktif dalam tanaman kumis kucing, seperti flavonoid, tanin, dan fenolat, telah diketahui memiliki aktivitas antibakteri. Senyawa-senyawa ini bekerja dengan cara merusak membran sel bakteri dan menghambat proses metabolisme penting yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri (Nisak, K & Rini, S, C, 2021). Bakteri seperti *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis*, dan *Escherichia coli* adalah patogen umum yang dapat menyebabkan infeksi serius. Senyawa bioaktif alami dari tanaman obat, termasuk kumis kucing, berpotensi sebagai agen antibakteri alternatif dalam menghadapi resistensi antibiotik. Dalam menghadapi resistensi bakteri terhadap antibiotik konvensional, tanaman obat dengan kandungan bioaktif seperti kumis kucing menjadi alternatif potensial. Ekstrak dan fraksi tanaman kumis kucing dipercaya memiliki aktivitas antibakteri yang berasal dari berbagai senyawa bioaktif seperti saponin, flavonoid, dan fenolik.

## **2.5 Microwave-Assisted Extraction(MAE)**

Salah satu cara untuk mendapatkan senyawa bioaktif adalah melalui proses ekstraksi. Salah satu metode yang bisa digunakan yaitu Microwave Assisted Extraction (MAE). MAE merupakan teknik ekstraksi yang menggunakan radiasi gelombang mikro untuk memanaskan pelarut secara cepat dan efisien (Vyas dkk, 2009). Metode ini sangat cocok digunakan untuk mengekstraksi senyawa yang sensitif terhadap panas.

Selain itu, MAE juga dapat meningkatkan jumlah rendemen ekstrak kasar dengan waktu ekstraksi yang lebih singkat dan penggunaan pelarut yang lebih

sedikit dibandingkan metode ekstraksi konvensional. Panas dari gelombang mikro mampu memanaskan dan menguapkan air dalam sel sampel, sehingga menimbulkan tekanan pada dinding sel. Tekanan ini menyebabkan sel membengkak, meregang, hingga akhirnya pecah. Kerusakan pada dinding sel ini mempermudah senyawa target keluar dan terekstraksi (Vyas dkk, 2009).

Beberapa faktor yang memengaruhi proses ekstraksi dengan teknik Microwave Assisted Extraction (MAE) antara lain ukuran partikel bahan, suhu, durasi ekstraksi, dan jenis pelarut. Di antara faktor-faktor tersebut, waktu ekstraksi memiliki peran yang cukup signifikan. Durasi yang terlalu singkat atau terlalu lama dapat memengaruhi karakteristik fisik dan kimia senyawa yang dihasilkan.

Bucić-Kojić dkk. (2011) menyatakan bahwa suhu dan waktu ekstraksi merupakan faktor penting dalam proses ekstraksi senyawa fenolik. Jika waktu ekstraksi terlalu singkat, pelarutan senyawa fenolik tidak berlangsung secara optimal sehingga hasil ekstraksi menjadi kurang maksimal. Sebaliknya, semakin lama waktu ekstraksi, jumlah senyawa yang berhasil diekstraksi dapat meningkat karena waktu kontak antara pelarut dan senyawa target lebih panjang. Proses pelarutan ini akan terus berlangsung hingga pelarut mencapai kondisi jenuh. Tetapi setelah waktu ekstraksi mencapai titik optimum, penambahan waktu tidak lagi memberikan peningkatan signifikan terhadap jumlah senyawa fenolik yang terekstraksi (Ince dkk., 2013).

uji Tukey, DMRT memiliki karakter lebih *liberal*, sehingga cenderung lebih sensitif dalam mendeteksi perbedaan antar rata-rata perlakuan (Steel & Torrie, 1991).

Dalam penerapannya, DMRT menghitung selisih rata-rata antar perlakuan dan membandingkannya dengan nilai batas kritis tertentu, yang disebut *least significant range* (LSR). Jika selisih rata-rata melebihi LSR, maka perlakuan tersebut dianggap berbeda nyata pada tingkat kepercayaan tertentu, misalnya 95% atau 99%. DMRT juga menyusun kelompok perlakuan ke dalam huruf-huruf yang berbeda (contohnya A, B, C), sehingga memudahkan peneliti dalam melihat hubungan atau pemisahan antar perlakuan secara visual dalam hasil analisis.

Penggunaan ANOVA yang diikuti oleh DMRT sangat umum dalam penelitian eksperimental di berbagai bidang sains, seperti agronomi, bioteknologi, dan ilmu pangan. Kombinasi kedua metode ini memungkinkan peneliti untuk tidak hanya mendeteksi adanya pengaruh perlakuan, tetapi juga memahami pola perbedaan secara lebih rinci. Dengan pendekatan ini, inferensi yang dibuat menjadi lebih akurat, mendalam, dan berbasis pada prinsip-prinsip statistik modern (Steel & Torrie, 1991).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian dasar dengan metode eksperimental. Penelitian yang digunakan yaitu penelitian dengan sampel uji coba berupa tanaman kumis kucing. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh frekuensi gelombang mikro terhadap hasil ekstraksi senyawa flavonoid, saponin dan alkaloid pada tanaman kumis kucing(*Orthosiphon stamineus*).

#### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada waktu dan tempat sebagai berikut:

Waktu: bulan Maret 2025 s/d September 2025

Tempat:

- a. Labolatorium Biofisika, Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang (Pengujian pemberian gelombang mikro pada tanaman kumis kucing)

#### **3.3 Alat dan Bahan**

##### **3.3.1 Alat Penelitian**

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Microwave
2. Timbangan digital
3. Mortar dan alu
4. Stirrer
5. Termometer



6. Erlenmeyer
7. Gelas beaker
8. Corong kaca
9. Tabung reaksi
10. Rak
11. Pipet tetes
12. Labu ukur
13. Batang dan sendok pengaduk
14. Cawan porselen
15. Kulkas
16. Aluminium foil
17. Spektrofotometer UV-Vis
18. Kuvet
19. Erlenmeyer Pipa Samping
20. Kondensor
21. Hotplate

### **3.3.2 Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Tanaman kumis kucing
2. Etanol
3. Aquades
4. Aluminium clorida ( $\text{AlCl}_3$ )
5. Natrium Asetat ( $\text{NaOAc}$ )
6. Kuersetin

7. Asam sulfat pekat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
8. Reagen dragendorff
9. Asam asetat glasial
10. Kafein
11. Kertas saring W-41
12. Plastik Klip
13. Alat tulis

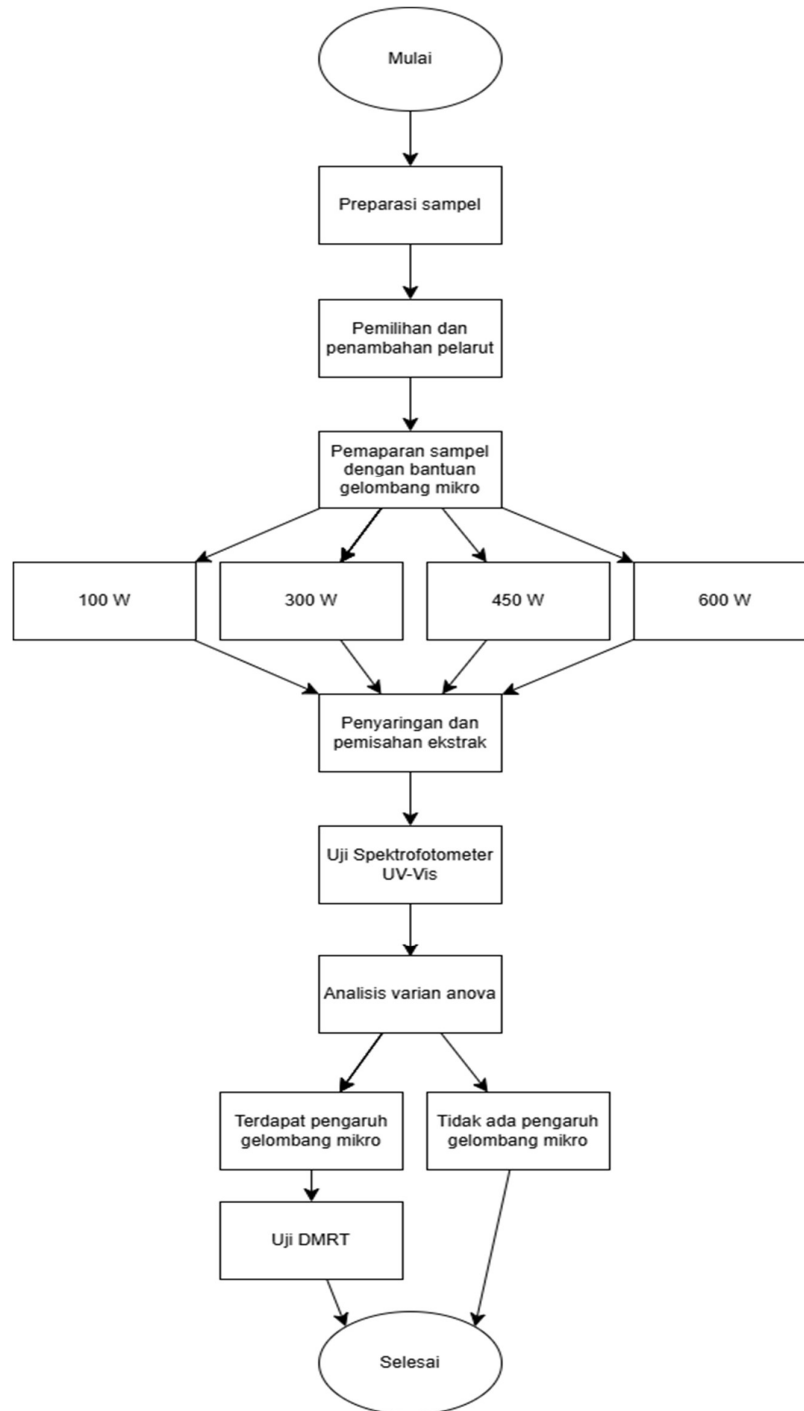
### 3.4 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini ada tiga macam, yaitu variabel bebas, variabel kontrol, dan variabel terikat.

- a. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu variasi durasi dan intensitas pemaparan pada ekstrak tanaman kumis kucing.
- b. Variabel terikat yaitu nilai kandungan senyawa flavonoid, saponin, alkaloid.
- c. Variabel kontrol yakni diantaranya:
  - Jenis tanaman: Menggunakan daun kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*) dari sumber yang sama.
  - Kondisi lingkungan: Suhu ruang dan kelembapan selama percobaan dijaga tetap.
  - Metode analisis: Menggunakan prosedur yang konsisten, seperti pengukuran dengan spektrofotometri UV-Vis.

### 3.5 Diagram Alir Penelitian

Tahap penelitian disajikan dalam diagram alir penelitian, yang ditunjukkan pada gambar 3. 1



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

### 3.6 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan *treatment* pada ekstrak tanaman kumis kucing dengan memberikan paparan gelombang mikro dengan variasi intensitas pemaparan dan durasi yang berbeda.

#### 3.6.1 Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan berupa tanaman kumis kucing sehat, pada penelitian ini digunakan variasi daya 100 W, 300 W, 450 W, dan 600 W. Pada setiap intensitas dilakukan 3 kali pengulangan untuk mendapatkan hasil dan data yang valid. Selain variasi intensitas daya, waktu pemaparan juga dilakukan variasi selama 0, 5, dan 10 menit dengan menggunakan *oven microwave*.

#### 3.6.2 Pengekstrakan Sampel

Pada tahap ini dilakukan proses pengekstrakan sebagai berikut:

- a. Sampel tanaman kumis kucing dikeringkan terlebih dahulu.
- b. Kemudian sampel yang sudah dikeringkan akan dihaluskan.
- c. Sampel yang sudah halus, diletakkan pada wadah kosong.
- d. Disiapkan pelarut etanol .
- e. Sampel kemudian diekstrak menggunakan pelarut etanol dengan perbandingan 1:10.

#### 3.6.3 Pemaparan Gelombang Mikro pada ekstrak tanaman Kumis Kucing (Microwave Assisted-Extraction).

Pada tahap ini dilakukan pemaparan gelombang mikro terhadap ekstrak tanaman Kumis kucing dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Sampel yang sudah diekstrak ditempatkan pada wadah.

- b. Kemudian dilakukan pemaparan radiasi gelombang mikro dengan intensitas (100 W, 300 W, 450 W, 600 W) dan durasi (0 menit, 5 menit, 10 menit).

#### **3.6.4 Penyaringan dan Pemisahan Ekstrak**

Pada tahap ini dilakukan penyaringan terhadap sampel ekstrak tanaman kumis kucing dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Hasil sampel dipisah pada wadah tertutup.
- b. kemudian dilakukan penyaringan terhadap cairan dan ampas sampel tanaman.
- c. Cairan ekstrak yang telah disaring kemudian dilanjutkan ke proses destilasi, untuk mendapatkan ekstrak kental sampel.
- d. Ekstrak kental ditimbang untuk diketahui nilai W1, sehingga dilanjutkan untuk proses perhitungan nilai rendemen pada sampel.

#### **3.6.5 Analisis Kandungan Senyawa Bioaktif dengan Spektrofotometer UV-Vis**

Pada tahap ini dilakukan analisis kandungan senyawa bioaktif dengan spektrofotometer UV-Vis dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Sampel yang sudah melewati proses sebelumnya akan diproses menggunakan spektrofotometer UV-Vis, sebelum dilakukan analisis dilakukan pengenceran pada sampel dengan  $f=10$ .
- b. Dilakukan pengukuran nilai absorbansi pada panjang gelombang spesifik untuk flavonoid, saponin, dan alkaloid.
- c. Pengukuran dilakukan dengan membandingkan hasil analisis dengan kurva standar dari senyawa bioaktif yang relevan

- d. Penentuan kandungan Flavonoid: Diuji menggunakan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 410 nm.
- e. Penentuan kandungan Saponin: Diuji dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 490 nm.
- f. Penentuan kandungan Alkaloid: Diuji menggunakan dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 510 nm.

### **3.6 Teknik Pengumpulan Data**

#### **3.6.1 Penentuan Kurva Standar**

##### **3.6.1.1 Kandungan Flavonoid**

1. Dibuat larutan dengan konsentrasi 1000 ppm dengan campuran bahan etanol pa 25 ml dan kuersetin 25 mg.
2. Disiapkan larutan standar flavonoid kemudian dilakukan pengenceran untuk mendapatkan konsentrasi yang berbeda, yakni 20, 30, 40, 50, 60 ppm.
3. Dilakukan uji absorbansi pada masing masing konsentrasi dengan panjang gelombang 410 nm untuk mengukur kuersetin murni

##### **3.6.1.2 Kandungan Saponin**

1. Dibuat larutan induk dengan konsentrasi 1000 ppm dari 25 mg asam tanat yang dilarutkan dalam etanol hingga volume 25 mL.
2. Larutan ini diencerkan hingga konsentrasi 20, 30, 40, 50, 60 ppm.
3. Tiap larutan ditambahkan vanillin sebanyak 0,5 mL dan 1 mL asam sulfat pekat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), lalu diinkubasi selama 10 menit pada suhu ruang.

- Absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 490 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

### 3.6.1.3 Kandungan Alkaloid

- Dibuat larutan induk dengan konsentrasi 1000 ppm dari 25 mg kafein yang dilarutkan dalam asam asetat glasial dan aquades hingga volume 25 mL.
- Larutan diencerkan ke dalam konsentrasi 20, 30, 40, 50, 60 ppm.
- Masing-masing larutan ditambahkan 3 tetes reagen Dragendorff, didiamkan selama 10 menit.
- Absorbansi diukur pada panjang gelombang 510 nm dengan spektrofotometer UV-Vis.

### 3.6.2 Tabel Penelitian

Data yang dihasilkan pada penelitian ini akan disajikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Rendemen Flavonoid pada Tanaman Kumis Kucing

No	Perlakuan Variasi Daya Paparan GM	Perlakuan Variasi Waktu Paparan GM	Kadar Flavonoid(%)			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit					
2		5 Menit					
3		10 Menit					
4	300 Watt	0 Menit					
5		5 Menit					
6		10 Menit					
7	450 Watt	0 Menit					
8		5 Menit					
9		10 Menit					
10	600 Watt	0 Menit					
11		5 Menit					
12		10 Menit					

Tabel 3. 2 Rendemen Saponin pada Tanaman Kumis Kucing

No	Perlakuan Variasi Daya Paparan GM	Perlakuan Variasi Waktu Paparan GM	Kadar Saponin(%)			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit					
2		5 Menit					
3		10 Menit					
4	300 Watt	0 Menit					
5		5 Menit					
6		10 Menit					
7	450 Watt	0 Menit					
8		5 Menit					
9		10 Menit					
10	600 Watt	0 Menit					
11		5 Menit					
12		10 Menit					

Tabel 3. 3 Rendemen Alkaloid pada Tanaman Kumis Kucing

No	Perlakuan Variasi Daya Paparan GM	Perlakuan Variasi Waktu Paparan GM	Kadar Alkaloid(%)			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit					
2		5 Menit					
3		10 Menit					
4	300 Watt	0 Menit					
5		5 Menit					
6		10 Menit					
7	450 Watt	0 Menit					
8		5 Menit					
9		10 Menit					
10	600 Watt	0 Menit					
11		5 Menit					
12		10 Menit					



Tabel 3. 4 Kadar Flavonoid pada tanaman Kumis Kucing

No	Perlakuan Variasi Daya Paparan GM	Perlakuan Variasi Waktu Paparan GM	Rendemen Flavonoid(mg/g)			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit					
2		5 Menit					
3		10 Menit					
4	300 Watt	0 Menit					
5		5 Menit					
6		10 Menit					
7	450 Watt	0 Menit					
8		5 Menit					
9		10 Menit					
10	600 Watt	0 Menit					
11		5 Menit					
12		10 Menit					

Tabel 3. 5 Kadar Saponin pada tanaman Kumis Kucing

No	Perlakuan Variasi Daya Paparan GM	Perlakuan Variasi Waktu Paparan GM	Rendemen Saponin(mg/g)			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit					
2		5 Menit					
3		10 Menit					
4	300 Watt	0 Menit					
5		5 Menit					
6		10 Menit					
7	450 Watt	0 Menit					
8		5 Menit					
9		10 Menit					
10	600 Watt	0 Menit					
11		5 Menit					
12		10 Menit					

Tabel 3. 6 Kadar Alkaloid pada tanaman Kumis Kucing

No	Perlakuan Variasi Daya Paparan GM	Perlakuan Variasi Waktu Paparan GM	Rendemen Alkaloid(mg/g)			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit					
2		5 Menit					
3		10 Menit					
4	300 Watt	0 Menit					
5		5 Menit					
6		10 Menit					
7	450 Watt	0 Menit					
8		5 Menit					
9		10 Menit					
10	600 Watt	0 Menit					
11		5 Menit					
12		10 Menit					

### 3.7 Analisis Data

Data hasil pengukuran kandungan senyawa bioaktif dianalisis untuk melihat pengaruh gelombang mikro dengan menggunakan analisis varian (ANOVA). Jika hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh gelombang mikro, maka dilanjutkan dengan uji DMRT untuk mengetahui perlakuan yang optimal.

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN**

#### **4.1 Data Hasil Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan efisiensi Ekstraksi Berbantuan Gelombang Mikro (MAE) pada daun Kumis Kucing (*Orthosiphon stamineus*) dengan membandingkan kandungan senyawa bioaktif (Flavonoid, Saponin, dan Alkaloid) sebagai respon terhadap variasi Daya dan Waktu paparan. Penelitian dimulai dengan preparasi sampel (pengeringan dan penghalusan) dan ekstraksi menggunakan 1 gram simplisia dalam 10 mL etanol (rasio 1:10). Proses MAE dilakukan secara faktorial dengan variasi Daya GM (100 W, 300 W, 450 W, 600 W) dan Waktu (0, 5, 10 menit), masing-masing dengan tiga kali pengulangan. Hasil ekstrak kental yang diperoleh kemudian diukur rendemen dan dianalisis kadar senyawa bioaktif menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Kadar senyawa ditentukan berdasarkan kurva standar yang relevan (Kuersetin, Asam Tanat, Kafein) melalui persamaan regresi, dengan memperhatikan Faktor Pengenceran (FP) yang disesuaikan agar absorbansi berada dalam rentang linier. Data kadar total yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan Analisis Varian Dua Arah (Two-Way ANOVA) untuk menguji pengaruh signifikan Daya dan Waktu, diikuti dengan Uji Lanjut Duncan (DMRT) untuk menentukan perlakuan optimal.

##### **4.1.1 Pengaruh Gelombang Mikro Terhadap Kandungan Flavonoid Pada tanaman Kumis Kucing**

Paparan gelombang mikro diketahui dapat memengaruhi kandungan flavonoid baik dari segi jumlah maupun stabilitasnya. Daya dan lama waktu paparan menjadi dua parameter penting yang menentukan efektivitas ekstraksi.

Peningkatan daya dapat meningkatkan suhu dan tekanan dalam pelarut, sehingga mempercepat difusi senyawa aktif. Namun, paparan yang terlalu tinggi atau terlalu lama juga berpotensi menyebabkan degradasi struktur senyawa flavonoid akibat panas berlebih (Proestos, 2007). Dengan demikian, perlu dilakukan optimasi kondisi ekstraksi untuk memperoleh hasil yang maksimal tanpa merusak kandungan senyawa tersebut.

Untuk menentukan kadar flavonoid hasil ekstraksi, terlebih dahulu dilakukan penentuan kurva standar menggunakan larutan kuersetin sebagai senyawa pembanding. Nilai absorbansi dari hasil ekstraksi kemudian dikonversi ke konsentrasi berdasarkan persamaan regresi linier kurva standar tersebut, sehingga diperoleh kadar flavonoid total pada masing-masing variasi daya dan waktu ekstraksi

#### **4.2.1.1 Penentuan Nilai Kurva Standar Pada Senyawa Flavonoid**

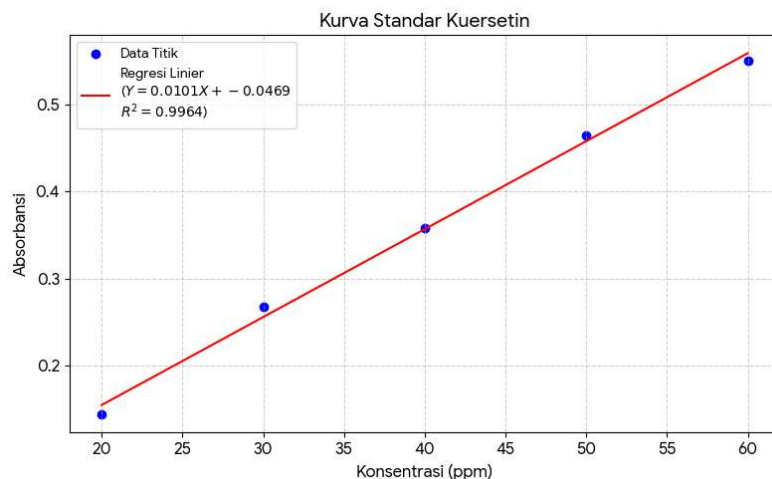
Penentuan nilai kurva standar pada ekstrak daun *Orthosiphon stamineus* (kumis kucing) dilakukan berdasarkan hubungan antara nilai absorbansi dengan konsentrasi larutan standar. Pengukuran dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 410nm, penentuan nilai kurva standar dilakukan untuk memperoleh hubungan antara nilai absorbansi dengan konsentrasi larutan standar kuersetin sebagai senyawa pembanding flavonoid. Larutan standar kuersetin dibuat dengan pelarut etanol pada berbagai konsentrasi, yaitu 20, 30, 40, 50, dan 60 ppm. Masing-masing larutan standar diukur nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 410 nm, yang sebelumnya telah ditentukan sebagai panjang gelombang serapan maksimum kuersetin.

Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali replikasi untuk setiap konsentrasi, dan hasil rata-rata tiap perlakuan ditampilkan pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Nilai Kurva Standar kuersetin

Konsentrasi larutan kuersetin (ppm)	Absorbansi			
	1	2	3	rata rata
20	0.169	0.144	0.172	0.161
30	0.264	0.251	0.284	0.2675
40	0.335	0.366	0.351	0.350
50	0.423	0.47	0.458	0.450
60	0.507	0.523	0.578	0.536

Pada Tabel 4.1 disajikan data hubungan antara konsentrasi larutan kuersetin (ppm) dengan nilai absorbansinya. Data diperoleh dari tiga kali pengulangan pengukuran pada masing-masing konsentrasi, kemudian dihitung nilai rata-ratanya. Nilai absorbansi yang dihasilkan berkisar antara 0,161 hingga 0,536 dengan rentang konsentrasi 20 hingga 60 ppm. Setiap nilai rata-rata absorbansi selanjutnya digunakan untuk menyusun kurva standar flavonoid, dengan sumbu X menunjukkan konsentrasi larutan kuersetin (ppm) dan sumbu Y menunjukkan nilai absorbansi.



Gambar 4. 1 Hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi pada kurva standar kuersetin

Hubungan linier antara konsentrasi dan absorbansi kemudian diplot dalam bentuk kurva standar kuersetin, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.1. Hasil analisis regresi linier dari hubungan tersebut menghasilkan persamaan 4.1:

$$Y = 0.0101X - 0.0469 \quad (4.1)$$

Dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) mendekati 1, yang menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi dan absorbansi sangat baik serta linear. Persamaan ini kemudian digunakan untuk mengonversi nilai absorbansi sampel hasil ekstraksi menjadi konsentrasi flavonoid (mg/L) menggunakan rumus:

$$X = \frac{Y + 0.0469}{0.0101} \quad (4.2)$$

Nilai X yang diperoleh kemudian disubstitusi pada persamaan 4.3 untuk mendapatkan nilai berupa mg/g.

$$\text{Total Senyawa Flavonoid} \left( \frac{\text{mg}}{\text{g}} \right) = \frac{X \times V \times f}{W} \quad (4.3)$$

Hasil nilai tersebut menunjukkan kandungan total flavonoid dalam ekstrak daun kumis kucing yang telah dinormalisasi terhadap massa sampel awal, sehingga diperoleh hasil dalam satuan mg senyawa per gram simplisia kering. Perhitungan ini penting dilakukan untuk memastikan bahwa nilai kadar tidak hanya bergantung pada volume ekstrak. Dengan demikian, data yang diperoleh dapat dibandingkan antar perlakuan daya dan waktu paparan microwave secara lebih objektif.

#### **4.2.1.2 Penetapan Kadar Flavonoid Total Pada Tanaman Kumis Kucing**

Berdasarkan hasil ekstraksi flavonoid yang dilakukan pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis, diperoleh konsentrasi flavonoid pada setiap variasi daya dan durasi. Data konsentrasi dihitung dengan persamaan regresi dari kurva standar flavonoid. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi flavonoid cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya daya dan durasi pemanasan, hingga mencapai kondisi optimum. Namun, pada daya dan durasi yang terlalu tinggi, terjadi penurunan kadar flavonoid akibat degradasi senyawa. Fenomena ini terjadi dikarenakan paparan gelombang mikro berlebih dapat merusak struktur flavonoid.

Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis, diperoleh kadar flavonoid total pada daun kumis kucing (*Orthosiphon stamineus*) yang diekstraksi dengan metode Microwave Assisted Extraction (MAE) menggunakan variasi daya (100, 300, 450, dan 600 watt) serta waktu ekstraksi (0, 5, dan 10 menit). Nilai kadar flavonoid (mg/g) dan rendemen (%) hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 4.2 dan tabel 4.3.

Tabel 4. 2 Total Rendemen Flavonoid (%)

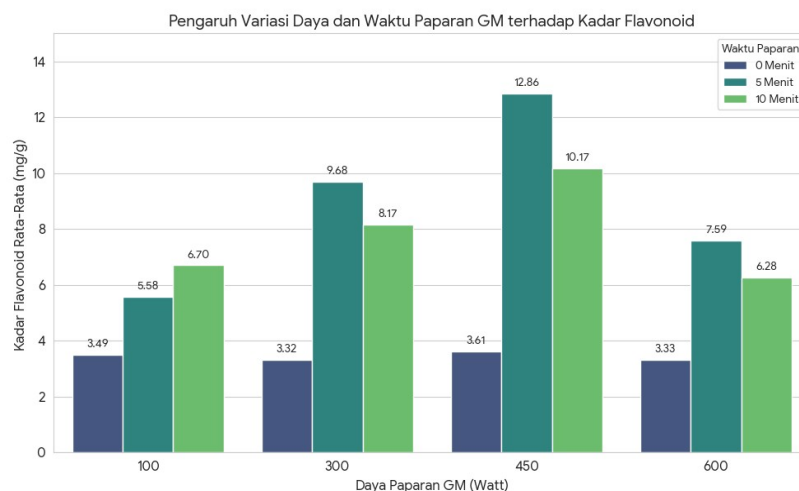
No	Perlakuan Variasi Daya Paparan GM	Perlakuan Variasi Waktu Paparan GM	Rendemen Flavonoid(%)			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit	4.93%	4.42%	4.82%	4.723	0.26
2		5 Menit	10.844%	11.02%	10.91%	10.98	0.18
3		10 Menit	12.022%	12.41%	12.28%	12.255	0.22
4	300 Watt	0 Menit	5.033%	4.62%	5.1%	4.917	0.25
5		5 Menit	12.821%	13.2%	13.10%	13.04	0.19
6		10 Menit	14.233%	14.43%	14.3%	14.31	0.10
7	450 Watt	0 Menit	6.255%	6.5%	6.49%	6.41	0.13
8		5 Menit	15.51%	15.5%	15.2%	15.403	0.17
9		10 Menit	14.21%	13.53%	13.89%	13.876	0.34
10	600 Watt	0 Menit	5.12%	5.21%	5.542%	5.29	0.22
11		5 Menit	13.5%	13.92%	13.7%	13.7	0.21
12		10 Menit	12.45%	13.22%	12.16%	12.61	0.54

Tabel 4. 3 Kadar total senyawa Flavonoid(mg/g)

No	Perlakuan Variasi Daya Paparan GM	Perlakuan Variasi Waktu Paparan GM	Kadar Flavonoid(mg/g)			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit	3.583	4.019	2.87	3.491	0.58
2		5 Menit	6.425	5.326	4.979	5.577	0.755
3		10 Menit	7.009	6.385	6.702	6.699	0.312
4	300 Watt	0 Menit	2.751	3.098	4.102	3.317	0.703
5		5 Menit	9.692	10.212	9.137	9.68	0.538
6		10 Menit	8.933	7.688	7.879	8.167	0.671
7	450 Watt	0 Menit	4,203	3.62	3.015	3.613	0.594
8		5 Menit	13,822	12.825	11.924	12.857	0.949
9		10 Menit	10.081	9.893	10.533	10.169	0.329
10	600 Watt	0 Menit	3.921	3.312	2.744	3.326	0.589
11		5 Menit	6.877	8.349	7.548	7.591	0.737
12		10 Menit	5.827	6.624	6.382	6.278	0.409



Pada Tabel 4.2 dan tabel 4.3 disajikan data rendemen flavonoid (%) dan kadar total senyawa flavonoid (mg/g) hasil ekstraksi daun kumis kucing dengan variasi daya dan waktu paparan gelombang mikro. Nilai kadar flavonoid menunjukkan adanya perbedaan pada setiap kombinasi perlakuan. Pada perlakuan dengan daya 100 W, kadar flavonoid berkisar antara 3,49–6,70 mg/g, sedangkan pada daya 300 W berkisar antara 3,32–9,68 mg/g. Pada daya 450 W, kadar flavonoid berada pada rentang 3,61–12,86 mg/g, dan pada daya 600 W berkisar antara 3,33–7,59 mg/g. Nilai rendemen flavonoid menunjukkan pola yang sejalan dengan kadar total flavonoid. Pada daya 100 W, rendemen berkisar antara 4,42–12,41%, sedangkan pada daya 300 W berada pada kisaran 4,62–14,43%. Pada daya 450 W, nilai rendemen berkisar antara 6,255–15,51%, dan pada daya 600 W antara 5,12–13,92%.



Gambar 4. 2 Grafik Hubungan antara Kadar Total Flavonoid dengan Variasi Daya dan Waktu

Berdasarkan Gambar 4.2, kadar flavonoid total pada daun *Orthosiphon stamineus* meningkat seiring bertambahnya daya dan durasi paparan gelombang mikro hingga mencapai titik optimum. Pada perlakuan 100 W, kadar flavonoid

meningkat dari 3.49 mg/g (0 menit) menjadi 5.58 mg/g (5 menit), lalu 6.70 mg/g (10 menit). Kenaikan ini menunjukkan bahwa energi gelombang mikro berperan dalam mempercepat pelepasan senyawa aktif melalui pemanasan internal yang merusak dinding sel dan memperbesar difusi pelarut. Tetapi, pada daya tinggi (600 W), kadar flavonoid menurun menjadi 6.28 mg/g (10 menit) setelah sebelumnya mencapai 7.59 mg/g (5 menit). Penurunan ini disebabkan oleh degradasi termal akibat suhu tinggi yang dapat memecah cincin aromatik atau gugus hidroksil flavonoid

Berdasarkan data hasil penelitian, kombinasi daya 450 W selama 5 menit terbukti paling efisien, karena mampu memberikan energi cukup untuk memecah dinding sel tanpa menyebabkan degradasi termal. Ekstraksi berbantu gelombang mikro pada kondisi sedang mampu meningkatkan kadar flavonoid hingga 3–4 kali lipat dibanding metode maserasi biasa. Peningkatan kadar flavonoid yang terlihat hingga menit ke-5 menunjukkan bahwa proses Microwave Assisted Extraction (MAE) mampu mempercepat pelepasan senyawa aktif melalui pemanasan cepat dan efek tekanan internal pada dinding sel tanaman (Dewi dkk, 2018). Namun, pada durasi lebih lama, kadar flavonoid mulai menurun, akibat degradasi termal yang terjadi karena paparan panas berlebih, sehingga sebagian senyawa flavonoid teroksidasi atau terurai.

Tabel 4. 4 Analisis ANOVA 2 way

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable:					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1904.285 <sup>a</sup>	6	317.381	178.633	0.000
DURASI	202.497	2	101.248	56.986	0.000
DAYA	71.067	3	23.689	13.333	0.000
Error	53.302	30	1.777		
Total	1957.586	36			

Berdasarkan analisis statistik ANOVA dua arah, diperoleh bahwa faktor daya, waktu, serta interaksinya memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar flavonoid ( $p < 0,05$ ). Nilai F untuk daya sebesar 56,986 dengan factor mean square 101,248, untuk waktu sebesar 13,333 dengan factor mean square 23,689. Hasil ini menunjukkan bahwa baik peningkatan daya maupun durasi pemanasan secara bersama-sama berkontribusi nyata terhadap efisiensi ekstraksi flavonoid. Berdasarkan data hasil analisis ANOVA 2 arah, dengan data hasil pengaruh paparan radiasi gelombang mikro memiliki implikasi yang signifikan terhadap kadar flavonoid, sehingga analisis dapat dilanjutkan pada analisis Duncan multiple range test.

Tabel 4. 5 Analisis Duncan Multiple Range Test terhadap Variasi Daya

DAYA		
Level DAYA	Rata-Rata Kadar(mg/g)	notasi DMRT( $\alpha=0.05$ )
100	5.256	a
600	5.731	a
300	7.055	ab
450	8.879	b

Tabel 4. 6 Analisis Duncan Multiple Range Test terhadap Variasi Waktu

Waktu		
Level Durasi	Rata-Rata Kadar(mg/g)	notasi DMRT( $\alpha=0.05$ )
0	3.437	a
10	7.828	b
5	8.926	b

Hasil uji lanjut DMRT ( $\alpha = 0.05$ ) memperkuat hasil penelitian, dengan perlakuan daya tertinggi yang menghasilkan kadar optimal adalah 450 W dengan nilai 8.879 mg/g, berbeda nyata dengan daya 600 W dengan nilai 5,731 mg/g dan 100 W yakni 5.256 mg/g. Sedangkan pada faktor waktu, perlakuan 5 menit menghasilkan kadar tertinggi 8,926 mg/g, dan disuse perlakuan 10 menit dengan nilai 7,828 mg/g dan 0 menit 3.437 mg/g. Nilai ini sejalan dengan hasil penelitian Dewi dkk (2018), yang melaporkan peningkatan efisiensi ekstraksi flavonoid hingga kisaran 2,6 kali lipat menggunakan MAE dibanding control tanpa pemanasan disertai stabilitas termal yang terjaga.

#### **4.1.2 Pengaruh Gelombang Mikro Terhadap Kandungan Saponin pada tanaman kumis kucing**

Kandungan saponin pada *Orthosiphon stamineus* dapat dipengaruhi oleh perlakuan termal selama proses ekstraksi, sehingga metode Microwave Assisted Extraction (MAE) digunakan pada penelitian ini untuk memaksimalkan pelepasan saponin dari jaringan tanaman melalui pemanasan volumetrik yang cepat dan merata. Proses ini memungkinkan molekul air di dalam sel berosilasi di bawah medan gelombang mikro, menghasilkan tekanan internal tinggi yang menyebabkan dinding sel pecah dan senyawa aktif terlarut ke dalam pelarut etanol.

Namun, saponin tergolong senyawa termolabil, sehingga paparan gelombang mikro berlebihan dapat mengakibatkan hidrolisis ikatan glikosida dan

penurunan kadar. Oleh karena itu, diperlukan penentuan kondisi optimum untuk menghasilkan kadar saponin tertinggi tanpa merusak struktur molekulnya.

#### 4.2.2.1 Penentuan Nilai Kurva Standar Pada Senyawa Saponin

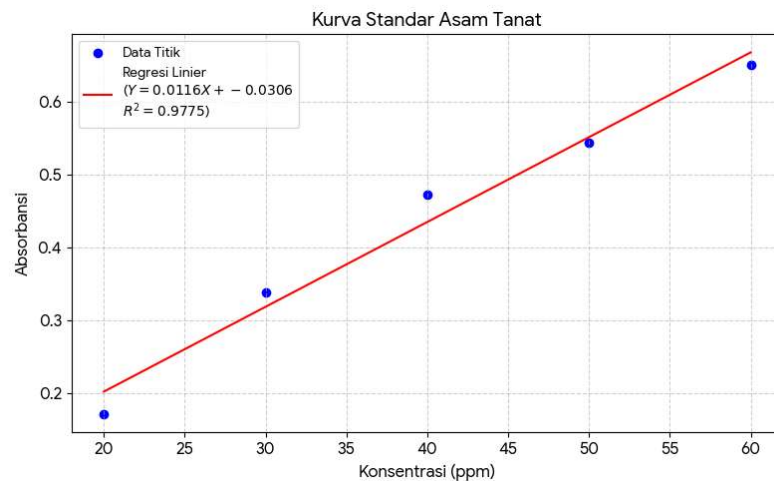
Penentuan nilai kurva standar untuk senyawa saponin dilakukan menggunakan asam tanat sebagai senyawa pembanding. Pembuatan kurva ini bertujuan untuk memperoleh hubungan linier antara konsentrasi larutan standar (ppm) dengan nilai absorbansi hasil pembacaan pada spektrofotometer UV-Vis. Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 490 nm, yang merupakan panjang gelombang maksimum serapan untuk kompleks warna hasil reaksi antara saponin dan reagen Asam tanat. Larutan standar Asam Tanat dibuat dengan pelarut etanol pada berbagai konsentrasi, yaitu 20, 30, 40, 50, dan 60 ppm. Masing-masing larutan standar diukur nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 490 nm, yang sebelumnya telah ditentukan sebagai panjang gelombang serapan maksimum asam tanat.

Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali replikasi untuk setiap konsentrasi, dan hasil rata-rata tiap perlakuan ditampilkan pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Nilai Kurva Standar Asam Tanat

Konsentrasi larutan Asam Tanat(ppm)	Absorbansi			
	1	2	3	rata-rata
20	0,172	0.159	0.183	0.171
30	0.332	0.327	0.356	0.33833
40	0.477	0.448	0.492	0.47233
50	0.518	0.563	0.549	0.54333
60	0.643	0.638	0.671	0.65067

Larutan standar asam tanat dibuat dalam beberapa variasi konsentrasi, yaitu 20, 30, 40, 50, dan 60 ppm. Masing-masing larutan diukur sebanyak tiga kali replikasi, lalu diambil nilai rata-ratanya untuk memperoleh hasil yang lebih akurat. Data hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai absorbansi meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi, yang menandakan hubungan positif dan linier antara keduanya sesuai dengan Hukum Lambert–Beer, di mana absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi zat terlarut. Hubungan linier antara konsentrasi dan absorbansi kemudian diplot dalam bentuk kurva standar asam tanat, sebagaimana ditunjukkan pada grafik berikut.



Gambar 4. 3 Hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi pada kurva standar Asam Tanat

Berdasarkan hasil analisis regresi linier, diperoleh persamaan kurva standar sebagai berikut:

$$Y = 0.0116X - 0.0306 \quad (4.3)$$

dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) mendekati 1, yang menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi dan absorbansi sangat baik serta linier. Persamaan ini selanjutnya digunakan untuk mengonversi nilai absorbansi sampel hasil ekstraksi menjadi kadar saponin (mg/L) melalui rumus berikut:

$$X = \frac{Y + 0.0306}{0.0116} \quad (4.4)$$

Nilai X yang diperoleh kemudian disubstitusi pada persamaan 4.5 untuk mendapatkan nilai kadar total senyawa berupa mg/g.

$$Total\ Senyawa\ Saponin\ \left(\frac{mg}{g}\right) = \frac{X \times V \times f}{W} \quad (4.5)$$

Hasil nilai tersebut menunjukkan kandungan total saponin dalam ekstrak daun kumis kucing yang telah dinormalisasi terhadap massa sampel awal, sehingga diperoleh hasil dalam satuan mg senyawa per gram simplisia kering. Perhitungan ini penting dilakukan untuk memastikan bahwa nilai kadar tidak hanya bergantung pada volume ekstrak, tetapi benar-benar merepresentasikan efisiensi ekstraksi terhadap massa bahan. Dengan demikian, data yang diperoleh dapat dibandingkan antar perlakuan daya dan waktu paparan microwave secara lebih objektif.

#### 4.2.2.2 Penetapan Kadar Saponin Total Pada Tanaman Kumis Kucing

Pada hasil ekstraksi saponin menunjukkan pola yang serupa, yakni meningkat pada durasi dan daya tertentu, kemudian menurun ketika energi terlalu besar. Hal ini dapat dijelaskan karena saponin memiliki sifat termolabil, energi panas berlebih dapat mengakibatkan kerusakan struktur glikosidanya. Meskipun nilai konsentrasi yang diperoleh valid, grafik hubungan daya-durasi dengan konsentrasi saponin tidak sejelas flavonoid. Hal ini disebabkan karena reaksi

kompleksasi saponin dengan reagen asam tanat memiliki sensitivitas yang lebih rendah dibandingkan senyawa lain.

Tabel 4. 8 Total Rendemen Saponin(%)

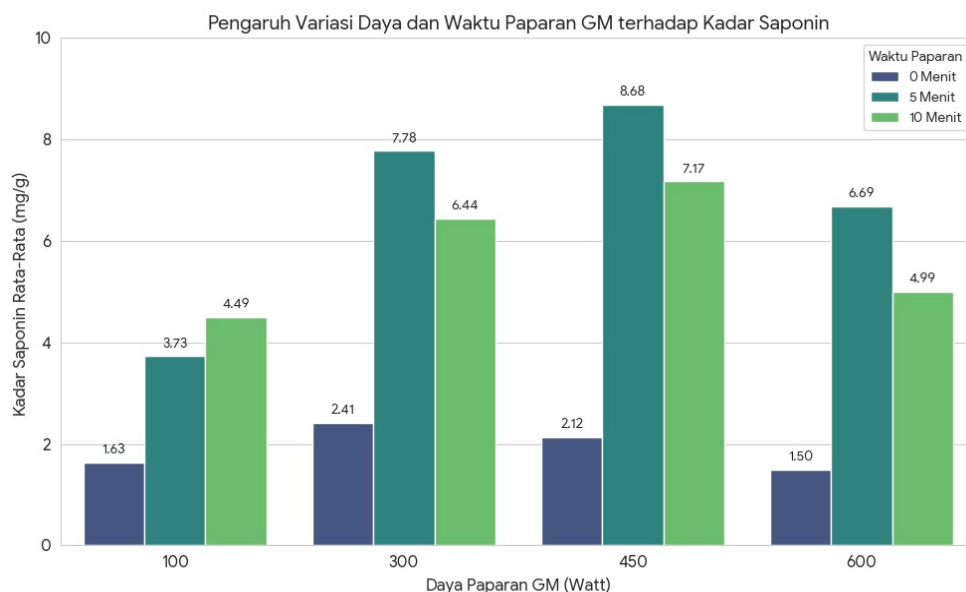
No	Perlakuan Variasi Daya Paparan GM	Perlakuan Variasi Waktu Paparan GM	Rendemen Saponin (%)			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit	3.631%	4.51%	4.63%	4.257	0.545
2		5 Menit	10.6%	11.15%	10.73%	10.82	0.287
3		10 Menit	11.891%	12.1%	12.41%	12.13	0.261
4	300 Watt	0 Menit	4.951%	5.15%	4.21%	4.77	0.495
5		5 Menit	12.57%	12.912%	12.76%	12.74	0.171
6		10 Menit	12.01%	11.87%	11.72%	11.86	0.145
7	450 Watt	0 Menit	4.74%	4.92%	4.68%	4.78	0.124
8		5 Menit	15.9%	16.33%	15.31%	15.846	0.512
9		10 Menit	15.06%	14.63%	14.874%	14.85	0.215
10	600 Watt	0 Menit	5.97%	6.2%	6.52%	6.23	0.276
11		5 Menit	12.41%	12.83%	13.22%	12.82	0.405
12		10 Menit	11.38%	11.912%	11.42%	11.57	0.296

Tabel 4. 9 Total Kadar Saponin(mg/g)

No	Perlakuan Variasi Daya Paparan GM	Perlakuan Variasi Waktu Paparan GM	Kadar Saponin(mg/g)			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit	1.298	1.6	1.988	1.628	0.346
2		5 Menit	2.203	3.797	5.192	3.730	1.496
3		10 Menit	2.996	4.493	5.993	4.494	1.498
4	300 Watt	0 Menit	1.814	2.402	3.023	2.413	0.604
5		5 Menit	7.257	8.218	7.859	7.778	0.485
6		10 Menit	6.381	6.762	6.191	6.4	0.291
7	450 Watt	0 Menit	1.642	2.203	2.522	2.122	0.445
8		5 Menit	8.722	8.922	8.409	8.68	0.258
9		10 Menit	7.174	6.881	7.463	7.17	0.291
10	600 Watt	0 Menit	1.298	1.403	1.798	1.49	0.263
11		5 Menit	6.688	7.184	6.191	6.687	0.496
12		10 Menit	3.994	4.995	5.993	4.994	0.999



Nilai rendemen saponin hasil ekstraksi daun *Orthosiphon stamineus* disajikan pada Tabel 4.8, sedangkan kadar total hasil ekstraksi ditampilkan pada Tabel 4.9. Berdasarkan hasil tersebut, terlihat bahwa kadar saponin meningkat seiring dengan bertambahnya daya dan waktu paparan gelombang mikro, hingga mencapai nilai maksimum pada daya 450 W dan durasi 5 menit dengan kadar sebesar 8,684 mg/g dan rendemen 15,846%. Sementara itu, pada daya rendah (100 W) dan durasi 0 menit, kadar yang dihasilkan paling kecil yaitu 1,68 mg/g dengan rendemen 4,257%. Setelah melewati kondisi optimum, kadar saponin kembali menurun pada daya 600 W dan durasi 10 menit, yang menunjukkan bahwa peningkatan energi tidak selalu berbanding lurus dengan hasil ekstraksi.



Gambar 4. 4 Grafik Hubungan antara Kadar Saponin dengan Variasi Daya dan Durasi

Nilai kadar saponin total menunjukkan adanya pengaruh nyata dari variasi daya dan durasi paparan gelombang mikro terhadap hasil ekstraksi. Secara umum,

kadar saponin cenderung meningkat seiring bertambahnya daya dan waktu paparan hingga mencapai titik optimum, sebelum kemudian menurun pada kondisi ekstraksi ekstrem. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan energi gelombang mikro dapat mempercepat proses pemanasan pelarut dan memperluas penetrasi energi ke dalam jaringan sel tanaman, sehingga mempercepat difusi senyawa saponin ke dalam pelarut.

Namun, pada daya tinggi dan waktu paparan lama, sebagian saponin mengalami degradasi termal akibat panas berlebih yang menyebabkan kerusakan struktur glikosidanya. Fenomena ini sesuai dengan penelitian (Okolie, 2019) yang melaporkan bahwa saponin memiliki stabilitas termal yang terbatas, di mana pemanasan berlebihan dapat memecah ikatan antara aglikon dan gugus gula.

Pada penelitian ini, kadar saponin tertinggi diperoleh pada daya 450 watt dengan waktu ekstraksi 5 menit, menunjukkan bahwa kondisi tersebut merupakan titik optimum antara efisiensi ekstraksi dan kestabilan senyawa. Sementara pada daya 600 watt dan waktu yang sama, kadar saponin mengalami penurunan, mengindikasikan terjadinya penurunan stabilitas senyawa akibat paparan suhu tinggi yang berkepanjangan.

Grafik hubungan antara variasi daya dan durasi terhadap kadar saponin total (Gambar 4.4) menunjukkan tren peningkatan yang jelas hingga mencapai puncak pada kondisi optimum tersebut, sebelum kembali menurun pada daya maksimum.

Tabel 4. 10 Analisis ANOVA 2 Arah

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable:					
Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1039.855 <sup>a</sup>	6	173.309	145.477	0.000
DURASI	154.930	2	77.465	65.025	0.000
DAYA	34.027	3	11.342	9.521	0.000
Error	35.740	30	1.191		
Total	1075.595	36			

Hasil analisis statistik ANOVA dua arah memperkuat data pada penelitian ini, variable yang mempengaruhi baik faktor daya maupun waktu ekstraksi berpengaruh signifikan ( $p < 0.05$ ) terhadap kadar saponin total. Selain itu, terdapat interaksi signifikan antara kedua faktor tersebut dengan durasi memiliki nilai F 65,025 dan factor mean square 77,465, sedangkan pada variasi daya nilai F sebesar 9,521 dan factor mean square 11,342, yang berarti efek peningkatan daya tidak selalu sama pada setiap lama waktu ekstraksi. Hasil ini menunjukkan bahwa baik peningkatan daya maupun durasi pemanasan secara bersama-sama berkontribusi nyata terhadap efisiensi ekstraksi Saponin. Berdasarkan data hasil analisis ANOVA 2 arah, dengan data hasil pengaruh paparan radiasi gelombang mikro memiliki implikasi yang cukup signifikan terhadap kadar saponin, sehingga analisis dapat dilanjutkan pada analisis Duncan multiple range test.

Tabel 4. 11 Analisis Duncan Multiple Range Test terhadap Variasi Daya

daya		
Level DAYA	Rata-Rata Kadar(mg/g)	notasi DMRT( $\alpha=0.05$ )
100	3.514	a
600	4.393	a
300	5.545	a
450	5.993	a

Tabel 4. 12 Analisis Duncan Multiple Range Test terhadap Variasi Durasi

Waktu		
Level Durasi	Rata-Rata Kadar(mg/g)	notasi DMRT( $\alpha=0.05$ )
0	1.990	a
10	5.776	b
5	6.818	b

Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT terhadap kadar total saponin daun kumis kucing pada berbagai variasi daya dan durasi paparan gelombang mikro, diperoleh hasil yang berbeda antarperlakuan. Pada perlakuan variasi daya gelombang mikro, nilai rata-rata kadar saponin berkisar antara 3,514–5,993 mg/g. Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa seluruh perlakuan daya memiliki notasi huruf yang sama (a), yang menandakan tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan daya terhadap kadar total flavonoid. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan daya gelombang mikro dari 100 W hingga 600 W belum memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah senyawa saponin yang terekstraksi.

Sedangkan, pada perlakuan variasi durasi paparan gelombang mikro, diperoleh nilai rata-rata kadar saponin sebesar 1,990 mg/g pada durasi 0 menit, 6,818 mg/g pada durasi 5 menit, dan 5,77 mg/g pada durasi 10 menit. Hasil uji DMRT menunjukkan adanya perbedaan nyata antarperlakuan, yang ditunjukkan oleh perbedaan notasi huruf (a dan b). Perlakuan 0 menit memiliki notasi a,

sedangkan perlakuan 5 dan 10 menit memiliki notasi b, yang berarti kedua durasi tersebut berbeda nyata dibandingkan dengan durasi tanpa paparan.

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa durasi paparan gelombang mikro memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar total flavonoid yang dihasilkan, sedangkan peningkatan daya tidak menunjukkan perbedaan yang berarti. Hal ini mengindikasikan bahwa waktu paparan berperan lebih dominan dalam memengaruhi efektivitas proses ekstraksi senyawa flavonoid pada daun kumis kucing dibandingkan daya gelombang mikro yang digunakan.

#### **4.1.3 Pengaruh Gelombang Mikro Terhadap Kandungan Alkaloid Pada tanaman Kumis Kucing**

Metode Microwave Assisted Extraction (MAE) memungkinkan pelarut etanol menyerap energi secara cepat sehingga meningkatkan perpindahan massa dan mempercepat proses difusi senyawa alkaloid keluar dari matriks tanaman (Proestos, 2007). Penelitian ini memvariasikan daya gelombang mikro (100–600 W) dan waktu ekstraksi (0–10 menit) untuk menentukan kondisi optimum ekstraksi senyawa alkaloid total pada daun kumis kucing.

##### **4.2.3.1 Penentuan Nilai Kurva Standar Pada Senyawa Alkaloid**

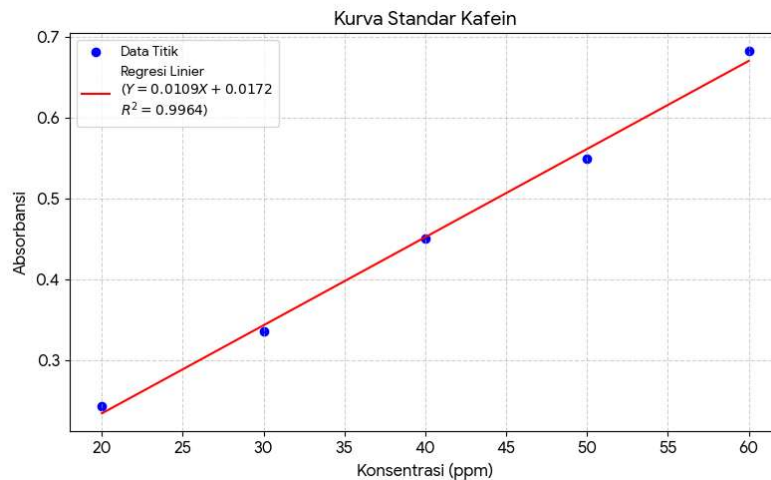
Penentuan nilai kurva standar untuk senyawa Alkaloid dilakukan menggunakan reagen dragendorff sebagai senyawa pembanding. Pembuatan kurva ini bertujuan untuk memperoleh hubungan linier antara konsentrasi larutan standar (ppm) dengan nilai absorbansi hasil pembacaan pada spektrofotometer UV-Vis. Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 510 nm, yang merupakan panjang gelombang maksimum serapan untuk kompleks warna hasil

reaksi antara alkaloid dan reagen dragendorf. Larutan standar dragendorf dibuat dengan pelarut etanol pada berbagai konsentrasi, yaitu 20, 30, 40, 50, dan 60 ppm. Masing-masing larutan standar diukur nilai absorbansinya menggunakan Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali replikasi untuk setiap konsentrasi, dan hasil rata-rata tiap perlakuan ditampilkan pada tabel 4.13

Tabel 4. 13 Nilai Kurva Standar Alkaloid

Konsentrasi larutan kafein (ppm)	Absorbansi			
	1	2	3	rata-rata
20	0.229	0.249	0.255	0.244
30	0.332	0.352	0.325	0.336
40	0.448	0.437	0.467	0.451
50	0.537	0.551	0.56	0.549
60	0.668	0.686	0.692	0.682

Berdasarkan hasil dari tabel diatas, menunjukkan bahwa absorbansi meningkat seiring bertambahnya konsentrasi larutan dragendorf, yang menandakan hubungan linier positif antara konsentrasi dan serapan cahaya, sesuai dengan Hukum Lambert-Beer. Setiap titik data hasil rata-rata kemudian digunakan untuk membuat kurva standar alkalood, dengan sumbu X menunjukkan konsentrasi (ppm) dan sumbu Y menunjukkan nilai absorbansi, dengan grafik kurva standar ditampilkan pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi pada kurva standar Dragendorf

Hasil kurva standar menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat kuat dan linier antara konsentrasi larutan standar dengan nilai absorbansi yang dihasilkan, sehingga kurva ini dapat digunakan sebagai dasar perhitungan kadar alkaloid pada sampel ekstrak. Berdasarkan persamaan regresi linear yang diperoleh, adalah sebagai berikut:

$$Y = 0.0109X - 0.0172 \quad (4.5)$$

dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) mendekati 1, yang menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi dan absorbansi sangat baik serta linear. Persamaan ini kemudian digunakan untuk mengonversi nilai absorbansi sampel hasil ekstraksi menjadi konsentrasi Alkaloid (mg/L) menggunakan rumus:

$$X = \frac{Y + 0.0469}{0.0101} \quad (4.6)$$

Nilai X kemudian disubstitusikan pada rumus 4.7, untuk mendapatkan nilai kadar total dengan satuan (mg/g)

$$Total\ Senyawa\ Alkaloid\left(\frac{mg}{g}\right)=\frac{X\times V\times f}{W}\quad (4.7)$$

Nilai linearitas yang tinggi pada kurva standar memperkuat validitas metode spektrofotometri dalam penentuan nilai kadar alkaloid total, nilai dan linearitas yang tinggi pada kurva standar menunjukkan bahwa metode spektrofotometri yang digunakan memiliki tingkat akurasi dan presisi yang baik, sehingga dianggap memenuhi kriteria linearitas dalam validasi analisis kuantitatif.

#### 4.2.3.2 Penetapan Kadar Alkaloid Total Pada Tanaman Kumis Kucing

Berdasarkan hasil ekstraksi flavonoid yang dilakukan pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis, diperoleh konsentrasi Alkaloid pada setiap variasi daya dan durasi. Data konsentrasi dihitung dengan persamaan regresi dari kurva standar flavonoid. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi Alkaloid cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya daya dan durasi pemanasan, hingga mencapai kondisi optimum. Namun, pada daya dan durasi yang terlalu tinggi, terjadi penurunan kadar flavonoid akibat degradasi senyawa. Setiap sampel dianalisis dalam tiga kali replikasi, nilai rata-rata kadar dan standar deviasi ditampilkan dalam bentuk tabel hasil penelitian 4.14.



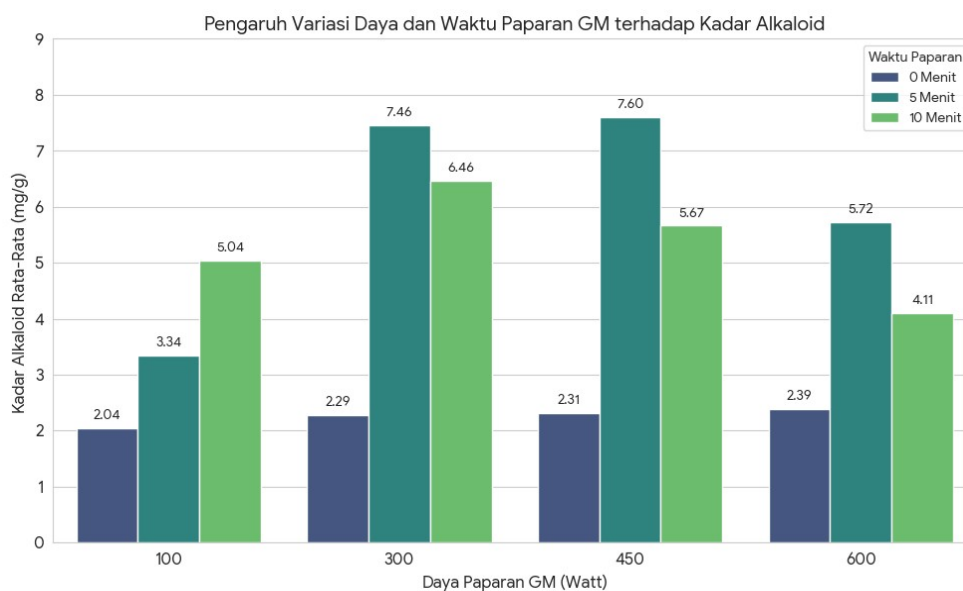
Tabel 4. 14 Total Rendemen Alkaloid (%)

No	Perlakuan Variasi Daya Paparan GM	Perlakuan Variasi Waktu Paparan GM	Rendemen Alkaloid(%)			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit	4.72	4.31	4.97	4.666	0.33
2		5 Menit	10.95	11.331	11.624	11.3	0.33
3		10 Menit	12.199	12.523	12.341	12.354	0.16
4	300 Watt	0 Menit	5.1	4.955	4.72	4.925	0.19
5		5 Menit	13.412	13.3423	13.163	13.305	0.12
6		10 Menit	14.15	14.423	14.2	14.25	0.14
7	450 Watt	0 Menit	4.238	4.897	4.632	4.589	0.33
8		5 Menit	15.24	15.7	15.30	15.415	0.248
9		10 Menit	15.94	16.9	16.62	16.490	0.49
10	600 Watt	0 Menit	4.987	4.238	5.198	4.80	0.50
11		5 Menit	13.42	13.825	13.52	13.58	0.21
12		10 Menit	14.543	14.553	14.22	14.43	0.18

Tabel 4. 15 Total Kadar Alkaloid (mg/g)

No	Perlakuan Variasi Daya Paparan GM	Perlakuan Variasi Waktu Paparan GM	Kadar Alkaloid(mg/g)			Rata-Rata	Standar Deviasi
			1	2	3		
1	100 Watt	0 Menit	1.622	2.072	2.42	2.038	0.4009
2		5 Menit	2.961	3.108	3.961	3.343	0.5370
3		10 Menit	4.172	5.154	5.778	5.035	0.9980
4	300 Watt	0 Menit	2.139	1.975	2.746	2.287	0.4061
5		5 Menit	7.432	8.132	6.802	7.455	0.6653
6		10 Menit	7.112	6.312	5.968	6.464	0.5869
7	450 Watt	0 Menit	1.98	2.11	2.854	2.315	0.4715
8		5 Menit	8.124	6.757	7.923	7.601	0.7380
9		10 Menit	6.213	5.123	5.658	5.665	0.5450
10	600 Watt	0 Menit	1.96	2.011	3.187	2.386	0.6941
11		5 Menit	6.202	5.321	5.648	5.724	0.4453
12		10 Menit	4.324	4.655	3.346	4.108	0.6806

Berdasarkan hasil penelitian yang ditampilkan dalam tabel, alkaloid tertinggi diperoleh pada daya 450 watt dengan waktu ekstraksi 5 menit, dengan nilai rata-rata sebesar 7.601 mg/g. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi tersebut merupakan titik optimum bagi efisiensi pelepasan senyawa alkaloid tanpa menyebabkan degradasi termal. Pada perlakuan 600 watt atau waktu lebih lama (10 menit), kadar alkaloid justru menurun. Hal ini mengindikasikan bahwa pemanasan berlebih dapat menyebabkan kerusakan struktur cincin heterosiklik nitrogen pada senyawa alkaloid, sebagaimana dijelaskan oleh (Sari, 2020), di mana suhu tinggi mampu memecah ikatan C–N dan menurunkan kestabilan alkaloid.



Gambar 4. 6 Grafik Hubungan antara Kadar Alkaloid dengan Variasi Daya dan Durasi

Fenomena peningkatan kadar alkaloid hingga daya optimum ini juga sejalan dengan teori dasar Microwave Assisted Extraction (MAE), di mana energi gelombang mikro menyebabkan pemanasan volumetrik yang mempercepat penetrasi pelarut ke dalam jaringan sel tanaman. Proses ini mengakibatkan pecahnya dinding sel dan pelepasan alkaloid ke dalam pelarut dengan efisien

(Mandal, 2015). Namun, jika suhu yang dihasilkan terlalu tinggi, efeknya berbalik arah senyawa aktif bisa terdegradasi atau teroksidasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa baik kadar maupun rendemen total senyawa alkaloid cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya daya dan durasi paparan gelombang mikro hingga mencapai titik optimum, yaitu pada 450 W – 5 menit. Pada kondisi ini, proses ekstraksi berlangsung paling efisien karena energi gelombang mikro yang dipancarkan cukup untuk mempercepat penetrasi pelarut dan memperbesar pelepasan senyawa alkaloid dari jaringan tanaman.

Tetapi, pada daya dan durasi yang terlalu tinggi, kadar alkaloid menurun secara signifikan. Penurunan ini diduga terjadi akibat degradasi termal pada struktur alkaloid, terutama cincin heterosiklik nitrogen yang mudah rusak pada suhu tinggi. Hal ini sesuai dengan temuan (Sari, 2020), yang menyatakan bahwa paparan panas berlebih dapat memutus ikatan C–N dan menurunkan stabilitas senyawa alkaloid.

Fenomena ini sejalan dengan prinsip dasar Microwave Assisted Extraction (MAE), di mana energi gelombang mikro menyebabkan pemanasan volumetrik secara cepat dan merata pada pelarut dan sampel. Kondisi ini memicu pecahnya dinding sel tanaman, sehingga senyawa aktif seperti alkaloid lebih mudah terlarut. Akan tetapi, bila energi yang diterapkan berlebihan, suhu pelarut meningkat secara drastis dan menyebabkan oksidasi maupun degradasi senyawa bioaktif (Mandal, 2015).

Hasil ini juga diperkuat oleh grafik hubungan antara variasi daya dan durasi paparan (Gambar 4.6), yang memperlihatkan pola peningkatan kadar alkaloid hingga titik optimum pada 450 W – 5 menit, kemudian menurun pada kondisi

ekstraksi ekstrem. Dengan demikian, kombinasi tersebut dapat dikatakan sebagai kondisi terbaik untuk memperoleh hasil ekstraksi alkaloid tertinggi dari daun kumis kucing.

Tabel 4. 16 Analisis ANOVA 2 Arah senyawa Alkaloid

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable:					
Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	859.681 <sup>a</sup>	6	143.280	141.640	0.000
DURASI	96.517	2	48.258	47.706	0.000
DAYA	22.762	3	7.587	7.500	0.001
Error	30.347	30	1.012		
Total	890.028	36			

Berdasarkan hasil analisis ANOVA dua arah pada Tabel 4.16, diperoleh bahwa model penelitian secara keseluruhan signifikan ( $F = 145.477$ ;  $p = 0.000 < 0.05$ ), yang berarti bahwa variasi daya dan durasi paparan gelombang mikro secara simultan memberikan pengaruh nyata terhadap kadar alkaloid total hasil ekstraksi daun *Orthosiphon stamineus*.

Faktor durasi menunjukkan nilai  $F$  hitung sebesar 65.025 dengan signifikansi  $<0.05$ , menandakan bahwa lama waktu paparan memiliki kontribusi besar terhadap peningkatan kadar alkaloid. Nilai Mean Square sebesar 77.465 yang jauh lebih tinggi dibandingkan nilai Error Mean Square (1.191) memperkuat bukti bahwa pengaruh durasi sangat dominan. Semakin lama paparan gelombang mikro diberikan (hingga titik optimum), maka semakin tinggi pula energi yang terserap oleh pelarut dan bahan, yang pada akhirnya mempercepat proses difusi dan meningkatkan hasil ekstraksi.

Sementara itu, faktor daya memiliki nilai F hitung sebesar 9.521 dengan signifikansi  $<0.05$ , yang juga menunjukkan adanya pengaruh nyata terhadap kadar alkaloid total. Meskipun nilai F-nya lebih kecil dibandingkan durasi, hasil ini tetap menunjukkan bahwa perubahan daya mampu memengaruhi efisiensi penyerapan energi gelombang mikro oleh pelarut dan bahan. Daya yang lebih tinggi menyebabkan pemanasan lebih cepat dan merata, namun peningkatan daya berlebih dapat menurunkan stabilitas senyawa alkaloid akibat dekomposisi termal.

Nilai Sum of Squares model (1039.855) yang jauh lebih besar daripada nilai error (35.740) juga memperkuat bahwa sebagian besar variasi kadar alkaloid dijelaskan oleh perbedaan perlakuan, bukan oleh kesalahan acak. Dengan demikian, baik variasi durasi maupun daya paparan gelombang mikro berpengaruh signifikan terhadap hasil ekstraksi alkaloid total, dan interaksi keduanya perlu dianalisis lebih lanjut melalui uji DMRT untuk menentukan perlakuan mana yang memberikan hasil paling optimal.

Tabel 4. 17 Analisis Duncan Multiple Range Test terhadap Variasi Daya

Daya		
Level DAYA	Rata-Rata Kadar(mg/g)	notasi DMRT( $\alpha=0.05$ )
100	3.472	a
600	4.072	a
450	5.193	a
300	5.402	a

Tabel 4. 18 Analisis Duncan Multiple Range Test terhadap Variasi Durasi

Waktu		
Level Durasi	Rata-Rata Kadar(mg/g)	notasi DMRT( $\alpha=0.05$ )
0	2.25633	a
10	5.31792	b
5	6.03092	b

Berdasarkan hasil uji DMRT, terlihat bahwa perlakuan variasi daya gelombang mikro (100–600 W) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik (semua berada pada kelompok notasi “a”). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan daya dalam rentang tersebut belum memberikan pengaruh nyata terhadap kadar alkaloid total, meskipun terdapat kecenderungan peningkatan nilai rata-rata kadar seiring bertambahnya daya hingga mencapai 450–300 W.

Sementara itu, pada variasi durasi paparan, terdapat perbedaan nyata antar perlakuan ( $p < 0.05$ ), di mana kelompok 5 menit dan 10 menit termasuk dalam notasi “b” yang berbeda dari perlakuan kontrol (0 menit). Artinya, durasi paparan berperan penting dalam meningkatkan efisiensi ekstraksi alkaloid. Waktu pemanasan yang lebih lama memberikan kesempatan bagi energi gelombang mikro untuk mempercepat difusi pelarut ke dalam jaringan sel tanaman, sehingga senyawa alkaloid lebih banyak terekstraksi.

Namun, meskipun kadar alkaloid meningkat dengan durasi pemanasan, efek daya yang tidak terlalu signifikan menunjukkan bahwa faktor suhu internal bahan dan kondisi pelarut lebih ditentukan oleh lama waktu paparan dibandingkan intensitas daya pada rentang 100–600 W. Dengan demikian, kombinasi daya menengah (450–600 W) dan waktu 5–10 menit dapat dianggap sebagai kondisi optimum untuk memperoleh kadar alkaloid tertinggi tanpa menyebabkan degradasi senyawa akibat pemanasan berlebih.

Dari keseluruhan tahapan penelitian yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa proses ekstraksi senyawa bioaktif dari tanaman kumis kucing berlangsung melalui mekanisme alamiah yang teratur dan dapat dijelaskan secara ilmiah. Proses tersebut melibatkan interaksi antara energi gelombang mikro dengan matriks tanaman dan

pelarut, yang menghasilkan perpindahan energi, pemanasan selektif, serta pelepasan senyawa metabolit sekunder dari jaringan tanaman. Fenomena ini menunjukkan bahwa setiap tahapan penelitian mengikuti hukum-hukum fisika dan kimia yang bersifat tetap dan konsisten.

Fenomena ilmiah seperti tersebut menunjukkan adanya keseimbangan dan ketepatan dalam setiap ciptaan Allah. Hal ini selaras dengan firman Allah SWT dalam ‘Abasa ayat 24-32:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ ﴿٢٤﴾ أَنَا صَبَّبْنَا الْمَاءَ صَبًّا ﴿٢٥﴾ ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا ﴿٢٦﴾ فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ﴿٢٧﴾ وَرَعَبًا  
وَقَضَبًا ﴿٢٨﴾ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ﴿٢٩﴾ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ﴿٣٠﴾ وَفَاكِهَةً وَأَبًّا ﴿٣١﴾ مَتَاعًا لَّكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ ﴿٣٢﴾

*Artinya:*

*Maka, hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya(24), Sesungguhnya Kami telah mencurahkan air (dari langit) dengan berlimpah(25), Kemudian, Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya(26), Lalu, Kami tumbuhkan padanya biji-bijian(27),anggur, sayur-sayuran(28), zaitun, pohon kurma(29),kebun-kebun (yang) rindang(30), buah-buahan, dan rerumputan(31), (Semua itu disediakan) untuk kesenanganmu dan hewan-hewan ternakmu(32).*

Menurut Al-Qurthubi dalam kitab Al-Jami’ Li Ahkam Al-Quran menafsirkan ayat-ayat ini dengan penekanan pada aspek kemanfaatan dan hikmah penciptaan tumbuhan. Menurutnya, perintah untuk memperhatikan makanan merupakan dorongan agar manusia menyadari bahwa setiap jenis tanaman memiliki fungsi tertentu bagi kehidupan manusia dan hewan. Keberagaman tanaman yang disebutkan dalam ayat ini mencerminkan kebijaksanaan Allah dalam menciptakan sistem alam yang seimbang dan saling melengkapi. Al-Qurthubi juga menegaskan bahwa proses pertumbuhan tanaman mengikuti hukum-hukum tertentu yang tetap, sehingga manusia dapat mempelajari, mengelola, dan memanfaatkannya secara optimal. Tafsir ini menunjukkan bahwa eksplorasi ilmiah terhadap tumbuhan,

termasuk pengolahan dan ekstraksi senyawa bioaktifnya, merupakan bagian dari upaya memahami hikmah ciptaan Allah.

Menurut Fakhruddin Ar-Razi dalam kitab Mafatih Al-Ghaib menafsirkan ayat ini dengan pendekatan bahwa rangkaian ayat tersebut menunjukkan adanya keteraturan hukum alam yang bersifat konsisten dan dapat dianalisis secara logis. Menurut Ar-Razi, proses turunnya hujan, penyerapan air oleh tanah, hingga terbentuknya berbagai jenis tanaman menunjukkan hubungan sebab-akibat yang jelas. Hal ini menjadi dasar bagi manusia untuk menggunakan akal dan ilmu pengetahuan dalam memahami fenomena alam. Tafsir Ar-Razi secara implisit mendorong penelitian ilmiah terhadap proses fisika dan kimia alam, termasuk transformasi energi dan materi, sebagai sarana untuk mengenali kebesaran Allah melalui sunnatullah yang berlaku di alam semesta.

Dengan demikian, QS. 'Abasa ayat 24-32 menegaskan bahwa proses tumbuhnya tanaman dan tersedianya pangan merupakan bagian dari keteraturan hukum alam yang Allah tetapkan. Ayat ini mengajak manusia untuk memperhatikan dan merenungi mekanisme alam tersebut sebagai tanda kebesaran-Nya, sekaligus membuka ruang bagi pengkajian ilmiah terhadap fenomena alam dan pemanfaatannya.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh paparan radiasi gelombang mikro terhadap kandungan senyawa bioaktif hasil ekstraksi tanaman kumis kucing(*Orthosiphon stamineus*), dapat disimpulkan bahwa:

- a. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diperoleh kadar flavonoid total daun *Orthosiphon stamineus* menggunakan metode microwave assisted extraction (MAE), baik daya gelombang mikro atau waktu ekstraksi berpengaruh signifikan terhadap kadar flavonoid. Nilai rata-rata kadar tertinggi dicapai pada perlakuan 450 W selama 5 menit, yaitu 12,857 mg/g.
- b. Hasil analisis kadar saponin juga memperlihatkan adanya pengaruh yang signifikan dari variasi daya dan durasi gelombang mikro terhadap hasil ekstraksi. Perlakuan 450 W selama 5 menit menghasilkan nilai rata-rata kadar saponin tertinggi, yaitu 8,684 mg/g.
- c. Hasil analisis kadar alkaloid total menunjukkan bahwa variasi daya gelombang mikro dan waktu ekstraksi berpengaruh sangat signifikan terhadap kadar alkaloid yang dihasilkan. Perlakuan terbaik diperoleh pada daya 450 W dengan durasi 5 menit, menghasilkan kadar rata-rata alkaloid tertinggi sebesar 7,455 mg/g

#### **5.2 Saran**

Disarankan untuk penelitian selanjutnya untuk memperluas variasi parameter rasio pelarut terhadap sampel, jenis pelarut, serta suhu ekstraksi, guna memperoleh efisiensi ekstraksi yang lebih tinggi dan kestabilan senyawa yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhiguna, B., & Bramastia, B. (2021). Pandangan Al-Qur-an Terhadap Ilmu Pengetahuan dan Implikasinya dalam Pembelajaran Sains. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 10(2), 138. <https://doi.org/10.20961/inkuiiri.v10i2.57257>
- Alaydrus, M. (2020). Teknik frekuensi radio dan gelombang mikro.
- Arif, Z., Zalukhu, A., Karomah, A. H., & Rafi, M. (2022). Antioxidant Capacity, Total Phenolic, and Flavonoid Content from Java Tea (*Orthosiphon aristatus*) Extracts. *Jurnal Jamu Indonesia*, 7(3), 93–101. <https://doi.org/10.29244/jji.v7i3.268>
- Arisandy et al., (2024). Potensi Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon atus*) Sebagai Biolarvasida Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. Arif, Z., Zalukhu, A., Karomah, A. H., & Rafi, M. (2022). Antioxidant Capacity, Total Phenolic, and Flavonoid Content from Java Tea (*Orthosiphon aristatus*) Extracts. *Jurnal Jamu Indonesia*, 7(3), 93–101. <https://doi.org/10.29244/jji.v7i3.268>
- Bandici, L., Teusdea, A. C., Soproni, V. D., Hathazi, F. I., Arion, M. N., Molnar, C. O., & Vicas, S. I. (2022). The Influence of Microwave Treatments on Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of *Mentha piperita* L. *Materials*, 15(21). <https://doi.org/10.3390/ma15217789>
- Bucić-Kojić, A., Planinić, M., Tomas, S., Jokić, S., Mujić, I., Bilić, M., & Velić, D. (2011). Effect of extraction conditions on the extractability of phenolic compounds from lyophilised fig fruits (*figus carica* l.). *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 61(3), 195–199. <https://doi.org/10.2478/v10222-011-0021-9>
- Carmila, T. R., & Subakti, G. E. (n.d.). *Analisis Teknologi Cahaya dalam Perspektif Al-Quran dan Sains*.
- Collin, E, Robert. (2001). Foundations for Microwave Engineering. IEEE Press Series on Electromagnetic Wave Theory.
- Dasdag dkk., (2015). Effects Of 2.4 Ghz Radiofrequency Radiation Emitted From Wi-Fi Equipment On microRna Expression In Brain Tissue. *International Journal Of Radiation Biology*. Doi: 10.3109/09553002.2015.1028599
- Devi Erviani, Y., & Santika Rahmasari, K. (2023). Uji Aktivitas Penghambatan Xantin Oksidase oleh Ekstrak Etanol, Partisi (Kloroform dan Metanol) Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon stamineus* Benth). *Journal of Pharmacy UMUS*, 4(02), 49–60.
- Dewi, S. R., Ulya, N., Argo, B. D., Studi, P., Bioproses, T., Pertanian, J. K., Alumni, ), & S1, M. (2018). *Kandungan Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Pleurotus ostreatus* (Vol. 11, Issue 1). <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP>

- Elya Febriani, S. (n.d.). *Identifikasi Senyawa Bioaktif Ekstrak Tanaman Kumis Kucing (Orthosiphon stamineus) dan Efektivitasnya sebagai Antimikroba*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12581622>
- Faradisa, E., & Fakhruddin, A. (2021). BEBERAPA TUMBUHAN OBAT DI DALAM AL-QURAN DITINJAU DARI PERSPEKTIF SAINS. In *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial* (Vol. 3, Issue 1). <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/nusantara>
- Fauziah, I. N., Nur, L., Suratno, N., & Rakhmadi, F. A. (n.d.). Menelaah Konsep Fluida dalam Q.S Al-Baqarah Ayat 164 Menggunakan Pendekatan Filsafat Ilmu. 2, 195–198. Firnanda, E. E., Atila, H. D., Hamid, N., Susilo, F., Widiyanti, E., & Ramadhan, N. I. (n.d.). *INDONESIAN CHEMISTRY AND APPLICATION JOURNAL REVIEW: BIOAKTIVITAS DARI TANAMAN KUMIS KUCING (Orthosiphon aristatus)*. 6(2).
- Fitri Susiani, E., Guntarti, A., Tinggi Ilmu Kesehatan Borneo Lestari Banjarbaru, S., & Dahlan Yogyakarta, A. (2017). PENGARUH SUHU PENGERINGAN TERHADAP KADAR FLAVONOID TOTAL EKSTRAK ETANOL DAUN KUMIS KUCING (*Orthosiphon aristatus* (BL) Miq) THE INFLUENCE OF DRYING TEMPERATURE AGAINST FLAVONOID TOTAL EXTRACT ETHANOL LEAVES CUCUMBER SOUL (*Orthosiphon aristatus* (BL) Miq). In *Borneo Journal of Pharmascientech* (Vol. 01, Issue 02).
- Gupta, V. K. (n.d.). *Herbal Medicine Recent Researches-Volume 2*.
- Handayani, T. W., Yusuf, Y., & Tandi, J. (2020). Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Metabolit Sekunder Ekstrak Biji Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 6(3), 230–238. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2020.v6.i3.15324>
- Hayati, R. S. (n.d.). International Conference ADRI-5 “Scientific Publications toward Global Competitive Higher Education” Potential Leaf Ectract *Orthosiphon aristatus* As Growth Inhibitor of *Candida albicans*.
- Ince, A. E., Şahin, S., & Şümnü, S. G. (2013). Extraction of phenolic compounds from melissa using microwave and ultrasound. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37(1), 69–75. <https://doi.org/10.3906/tar-1201-1>
- Kabir, E. (2023). Application of microwave heating in polymer synthesis: A review. *Results in Chemistry*, 6, 101178. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2023.101178>
- Mandal dkk., (n.d.). Microwave Assisted Extraction – An Innovative and Promising Extraction Tool for Medicinal Plant Research. *Pharmacognosy Research Laboratory, Department of Pharmaceutics*, Vol 1.
- Muliana, G.H., (2024). Exploring the Potential of *Orthosiphon Stamineus*: A Literature Review. *Jurnal Serambi Engineering*, Vol IX 10835-10842.

- Mutia dkk., (2024). Uji Mutu Ekstrak Etanol Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon Aristatus* (Blume) Miq) Quality Test of Ethanol Extract of Cat's Whisker Leaves (*Orthosiphon aristatus*(Blume)Miq).<https://ejurnal.poltekkes-tjk.ac.id/index.php/pj>
- Nabila Khalisha, P., Widyaningrum, I., & Purwanti, S. (n.d.). *UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK ETANOL DAN FRAKSI POLAR DAUN KUMIS KUCING ( Orthosiphon stamineus) TERHADAP Propionibacterium acnes ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF ETHANOL EXTRACT AND POLAR FRACTION OF CAT WHISKERS LEAVES (Orthosiphon stamineus) AGAINST Propionibacterium acnes.*
- Ningsih, T. U., Kurniawati, A., Widodo, W. D., Program, M., Agronomi, S., Agronomi, D., Hortikultura, D., Pertanian Ipb, F., & Pengajar, S. (n.d.). Makalah Seminar Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor The Influence of UV-C Irradiation and Watering Period to Flavonoid Content of Sambung Nyawa Leaf ( *Gynura Procumbens* L.).
- Nisak, K., & Rini, C. S. (2021). Effectiveness of The Antibacterial Activity on *Orthosiphon aristatus* Leaves Extract Against *Proteus mirabilis* and *Staphylococcus saprophyticus*. *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology)*, 4(2), 72–77. <https://doi.org/10.21070/medicra.v4i2.1582>
- Özorak, A., Nazıroğlu, M., Çelik, Ö., Yüksel, M., Özçelik, D., Özkaya, M. O., Çetin, H., Kahya, M. C., & Kose, S. A. (2013). Wi-fi (2.45 GHz)- and mobile phone (900 and 1800 MHz)- induced risks on oxidative stress and elements in kidney and testis of rats during pregnancy and the development of offspring. *Biological Trace Element Research*, 156(1–3), 221–229. <https://doi.org/10.1007/s12011-013-9836-z>
- Pranata, C., Darmirani, Y., & Limbing, R. (2024). Test of the Anti-Inflammatory Effectiveness of Ethanol Extract of Cat's Whiskers Leaves (*Orthosiphon Aristatus*) on Paw Edema in Male Mice (*Mus Musculus*). *JURNAL FARMASIMED (JFM)*, 7(1), 41–47. <https://doi.org/10.35451/jfm.v7i1.2289>
- Proestos, C., & Komaitis, M. (2008). Application of microwave-assisted extraction to the fast extraction of plant phenolic compounds. *LWT*, 41(4), 652–659.
- Puspita Sari, R., Roanisca, O., & Gus Mahardika, R. (n.d.). POTENSI ANTIBAKTERI EKSTRAK DAGING BUAH KELUBI (*Eleiodoxa conferta*) BANGKA BELITUNG MENGGUNAKAN MICROWAVE-ASSISTED EXTRACTION (MAE) Antibacterial Potential of Kelubi Fruit Meat Extract (*Eleiodoxa conferta*) Bangka Belitung Using Microwave-Assisted Extraction (MAE). In *J. Chem. Res* (Vol. 2020, Issue 2).
- Rafi, M., Sakinah, N., Wahyuni, W. T., Arif, Z., & Heryanto, R. (n.d.). Autentikasi Kumis Kucing (*Orthosiphon Aristatus*) Menggunakan Kombinasi Spektrum Ultraviolet-Tampak Dan Partial Least Square Regression. In *J.Chemom.Pharm.Anal* (Vol. 2021, Issue 2). [www.journal.ugm.ac.id/v3/IJCPA](http://www.journal.ugm.ac.id/v3/IJCPA)

- Rievy Oktavian, S., Purbosari, I., Trida Hardani, P., Studi Farmasi, P., Ilmu Kesehatan, F., & PGRI Adi Buana Surabaya, U. (n.d.). *PERBANDINGAN AKTIVITAS ANTIJAMUR EKSTRAK ETANOL 70% DAN 96% DAUN KUMIS KUCING (ORTHOSIPHON ARISTATUS) TERHADAP CANDIDA ALBICANS*.
- Sarojo, G. A. (2011). Gelombang dan optika. Salemba Teknik. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=545645>
- Sasue, R., Frans Sangian, H., & Mosey, H. I. (n.d.). Analisis Pengaruh Radiasi Gelombang Mikro Pada Struktur Kristal Pati (Starch).
- Surahmaida, & Umarudin. (n.d.). Studi Fitokimia Ekstrak Daun Kemangi dan Daun Kumis Kucing Menggunakan Pelarut Metanol. In Indonesian Chemistry and Application Journal (ICAJ) (Vol. 1, Issue 3).
- Soltysiak, M., Celuch, M., & Erle, U. (2011). Measured and simulated frequency spectra of the household microwave oven. 2011 IEEE MTT-S International Microwave Symposium, 1–4. <https://doi.org/10.1109/MWSYM.2011.5972844>
- Systems, C. on the P. E. of E. F. on B., Sciences, C. on L., Studies, D. on E. and L., & Council, N. R. (1997). Possible health effects of f exposure to residential electric and magnetic fields. National Academies Press.
- Thabari, A., & Maraghi, A. (n.d.). Eko-Teologi dalam Al-Qur-an (Studi Terhadap Ayat Ayat Ekologi Dalam Kitab Tafsir.
- The Editors of Encyclopedia, B. (2023, Februari 6). Microwave oven. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/technology/microwave-oven>
- Verdia Mutiara, E., Wildan, A. S. Y.(2014). Ekstraksi Flavonoid dari Daun Pare (*Momordica charantia* L.) Berbantu Gelombang Mikro Sebagai Penurun Kadar Glukosa Secara In Vitro. In METANA (Vol. 10, Issue 01).
- Vyas, A., Pandey, R. K., Jain, T., Jain, V., Pandey, R., Vyas, A., Gandhi, S., & Shukla, S. S. (2009). Microwave assisted extraction for phytoconstituents-An overview. *Article in Asian Journal of Research in Chemistry*, 2(1). [www.ajrconline.org](http://www.ajrconline.org)
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2002). Fisika universitas jilid I. Erlangga.
- Zitzewitz, P. W. (2011). The handy physics answer book. Visible Ink Press.

# LAMPIRAN



Disiapkan sampel tanaman kumis kucing yang sehat



Sampel yang telah dipilah dikeringkan untuk menghilangkan kadar air berlebih.



Sampel yang sudah dikeringkan, ditumbuk hingga halus



Sampel halus ditimbang untuk mendapatkan berat yang diinginkan



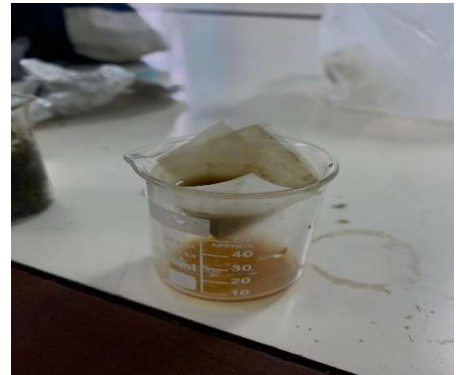
Ditambahkan pelarut etanol pada sampel



Sampel yang sudah dicampur dengan pelarut  
disiapkan untuk proses ekstraksi dengan  
microwave



Dilakukan proses ekstraksi menggunakan  
microwave



Dilakukan penyaringan untuk memisahkan  
ampas dengan ekstrak.





didapat sampel tanpa ampas.



Dilakukan proses destilasi untuk memisahkan sisa pelarut.



Kemudian sampel ditimbang untuk diketahui berat sampel.



Kemudian sampel disiapkan untuk pengujian spektrofotometer



Didapat nilai absorbansi

	KODAS	DURASI	DATA
1	1.298	6	100
2	2.202	5	100
3	2.096	10	100
4	1.602	9	100
5	3.297	5	100
6	4.021	10	100
7	2.877	6	100
8	6.327	5	100
9	5.902	10	100
10	1.814	6	300
11	7.287	5	300
12	6.281	10	300
13	2.027	6	300
14	8.278	5	300
15	4.767	10	300
16	3.422	6	300
17	7.893	5	300
18	6.191	10	300
19	18.62	6	450
20	8.722	5	450
21	2.229	10	450

Nilai absorbansi dicatat dan dilakukan analisis menggunakan software spss

The screenshot shows the SPSS ANOVA: Univariate: Display of Sum of Squares dialog box. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to 'Type III Sum of Squares'. The 'Display' section is set to 'Sum of Squares'. The 'Model' section is set to '

Didapat hasil analisis anova 2 arah dan dmrt

Selesai

## PERHITUNGAN

Contoh Perhitungan rendemen

$$\text{Rendemen} = \frac{w_1}{w_0} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = \frac{0,0493 \text{ g}}{1 \text{ g}} \times 100\%$$

$$\text{Rendemen} = 4,93\%$$

Contoh Pada Senyawa Flavonoid

$$\text{Diketahui } Y = 0.0101X - 0.0469$$

$$\text{Maka } X = \frac{(Y + 0.0469)}{0.0101}$$

$$X = \frac{(0.315 + 0.0469)}{0.0101}$$

$$X = \frac{0.3619}{0.0101}$$

$$X = 35.831 \text{ mg/L}$$

$$\text{Total Senyawa} \left( \frac{\text{mg}}{\text{g}} \right) = \frac{X.V.f}{W}$$

$$\text{Total Senyawa} \left( \frac{\text{mg}}{\text{g}} \right) = \frac{35.831 \times 0.01 \times 10}{1}$$

$$\text{Total Senyawa} \left( \frac{\text{mg}}{\text{g}} \right) = 3.583 \text{ mg/g}$$