# PERBANDINGAN KADAR FLAVONOID, FENOLAT TOTAL DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA BUNGA BUGENVIL (*Bougainvillea glabra*) SEGAR DAN SAMPAH

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Tugas Akhir dan Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Strata S.1 dalam Ilmu Kimia


Oleh:

JAUHAROTUN NAFISAH

NIM : 2108036003

**PROGRAM STUDI KIMIA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO**

**SEMARANG**


**2025**

# PERBANDINGAN KADAR FLAVONOID, FENOLAT TOTAL DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA BUNGA BUGENVIL (*Bougainvillea glabra*) SEGAR DAN SAMPAH

**SKRIPSI**

Oleh:
Jauharotun Nafisah
2108036003

Untuk Memenuhi Tugas Akhir dan Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Strata (S1)
Dalam Ilmu Kimia

**PROGRAM STUDI KIMIA**
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO**
**SEMARANG**
**2025**

**PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Jauharotun Nafisah

NIM : 2108036003

Jurusan : Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PERBANDINGAN KADAR FLAVONOID, FENOLAT TOTAL DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA BUNGA BUGENVIL (*Bougainvillea glabra*) SEGAR DAN SAMPAH**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 31 Juli 2025

Pembuat Pernyataan,




Jauharotun Nafisah

NIM. 2108036003

## PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

| | | |
|---|---|---|
| Judul | : | Perbandingan Kadar Flavonoid, Fenolat Total dan Aktivitas Antioksidan Pada Bunga Bugenvil (*Bougainvillea glabra*) Segar dan Sampah |
| Penulis | : | **Jauharotun Nafisah** |
| NIM | : | 2108036003 |
| Program Studi | : | Kimia |

Telah diujikan dalam sidang munaqosyah oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam ilmu kimia

Semarang, 16 September 2025

**DEWAN PENGUJI**

| | |
|---|---|
| Ketua Sidang, | Sekretaris Sidang, |
| **Dr. R. Arizal Firmansyah, M.Si** | **Ana Mardliyah, M.Si** |
| NIP. 197908192009121001 | NIP. 198905252019032019 |
| Penguji I, | Penguji II, |
| **Rais Nur Latifah, M.Si** | **Mutista Hafshah, M.Si** |
| NIP. 199203042019032019 | NIP. 199401022019032015 |

Pembimbing,

**Dr. R. Arizal Firmansyah, M.Si**
NIP. 197908192009121001

**NOTA DINAS**

Semarang, 31 Juli 2025

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Walisongo

Di Semarang

*Assalamu'alaikum. wr. wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

| | | |
|---|---|---|
| Judul | : | Perbandingan Kadar Flavonoid, Fenolat Total dan Aktivitas Antioksidan Pada Bunga Bugenvil (*Bougainvillea glabra*) Segar dan Sampah |
| Nama | : | **Jauharotun Nafisah** |
| NIM | : | 2108036003 |
| Progam Studi | : | Kimia |

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

*Wassalamu'alaikum. wr. wb.*

Dosen Pembimbing

**Dr. R. Arizal Firmansyah, M. Si**

NIP. 197908192009121001

## ABSTRAK

Judul : Perbandingan Kadar Flavonoid, Fenolat Total dan Aktivitas Antioksidan Pada Bunga Bugenvil (*Bougainvillea glabra*) Segar dan Sampah

Nama : Jauharotun Nafisah

NIM : 2108036003

Radikal bebas adalah senyawa oksigen reaktif dengan elektron tidak berpasangan yang dapat menimbulkan penyakit bila jumlahnya berlebih. Senyawa antioksidan dibutuhkan untuk menangkal radikal bebas, namun penggunaan antioksidan sintetis dalam jangka panjang bersifat toksik. Bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) dilaporkan mengandung senyawa flavonoid dan fenolat yang berpotensi sebagai antioksidan alami. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kadar flavonoid, fenolat total dan aktivitas antioksidan pada bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) segar dan sampah. Analisis dilakukan dengan metode alumunium klorida secara kolorimetri untuk flavonoid total, *follin-ciocelteau* untuk fenolat, serta metode DPPH (*2,2-difenil-1-pikrilhidrazin*) dengan kuersetin sebagai kontrol positif untuk uji aktivitas antioksidan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak segar memiliki kadar flavonoid total sebesar 355,2 ± 0,294 mg QE/g ekstrak dan ekstrak sampah sebesar 182,29 ± 0,357 mg QE/g ekstrak. Adapun kadar fenolat total pada ekstrak segar sebesar 337,12 ± 0,017 GAE/g ekstrak, dan ekstrak sampah sebesar 119,65 ± 0,028 GAE/g ekstrak. Aktivitas antioksidan pada ekstrak segar sebesar 35,219%, sedangkan pada ekstrak sampahnya sebesar 19,744% terhadap kuersetin. Dengan demikian, pada ekstrak segar dan sampah bunga bugenvil menunjukkan antioksidan lemah dibandingkan kuersetin.



**Kata Kunci: Bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) segar dan sampah; Antioksidan; DPPH; Flavonoid; Fenolat**

## TRANSLITERASI ARAB LATIN

Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor: 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987.

| No | Arab | Latin |
|---|---|---|
| 1 | ا | Tidak dilambangkan |
| 2 | ب | b |
| 3 | ت | t |
| 4 | ث | **ṡ** |
| 5 | ج | j |
| 6 | ح | **ḥ** |
| 7 | خ | kh |
| 8 | د | d |
| 9 | ذ | **ż** |
| 10 | ر | r |
| 11 | ز | z |
| 12 | س | S |
| 13 | ش | sy |
| 14 | ص | **ṣ** |
| 15 | ض | **ḍ** |

| No | Arab | Latin |
|---|---|---|
| 16 | ط | **ṭ** |
| 17 | ظ | **ẓ** |
| 18 | ع | ‘ |
| 19 | غ | g |
| 20 | ف | f |
| 21 | ق | q |
| 22 | ك | k |
| 23 | ل | l |
| 24 | م | m |
| 25 | ن | n |
| 26 | و | w |
| 27 | ه | h |
| 28 | ء | ' |
| 29 | ي | y |
| | | |

**2. Vokal Pendek**

ـَ = a كَتَبَ kataba
ـِ = i سُئِلَ su'ila
ـُ = u يَذْهَبُ yażhabu

**3. Vokal Panjang**

اَ... = **ā** قَالَ qāla
اِيْ = **ī** قِيْلَ qīla
اُوْ = **ū** يَقُوْلُ yaqūlu

**4. Diftong**

اَيْ = ai كَيْفَ kaifa
اَوْ = au حَوْلَ **ḥ**aula

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahi rabbil 'alamin, segala puji syukur penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Perbandingan Kadar Flavonoid, Fenolat Total, dan Aktivitas Antioksidan Pada Bunga Bugenvil (*Bougainvillea glabra*) Segar dan Sampah**" Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW dengan harapan mendapatkan syafaatnya di hari kiamat nanti.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan, pelajaran, doa, motivasi, dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, izinkan penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Musahadi, M. Ag, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi atas segala arahan, kebijakan, fasilitas, serta kesempatan selama penulis menempuh pendidikan di UIN Walisongo.

2. Ibu Mulyatun, M. Si, selaku Ketua Jurusan Kimia, yang senantiasa memberikan arahan dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Dr. R. Arizal Firmansyah, M.Si, selaku dosen pembimbing skripsi, yang telah memberikan bimbingan, masukan, serta arahan secara sabar selama proses penelitian dan penyusunan skripsi dari awal hingga skripsi ini selesai.
4. Ibu Dr. Hj Malikhatul Hidayah, S.T., M.Pd., M.T, selaku dosen wali yang senantiasa memberikan bimbingan akademik, arahan, serta dukungan moral selama penulis menjalani masa perkuliahan hingga tahap akhir penyusunan skripsi ini.
5. Segenap Bapak dan Ibu Dosen kimia Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan ilmu, bimbingan, pengalaman praktikum, dan fasilitas selama penulis menempuh Pendidikan di UIN Walisongo.
6. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Sahruman dan Ibu Sri Harti yang selalu menjadi sumber kekuatan, do'a, kasih sayang, dan dukungan tiada hentinya. Segala pencapaian ini tidak lepas dari

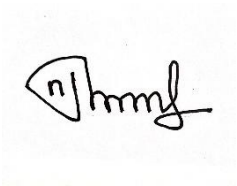
pengorbanan, kesabaran, serta do'a tulus yang senantiasa mengiringi setiap langkah penulis.

7. Kepada saudariku, mbak Anik Maslihah dan adek Ayunita Azzahra yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Rekan-rekan satu bimbingan, terima kasih atas kebersamaan, kerja sama, diskusi, serta saling mendukung selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini. Semangat dan solidaritas kalian menjadi motivasi tersendiri bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Kepada Habibah, Kiki, Prita, yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan diskusi yang berarti selama penulis menempuh pendidikan di UIN Walisongo.
10. Kepada Sabil dan Anggi, selaku teman kos. Terima kasih telah menjadi tempat cerita, tawa, dan semangat selama penulis menempuh perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
11. Kepada rekan-rekan kimia A 2021 yang selalu memberikan semangat dan suasana pembelajaran yang ceria selama penulis belajar di UIN walisongo.

12. Kepada sobat unimus squad (Riyan, Kiki, Marbel, Yusril, Nadien, Vina) yang telah membantu, memberikan semangat, motivasi, dan diskusi yang berarti selama penulis menghadapi lika-liku selama penelitian.
13. Kepada diri saya sendiri, terima kasih sudah berusaha dan bertahan hingga detik ini. Meskipun perjalanan tidak mudah, namun akhirnya kamu mampu melewati ini semua dengan keteguhan dan keberanian.
14. Serta seluruh pihak yang turut membantu terselesaikannya penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Bantuan kalian sangat berarti bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap segala bentuk kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi pembaca dan menjadi bagian kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang kimia bahan alam.

Semarang, 31 Juli 2025



Penulis

Jauharotun Nafisah

**DAFTAR ISI**

PERNYATAAN KEASLIAN ..... ii
PENGESAHAN ..... iii
NOTA DINAS ..... iv
ABSTRAK ..... v
TRANSLITERASI ARAB LATIN ..... vi
KATA PENGANTAR ..... vii
DAFTAR ISI ..... xii
DAFTAR TABEL ..... xv
DAFTAR GAMBAR ..... xvi
DAFTAR LAMPIRAN ..... xviii
BAB 1 PENDAHULUAN ..... 1
A. Latar Belakang ..... 1
B. Rumusan Masalah ..... 11
C. Tujuan Masalah ..... 11
D. Manfaat Penelitian ..... 12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA ..... 13
A. Tanaman Bugenvil (*Bougainvillea glabra*) ..... 13
B. Metode Maserasi untuk Mengekstrak Bunga Bugenvil ..... 15

C. Skrining Fitokimia dan Kandungan Metabolit Sekunder Bunga Bugenvil ..... 18

D. Uji Aktivitas Antioksidan Bunga Bugenvil Glabra Menggunakan Metode DPPH ..... 21

H. Mekanisme Reaksi DPPH dengan Kaemferol Sebagai Senyawa Model ..... 24

I. Kajian Pustaka ..... 25

J. Hipotesis ..... 39

BAB III METODE PENELITIAN ..... 40

A. Tempat dan Waktu Penelitian ..... 40

B. Alat dan Bahan ..... 40

C. Cara Kerja ..... 41

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... 54

A. Preparasi Sampel ..... 54

B. Ekstraksi Sampel Dengan Maserasi ..... 56

C. Identifikasi Fitokimia Bunga Bugenvil Segar dan Sampah ..... 60

D. Penentuan Kadar Flavonoid Total Pada Bunga Bugenvil Segar dan Sampah ..... 61

E. Penentuan Kadar Fenolat Total Pada Bunga Bugenvil Segar dan Sampah ..... 67

F. Aktivitas Antioksidan Bunga Bugenvil (*Bougainvillea glabra*) Segar dan Sampah ..... 71

G. Mekanisme Reaksi DPPH Dengan Molekul Metabolit Sekunder pada Bunga Bugenvil (*Bougainvillea glabra*) ..... 81

H. Interaksi Molekuler Kuersetin dan Senyawa Aktif Bunga Bugenvil Terhadap Radikal DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*) ..... 83

I. Analisis Hasil KLT Pada Ekstrak Segar dan Sampah Bunga Bugenvil (*Bougainvillea glabra*) ..... 91

BAB V PENUTUP ..... 96

A. Kesimpulan ..... 96

B. Saran ..... 96

DAFTAR PUSTAKA ..... 98

LAMPIRAN ..... 114

DAFTAR RIWAYAT HIDUP ..... 146

## DAFTAR TABEL


| Tabel | Judul | Halaman |
|---|---|---|
| **Tabel 2.1** | Polaritas pelarut | 17 |
| **Tabel 2.2** | Ringkasan penelitian terdahulu ekstrak segar bugenvil | 34 |
| **Tabel 2.3** | Ringkasan penelitian terdahulu sampah dari tanaman lain | 36 |
| **Tabel 4.1** | Organoleptik ekstrak kental segar dan sampah | 59 |
| **Tabel 4.2** | Hasil skrining fitokimia ekstrak segar dan sampah bugenvil | 61 |
| **Tabel 4.3** | Hasil aktivitas antioksidan | 74 |
| **Tabel 4.4** | Hasil uji KLT dan nilai Rf ekstrak segar dan sampah bugenvil | 93 |

## DAFTAR GAMBAR


| Gambar | Judul | Halaman |
|---|---|---|
| Gambar 2.1 | Bunga bugenvil (*bougainvillea glabra*) | 14 |
| Gambar 2.2 | Mekanisme reaksi DPPH oleh kaemferol (flavonoid) | 25 |
| Gambar 4.1 | Serbuk bugenvil segar dan sampah | 56 |
| Gambar 4.2 | Ekstrak etanol bugenvil segar dan sampah | 58 |
| Gambar 4.3 | Mekanisme reaksi pembentukan kompleks Al (III)khelat kuersetin | 62 |
| Gambar 4.4 | Struktur kuersetin | 63 |
| Gambar 4.5 | Kurva standar kuersetin | 64 |
| Gambar 4.6 | Struktur asam galat | 68 |
| Gambar 4.7 | Kurva standar asam galat | 69 |
| Gambar 4.8 | Reaksi senyawa fenol dengan reagen Follin-Ciocalteau | 70 |
| Gambar 4.9 | Mekanisme reaksi DPPH dengan antioksidan | 74 |
| Gambar 4.10 | Grafik aktivitas antioksidan kontrol positif dan masing-masing ekstrak dalam bentuk persen inhibisi | 75 |
| Gambar 4.11 | Struktur kuersetin | 77 |
| Gambar 4.12 | Mekanisme DPPH oleh flavonoid (kaemferol) | 82 |
| Gambar 4.13 | Usulan interaksi molekuler tersebut antara kuersetin dengan radikal DPPH | 84 |
| Gambar 4.14 | Contoh interaksi π- π stacking antara cincin aromatik DPPH dengan kuersetin | 85 |

| | | |
|---|---|---|
| Gambar 4.15 | Usulan interaksi molekuler tersebut antara flavonoid (kaemferol) dengan radikal DPPH | 86 |
| Gambar 4.16 | Contoh interaksi π- π stacking antara cincin aromatik DPPH dengan flavonoid (kaemferol) | 87 |
| Gambar 4.17 | Usulan interaksi molekuler tersebut antara fenolat (asam ferulat) dengan radikal DPPH | 88 |
| Gambar 4.18 | Usulan interaksi molekuler tersebut antara alkaloid (likorin) dengan radikal DPPH | 89 |
| Gambar 4.19 | Usulan interaksi molekuler tersebut antara tanin (epikatekin) dengan radikal DPPH | 90 |
| Gambar 4.20 | Hasil Uji KLT | 95 |

## DAFTAR LAMPIRAN


| Lampiran | Judul | Halaman |
|---|---|---|
| **Lampiran 1** | Skema cara kerja | 114 |
| **Lampiran 2** | Perhitungan persen rendemen | 117 |
| **Lampiran 3** | Perhitungan nilai Rf KLT | 118 |
| **Lampiran 4** | Perhitungan kadar flavonoid total pada ekstrak segar dan sampah | 119 |
| **Lampiran 5** | Perhitungan kadar fenolat total pada ekstrak segar dan sampah | 126 |
| **Lampiran 6** | Aktivitas antioksidan pada kontrol positif, ekstrak segar dan sampah bugenvil | 133 |
| **Lampiran 7** | Pembuatan larutan ekstrak segar dan sampah | 139 |
| **Lampiran 8** | Reaksi hasil skrining fitokimia | 140 |
| **Lampiran 9** | Dokumentasi penelitian | 142 |

# BAB 1

# PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Radikal bebas adalah salah satu jenis senyawa oksigen aktif dan umumnya dikenal sebagai senyawa yang elektronnya tidak berpasangan. Senyawa ini terus menerus terjadi di dalam tubuh sebagai bagian dari berbagai proses, seperti aktivitas metabolisme sel normal, peradangan, kekurangan nutrisi, serta akibat paparan sinar gamma, radiasi ultraviolet (UV), pencemaran lingkungan, asap rokok, bahan kimia dalam makanan dan obat-obatan, hingga pola makan yang kurang sehat (Kesuma, 2015). Stres oksidatif terbentuk ketika terjadi ketidakseimbangan antara kemampuan mekanisme pertahanan alami tubuh dalam melawan dan pembentukan spesies oksigen reaktif (ROS). Jika tubuh tidak dapat menetralisir ROS dengan cukup tepat, maka dapat merusak biomolekul penting seperti protein, lipid, dan DNA serta kerusakan sel. Dampak negatif tersebut menyebabkan berbagai penyakit nuerodegenasi seperti penyakit Alzheimer (AD), penyakit Parkinson (PD), amiotrofik lateral sklerosis (ALS), penyakit Huntington (HD), multiple

sclerosis (MS), dan stroke iskemik (Chandra et al., 2024).

Aktivitas radikal bebas dapat dihambat melalui penggunaan antioksidan sintetis. Peran utama antioksidan dapat memblokir efek berbahaya dari produksi oksigen dan mencegah radikal bebas yang merusak tubuh dengan menangkap dan menetralisirnya. Contoh antioksidan sintesis yang umum digunakan dalam makanan adalah antioksidan fenolik, misalnya *butil hidroksil anisol* (BHA), *butil hidroksil toluene* (BHT), dan *tetra butil hidroksil quinon* (TBHQ). Namun, penggunaan antioksidan sintetis yang berlebihan dapat menimbulkan kerugian karena sifatnya yang karsinogenik, kardiotoksisitas, toksik dan menyebabkan kerusakaan DNA, tumor lambung, induksi kanker, dan sebagainya (Xu et al., 2021).

Dilihat dari dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan antioksidan sintetis diatas, maka diperlukan penelitian lanjutan untuk mengembangkan alternatif antioksidan dari alam. Antioksidan alami dinilai lebih aman secara toksikologis dan lebih diterima oleh tubuh dibandingkan antioksidan sintetis Selain itu, senyawa ini dapat berperan melindungi tubuh dari kerusakan akibat senyawa oksigen reaktif,

mencegah timbulnya penyakit degeneratif, serta menghambat proses peroksidasi lipid (Kim, 2021; Winarsi, 2007). Salah satu sumber antioksidan alami tersebut berasal dari metabolit sekunder tumbuhan khususnya flavonoid dan fenolat (Rahmi, 2017).

Senyawa fenolat dan flavonoid merupakan golongan metabolit sekunder yang banyak ditemukan dalam tumbuhan dan dikenal memiliki kemampuan sebagai antioksidan. Sumber antioksidan ada dua yaitu sumber antioksidan eksogen (bersumber dari luar tubuh seperti buah-buahan dan sayuran) dan sumber antioksidan endogen (bersumber dari dalam tubuh seperti enzim)(Nurkhasanah et al., 2023). Peran aktivitas ini sangat penting dalam menjaga tubuh dari stres oksidatif yang diakibatkan oleh radikal bebas yang diketahui dapat menimbulkan penyakit (Arifin & Ibrahim, 2018; Dai & Mumper, 2010). Flavonoid, salah satu subkelompok senyawa fenolat yang memiliki struktur dasar terdiri 15 atom karbon dengan pola C6-C3-C6. Struktur ini memungkinkan flavonoid dapat menetralkan radikal bebas melalui pemberian atom hidrogen atau elektron. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan antioksidan berkaitan dengan struktur kimianya. Senyawa fenolat sendiri juga didefinisikan

sebagai kelompok metabolit sekunder yang memiliki satu atau lebih gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada cincin aromatik. Gugus tersebut menjadikan senyawa fenolat dapat mendonorkan atom hidrogen untuk menetralkan radikal bebas, sehingga dapat berperan sebagai antioksidan. Oleh karena itu, kedua senyawa ini penting dalam mengevaluasi potensi antioksidan suatu bahan alam, termasuk bagian tanaman yang kurang termanfaatkan.

Salah satu tumbuhan yang mengandung flavonoid dan fenolat berasal dari *Bougainvillea glabra* famili (*Nyctaginanceae).* Tanaman bugenvil atau disebut bunga kertas merupakan tanaman yang sebagian besar dibudidayakan sebagai tanaman hias (Saleem et al., 2021). Secara umum, bagian tanaman bugenvil seperti daun dan batang, juga dilaporkan mengandung metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antioksidan. Namun, pada penelitian ini fokus diarahkan pada bagian bunganya karena bunga bugenvil merupakan bagian tanaman yang sering terbuang sebagai limbah, padahal bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) memiliki warna yang mencolok yang kaya dengan pigmen flavonoid dan antosianin yang diketahui berperan sebagai antioksidan.

Berdasarkan hasil penelitian oleh Simatupang et al., (2021) skrining fitokimia pada bunga bugenvil menunjukkan bahwa bunga bugenvil glabra mengandung senyawa alkaloid, saponin, flavonoid, fenol, glikosida, tanin, betalain, serta sedikit glukosa.

Penelitian terkait aktivitas antioksidan ekstrak bunga bugenvil sebelumnya telah dilaporkan. Berdasarkan penelitian oleh Simatupang et al., (2021) bahwa ekstrak bunga *Bougainvillea glabra* memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai $IC_{50}$ sebesar 2,27229 ppm, nilai tersebut mendekati kontrol positif yaitu asam askorbat dengan nilai $IC_{50}$ sebesar 0,10356 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak dari bunga *Bougenvillea glabra* tergolong aktivitas antioksidan kuat. Penelitian lain oleh Abdelrahman et al., (2024) pada ekstrak tanaman bugenvil spesies (*bougainvillea spectabilis) L*) pada metode DPPH memiliki nilai aktivitas penangkal radikal bebas secara keseluruhan pada konsentrasi 50 µg/mL persen inhibisi sebesar 25,70%, 31,24% konsentrasi 100 µg/mL, konsentrasi 200 µg/mL mencapai 36,57%, konsentrasi 500 µg/mL sebesar 47,67% dan pada konsentrasi 1000 µg/mL sebesar 58,09%, sedangkan pada metode FRAP memiliki nilai kekuatan aktivitas antioksidan reduksi

besi pada konsentrasi 50 µg/mL daya serap sebesar 1,34 OD, 1,47 OD konsentrasi 100 µg/mL, konsentrasi 200 µg/mL mencapai 1,53 OD, konsentrasi 500 µg/mL sebesar 1,85 OD, dan pada konsentrasi 1000 µg/mL sebesar 2,31 OD pada panjang gelombang 700 nm (*Optical Density*). Hal ini menunjukkan ekstrak (*Bougainvillea spectabilis L)* mempunyai kapasitas antioksidan (% penghambatan) cukup kuat, dibandingkan ekstrak buah cabai (Capsium annuum) yaitu pada metode DPPH pada konsentrasi 50 µg/mL-1000 µg/mL sebesar 16,06% menjadi 25,70% sedangkan pada metode FRAP pada konsentrasi 50 µg/mL-1000 µg/mL sebesar 1,07 menjadi 1,35 OD. Namun aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah delima (*Punica granatum*) lebih tinggi dibandingkan *bougainvillea spectabilis* yaitu metode DPPH pada konsentrasi 50 µg/mL-1000 µg/mL sebesar 33% menjadi 82,11% sedangkan pada metode FRAP pada konsentrasi 50 µg/mL-1000 µg/mL dari 1,51 menjadi 2,35 OD (panjang gelombang 700 nm).

Laporan penelitian oleh Simatupang et al., (2021) secara ringkas menyatakan bahwa ekstrak etanol bunga bugenvil segar memiliki aktivitas antioksidan mendekati dengan kontrol positif (Asam

askorbat). Namun, penelitian mengenai sampah bunga bugenvil belum pernah dilaporkan sebelumnya. Ketika bunga gugur, bunga hanya jatuh sebagai sampah. Padahal bunga bugenvil kemungkinan masih memiliki potensi sebagai sumber antioksidan alami. Dengan demikian, pada sampah bunga bugenvil juga diduga masih mengandung aktivitas antioksidan.

Menurut kajian penelitian oleh Wu et al., (2022) sampah bunga Mawar setata × Mawar rugosa (*Rosa setate × Rosa rugosa*) menunjukkan aktivitas radikal bebas DPPH pada ekstrak murni dan kontrol positif (Trolox), yang keduanya mengalami peningkatan, dengan peningkatan tertinggi pada konsentrasi 25 µg/mL masing-masing sebesar 82,70% dan 83,64%. Nilai $IC_{50}$ pada ekstrak murni tercatat sebesar 7,64 ± 0,23 µg/mL, sementara ekstrak kasar memiliki $IC_{50}$ sebesar 44,6 ± 0,51 µg/mL. Keduanya lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol positif yaitu trolox sebesar 4,86 ± 0,05 µg/mL. Selain itu, pada metode ABTS nilai penangkalan radikal bebas pada ekstrak kasar dan murni masing-masing sebesar 93,46% dan 93,07% yang mendekati nilai trolox sebesar 93,66%. Nilai $IC_{50}$ yang diperoleh pada ekstrak kasar dan murni sebesar 32,21 ± 0,54 µg/mL dan 15,90

± 0,78 µg/mL, sedangkan nilai $IC_{50}$ yang diperoleh pada Trolox sebesar 30,23 ± 0,19 µg/mL. Kemudian, menurut Lachguer et al., (2023) menunjukkan bahwa sampah bunga saffron seperti kelopak dan benang sari memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. Fraksi dietil eter menunjukkan aktivitas antioksidan paling kuat dengan nilai $IC_{50}$ sebesar 309,44 µg/mL, diikuti oleh fraksi etil asetat dengan nilai $IC_{50}$ sebesar 721,09 µg/mL, fraksi n-butanol dengan nilai $IC_{50}$ sebesar 883,96 µg/mL, dan fraksi air dengan nilai $IC_{50}$ sebesar 888,77 µg/mL. Sementara itu, ekstrak air dan metanol menunjukkan aktivitas antioksidan paling rendah, dengan nilai $IC_{50}$ sebesar 1226,98 dan 1364,8 µg/mL. Di sisi lain, penelitian yang dilakukan oleh Munir et al., (2018) menunjukkan bahwa limbah sayuran seperti bawang merah, bawang putih, dan kembang kol yang di ekstrak dengan pelarut metanol 80% dan etanol 80% memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. Nilai persentase aktivitas penangkalan radikal bebas menggunakan metode DPPH antara 43,98-57,37% dan 47,28-61,13%, Aktivitas tertinggi diperoleh pada ekstrak etanol limbah bawang merah, diikuti oleh bawang putih, dan aktivitas antioksidan terendah diperoleh dari limbah ekstrak metanol kembang kol.

Selanjutnya, ekstrak dari limbah bunga Jantan kelapa sawit juga memiliki nilai $IC_{50}$ sebesar 13,12222828 ppm. Nilai ini menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan pada ekstrak tersebut termasuk kategori sangat kuat, karena dibawah batas 50 ppm(Fentia & Rullen, 2020).

Informasi dari penelitian Fentia & Rullen, 2020; Lachguer et al., 2023; Munir et al., 2018; Wu et al., 2022 menunjukkan bahwa sampah bunga memiliki aktivitas antioksidan yang tidak dapat diabaikan. Oleh karena itu, hasil penelitian tentang aktivitas antioksidan pada sampah bunga melatarbelakangi pada penelitian ini. Inspirasi lainnya berasal dari kemudahan tumbuhnya tanaman bugenvil. Tanaman hias ini tumbuh dengan mudah pada iklim tropis yang hangat, sehingga tanaman bugenvil berpotensi dibudidayakan dalam skala besar (Tjia, 2019). Harapannya aktivitas antioksidan baik pada bunga keadaan segar maupun telah menjadi sampah dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk kepentingan industri. Berdasarkan penjelasan sebelumnya, secara ringkas bahwa bunga bugenvil segar memiliki aktivitas antioksidan yang relatif sebanding dengan asam askorbat (kontrol positif). Namun, pada sampah bunga bugenvil belum

pernah dilaporkan sebelumnya, yang kemungkinan juga memiliki aktivitas antioksidan yang tidak kalah besarnya dengan bunga bugenvil keadaan segar. Hal ini seperti yang dijelaskan dalam firman Allah SWT dalam Q.S Thaha: 53

الَّذِيْ جَعَلَ لَكُمُ الْاَرْضَ مَهْدًا وَّسَلَكَ لَكُمْ فِيْهَا سُبُلًا وَّاَنْزَلَ مِنَ السَمَاءِ مَاءً، فَاَ خْرَجْنَا بِهٖ اَزْوَاجًا مِّنْ نَبَاتٍ شَتّٰى

Artinya: (Dialah Tuhan) yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan Yang telah menjadikan bagimu di bumi jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam (Q.S Thaha:53). Ayat diatas menerangkan bahwa Allah menurunkan air hujan dari langit, dan melalui air hujan tersebut ditumbuhkannya beraneka ragam macam tumbuhan berupa tanam-tanaman dan buah-buahan, baik yang asam, manis, maupun pahit dan berbagai macam lainnya(Abdullah bin Muhammad, 2003).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, aktivitas antioksidan bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) telah dilaporkan, namun hanya berfokus pada bunga segar dan hanya menilai potensi antioksidannya saja. Belum ada penelitian yang membandingkan bunga

segar dan sampah, serta menganalisis kadar flavonoid dan fenolat total serta aktivitas antioksidan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kadar flavonoid, fenolat, dan aktivitas antioksidan antara bunga bugenvil segar dan sampah. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman baru mengenai potensi limbah tanaman sebagai sumber antioksidan alami, sekaligus membuka peluang penelitian lanjutan terkait pemanfaatan tanaman hias sebagai bahan bioaktif.

## B. Rumusan Masalah

1. Berapa kadar flavonoid dan fenolat total pada bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) segar dan sampah?
2. Bagaimana aktivitas antioksidan dari bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) segar dan sampah terhadap kuersetin?

## C. Tujuan Masalah

1. Mengetahui kadar total flavonoid dan fenolat pada bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) segar dan sampah.
2. Mengetahui aktivitas antioksidan bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) segar dan sampah terhadap kuersetin.

## D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu menambah wawasan pengetahuan mengenai kandungan flavonoid, fenolat total dan aktivitas antioksidan bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) segar dan sampah.

# BAB II

# TINJAUAN PUSTAKA

## A. Tanaman Bugenvil (*Bougainvillea glabra*)

Genus *Bougainvillea* yang termasuk dalam famili *Nyctinaginacea* terdiri dari 14 spesies, genus ini adalah genus tanaman hias. Pertama kali di eksplorasi oleh Louis de Bougainville di Brazil pada abad ke- 18 dan dibawa ke Eropa, dimana tanaman ini diterima secara luas. *Bougainvillea glabra*, umumnya dikenal sebagai bunga kertas yang merupakan tanaman yang paling umum dibudidayakan sebagai tanaman hias. Tanaman ini berasal dari Amerika Selatan, Peru, Argentina bagian Selatan, Brazil, dan tersebar luas sebagai tanaman hias di daerah beriklim hangat di Asia termasuk Indonesia. Tanaman ini dilaporkan tumbuh baik sebagai semak maupun tanaman merambat di taman tropis dan subtropis di seluruh dunia (Saleem et al., 2021). Namun, bunga bugenvil ini sifatnya sangat ringan dan mudah jatuh saat terbawa angin atau hujan. Ketika bunga jatuh, bunga hanya menjadi sampah dan sering terabaikan, padahal sampah bunga kemungkinan dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan dari alam.

Menurut Saleem et al., (2021) klasifikasi atau tata nama taksonomi dari tanaman bugenvil glabra diklasifikasikan sebagai berikut:

*Kingdom* : *Plantae*
*Phylum* : *Magnoliophyta*
*Class* : *Magnoliopsida*
*Subclass* : *caryophyllida*
*Ordo* : *Caryophyllales*
*Famil* : *Nyctaginaceae*
*Genus* : *Bougainvillea*
*Spesies* : *Bougainvillea glabra*



Gambar 2.1 Tanaman Bunga Bugenvil (*Bougainvillea glabra*) (Saleem et al., 2020)

Morfologi dari bunga *Bougenvillea glabra Choisy* merupakan tanaman yang merambat dengan batang berduri. Umumnya, tinggi tanaman sekitar 10–12 kaki (3,0–3,7 m) dan terkadang tumbuh hingga 30

kaki (9 m). Dikenal bunga kertas karena adanya bracts kertas berwarna-warni yang mengelilingi gugusan bunga putih kecil. Daun berwarna hijau tua panjangnya sekitar 4 inci (10 cm), dan diameternya bunganya sekitar 0,4 cm. Tumbuhan ini tumbuh sebagai semak yang cepat dan tidak teratur dengan tinggi 1–7 m dengan batang yang tebal serta cabangnya yang menggantung dengan duri yang melengkung sepanjang 5–15 mm. Daunnya berwarna hijau tua yang khas berada di tangkai daun sepanjang 1 cm, yang gundul di bagian adaksial dan puber di bagian abaksial. Bunga biseksual terbentuk dalam unit-unit simosa yang terdiri dari tiga bunga, dengan panjang unit 2–5 cm dan lebar 1,54 cm, daun pelindung (bracts) berbentuk oval, dengan ujung runcing dan pangkal kardioid, umumnya berwarna ungu tetapi juga dapat ditemukan berwarna merah, putih, jingga, dan merah muda. (Saleem et al., 2021).

**B. Metode Maserasi untuk Mengekstrak Bunga Bugenvil**

Ekstraksi pada dasarnya adalah suatu metode menghilangkan atau memisahkan satu atau lebih senyawa metabolit sekunder dari jaringan tanaman atau hewan dengan memanfaatkan pelarut yang sesuai

melalui proses yang telah ditetapkan (Wahyuningsih & Dkk, 2024). Pada penelitian ini digunakan metode ekstraksi dengan cara maserasi, pemilihan metode maserasi didasarkan pada kemampuannya mengekstrak senyawa yang tidak stabil terhadap panas maupun yang tahan panas. Golongan senyawa flavonoid dan fenolat merupakan senyawa yang sensitif terhadap suhu tinggi dan mudah mengalami oksidasi pada suhu tinggi (Yulianis et al., 2023).

Salah satu faktor yang memengaruhi ekstraksi adalah jenis pelarut yang digunakan. Syarat pemilihan pelarut didasarkan tingkat kepolaran dalam melarutkan senyawa target, hal ini sesuai dengan konsep (*like dissolves like*), dimana pelarut dengan nilai tingkat polaritas yang serupa dengan zat terlarut akan memberikan hasil ekstraksi yang lebih baik. Artinya senyawa polar cenderung larut dalam pelarut polar, sedangkan senyawa non polar lebih mudah larut dalam pelarut non polar (Wahyuningsih & Dkk, 2024). Selain aspek kepolaran, pemilihan pelarut juga perlu mempertimbangkan aspek lingkungan, keamanan, toksisitas, efektivitas pelarut dalam menarik senyawa bioaktif, serta aspek keberlanjutan, artinya sejauh mana pelarut berasal dari sumber terbarukan dan

dapat digunakan kembali tanpa menimbulkan efek negatif bagi lingkungan (Byrne et al., 2016).

Pelarut yang sering digunakan untuk ekstraksi flavonoid dan fenolat adalah etanol. Alasan pemilihan pelarut etanol karena bersifat polar yang mampu mengekstrak senyawa komponen fenolat atau flavonoid yang sifatnya juga polar (Wahyuningsih & Dkk, 2024). Alasan lainnya adalah mudah didapatkan, efisien, murah, aman untuk lingkungan, dan memiliki tingkat keberhasilan ekstraksi yang tinggi (Hakim & Saputri, 2020).

Berikut di bawah ini pelarut secara umum yang digunakan dalam ekstraksi. Pelarut-pelarut tersebut dikelompokkan berdasarkan urutan polaritasnya.

Tabel 2.1 Polaritas Pelarut (Yogeshi J et al., 2023)

| No | Pelarut | Polaritas |
|---|---|---|
| 1. | *N*-heksana | 0,009 |
| 2. | Eter Minyak Bumi | 0,117 |
| 3. | Dietil eter | 0,117 |
| 4. | Etil asetat | 0,228 |
| 5. | Khloroform | 0,259 |
| 6. | Diklorometana | 0,309 |
| 7. | Aseton | 0,355 |
| 8. | *N*-butanol | 0,586 |
| 9. | Etanol | 0,654 |
| 10. | Metanol | 0,762 |
| 11. | Air | 1.000 |

## C. Skrining Fitokimia dan Kandungan Metabolit Sekunder Bunga Bugenvil

Metabolit sekunder merupakan senyawa alami dari tumbuhan yang dapat menunjukkan berbagai sifat farmakologi (Torres-Ortiz et al., 2024). Aktivitas antioksidan pada bunga bugenvil dikaitkan dengan metabolit sekunder seperti senyawa alkaloid, triterpenoid, tanin, flavonoid, saponin, dan fenolat (Simatupang et al., 2021).

Berbagai penelitian telah melaporkan kandungan metabolit sekunder bunga bugenvil. Pada bunga bugenvil (*Bougainvillea spectabillis*) mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, senyawa fenolat, oksidan, dan pinitol (Yulianis et al., 2023). Kemudian, penelitian pada tanaman yang masih satu kelas dengan bunga bugenvil (*Bougainvillea*) juga telah dilaporkan dan ditemukan pada tumbuhan *Rosa damascene Mill* pada bagian bunga mengandung metabolit sekunder seperti saponin, tanin, fenolat, terpenoid, dan flavonoid (Wati et al., 2024).

Metabolit sekunder dapat dilakukan dengan uji fitokimia. Skrining fitokimia merupakan tahap awal dalam penelitian fitokimia yang bertujuan untuk mengidentifikasi secara umum jenis-jenis senyawa

yang terkandung dalam tanaman yang diteliti. Proses ini dilakukan dengan mengamati perubahan warna sebagai hasil reaksi dengan reagen tertentu(Kristianti et al., 2008). Fitokimia mencakup flavonoid, alkaloid, fenol, saponin, tanin, steroid, dan triterpenoid.

Beberapa penelitian telah melaporkan hasil skrining fitokimia tanaman bugenvil (*Bougaiivillea glabra*). Senyawa fitokimia bunga bugenvil glabra mengandung flavonoid, terpenoid, glikosida, fenol, alkaloid, saponin, steroid, tanin, kuinon, dan antosianin (PM Ravikumar & Thangaraj, 2023). Pada penelitian lain juga dilaporkan bahwa pada bagian daun bugenvil juga mengandung kelompok senyawa tanin dan flavonoid (Lina & Jannah, 2019).

Aktivitas Antioksidan Bunga *Bougainvellea glabra* sudah pernah dilaporkan, namun penelitian lanjutan terkait aktivitas antioksidan pada bunga bugenvil spesies lain masih terbatas. Berdasarkan penelitian Simatupang et al., (2021), pada bunga bugenvil glabra keadaan segar berpotensi sebagai antioksidan kuat dengan nilai $IC_{50}$ 2,27229 ppm, dengan pembandingnya adalah asam askorbat dengan nilai $IC_{50}$ 0,10356 ppm. Hasil ini menunjukkan nilai $IC_{50}$

dari bunga *Bougainvillea glabra* mendekati nilai $IC_{50}$ dari asam askorbat.

Shoviantari et al., (2024) pada penelitiannya juga menunjukkan bahwa bunga bugenvil yang dimodifikasi menjadi formulasi gel memiliki aktivitas antioksidan kuat. Formulasi gel tersebut memiliki nilai $IC_{50}$ sebesar 53,386 ppm. Larutan kontrol yang digunakan adalah asam askorbat dengan nilai $IC_{50}$ sebesar 8,903 ± 0,508. Hal ini menunjukkan bahwa bunga bugenvil glabra yang diformulasi menjadi gel termasuk antioksidan kuat.

Selain itu, dalam penelitian Haveni et al., (2019) menyebutkan bahwa bunga bugenvil (*Bougainvillea*) tidak disebutkan jenisnya, memiliki nilai $IC_{50}$ sebesar 55,71 ppm. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa bunga bugenvil tersebut memiliki potensi aktivitas antioksidan. Kajian lain juga menunjukkan bahwa bunga bugenvil (*Bougainvillea spectabillis*) memiliki aktivitas antioksidan, pada metode DPPH pada konsentrasi 50 menjadi 1000 µg/mL memiliki nilai aktivitas antioksidan $IC_{50}$ sebesar 25,70% menjadi 58,09%, sedangkan pada metode FRAP pada konsentrasi 50 menjadi 1000 µg/mL memiliki nilai aktivitas antioksidan $IC_{50}$ sebesar 1,34 menjadi 2,31

OD. Hal ini menunjukkan ekstrak *Bougainvillea spectabilis L* tergolong memiliki aktivitas antioksidan kuat dibandingkan buah cabai (*Capsicum annuum*). Namun, lebih rendah dibandingkan aktivitas antioksidan yang dimiliki oleh ekstrak kulit buah delima (*Punica granatum*) (Abdelrahman et al., 2024).

## D. Uji Aktivitas Antioksidan Bunga Bugenvil Glabra Menggunakan Metode DPPH

Antioksidan adalah senyawa yang memiliki struktur molekul yang dapat memberikan elektron kepada radikal bebas, sehingga dapat memutus reaksi radikal. Secara umum, antioksidan juga diartikan sebagai senyawa yang dapat menangkal radikal bebas. Antioksidan berfungsi dapat melindungi tubuh dari berbagai penyakit degeneratif, meningkatkan respons imun tubuh, mencegah penuaan dini, dan mencegah timbulnya stress oksidatif (Nurkhasanah et al., 2023).

Pengujian aktivitas antioksidan bunga bugenvil glabra (*Bougainvillea glabra*) dalam penelitian ini menggunakan metode DPPH. Alasan pemilihan metode ini karena proses pengukurannya singkat, sederhana, murah dan memerlukan jumlah bahan kimia dan sampel yang relatif sedikit (Simatupang et al., 2021).

Efek antioksidan senyawa fenolik (AR-OH) dalam menangkal radikal umumnya terjadi melalui dua mekanisme yaitu mekanisme transfer atom hidrogen (HAT) atau mekanisme elektron tunggal dan transfer proton (SET-PT). Dalam pengujian mekanisme berbasis HAT, molekul antioksidan dapat menekan radikal bebas melalui transfer hidrogen, namun dalam metode berbasis SET, aktivitas antioksidan potensial menunjukkan kemampuan antioksidan melalui transfer elektron ($e^-$), menghambat radikal bebas, mengurangi semua senyawa yang mengandung logam, dan karbonil (Gulcin & Alwasel, 2023).

Prinsip metode kerja DPPH pada penelitian ini adalah atom hidrogen (H+) dari ekstak bunga bugenvil (senyawa fenolat atau flavonoid) disumbangkan ke molekul radikal DPPH. Proses ini menyebabkan terbentuknya senyawa stabil non radikal berupa *difenil pikril hidrazin (DPPH-H)* yang ditandai dengan perubahan warna larutan dari ungu menjadi kuning. Perubahan warna tersebut menunjukkan bahwa semua elektron dalam radikal bebas telah berpasangan (Simatupang et al., 2021).

Intensitas warna senyawa non radikal *difenil pikril hidrazin* diukur menggunakan spektrofotometer

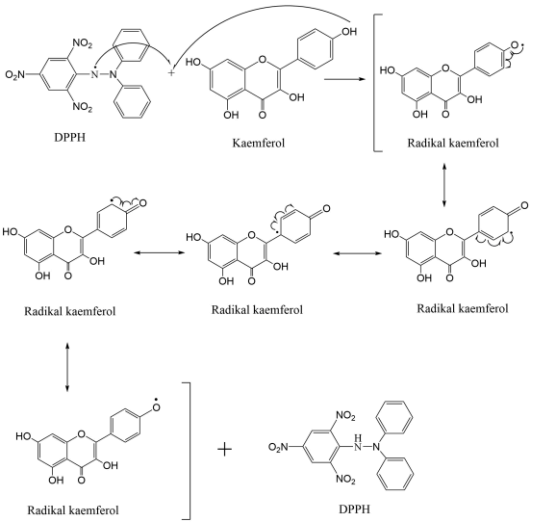
UV-Vis. Luaran data hasil pengukuran dengan spektrofotometer adalah absorbansi. Pengukuran aktivitas antioksidan ditunjukkan dengan menurunnya absorbansi larutan DPPH yang telah ditambah dengan sampel. Absorbansi yang diukur adalah jumlah DPPH yang tersisa dan tidak bereaksi dengan senyawa flavonoid dalam sampel. Semakin rendah nilai absorbansi larutan uji, semakin besar kemampuan senyawa dalam menangkap radikal bebas (Salamah & Widyasari, 2015). Dengan demikian, kemampuan antioksidan dikaitkan dengan seberapa besar konsentrasi ekstrak yang diperlukan untuk menghambat aktivitas radikal bebas DPPH. Konsentrasi ini dikenal dengan istilah IC (*Inhibition Concentration).*

Nilai $IC_{50}$ (*Inhibitory Consentration 50*). menunjukkan konsentrasi senyawa yang dibutuhkan dalam menghambat 50% radikal bebas. Semakin rendah nilai $IC_{50}$, maka semakin efektif kemampuan ekstrak dalam menangkap radikal bebas (DPPH)(Al Ridho et al., 2013). Selain itu, aktivitas antioksidan juga ditunjukkan dengan nilai persen inhibisi (% inhibisi). Nilai tersebut menggambarkan bahwa kemampuan senyawa bioaktif dalam menangkal radikal bebas.

Semakin tinggi persen inhibisi, maka semakin kuat aktivitas antioksidan pada sampel (Rozi et al., 2023).

## H. Mekanisme Reaksi DPPH dengan Kaemferol Sebagai Senyawa Model

Kaemferol merupakan golongan senyawa flavonoid yang memiliki gugus hidroksil yang memungkinkan terjadinya reaksi antioksidan dengan radikal DPPH. Dalam penelitian ini, kaemferol dijadikan sebagai senyawa model dalam memahami mekanisme reaksi dengan DPPH. Mekanisme tersebut terjadi melalui mekanisme donasi atom hidrogen atau transfer elektron dari gugus hidroksil kaemferol (Leopoldini et al., 2011). Molekul DPPH yang tak berpasangan akan bereaksi dengan molekul kaemferol, akibatnya molekul DPPH menjadi stabil. Kaemferol selanjutnya akan menjadi radikal, namun tetap terstabilkan melalui delokalisasi elektron pada cincin aromatik. Mekanisme reaksi DPPH dengan senyawa kaemferol sebagai berikut:




Gambar 2.2 Mekanisme reaksi DPPH dengan kaemferol (Nimse & Pal, 2015)

## I. Kajian Pustaka

Kajian penelitian terkait aktivitas antioksidan pada bunga bugenvil sudah pernah dilakukan. Menurut penelitian oleh Simatupang et al., (2021), aktivitas antioksidan bunga bugenvil segar diuji menggunakan metode DPPH. Hasil penelitian melaporkan bahwa ekstrak segar bunga *Bougainvillea glabra* memiliki nilai $IC_{50}$ sebesar 2,27229 ppm, sedangkan asam askorbat sebagai pembanding memiliki nilai $IC_{50}$ sebesar 0,10356 ppm. Nilai $IC_{50}$ dari ekstrak tersebut mendekati nilai $IC_{50}$ dari asam askorbat, sehingga

ekstrak bunga *Bougainvillea glabra* menunjukkan potensi aktivitas antioksidan kuat.

Penelitian lain oleh Shoviantari et al., (2024), menggunakan bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra)* ekstrak segar berwarna pink ungu yang sedikit dimodifikasi menjadi formulasi gel. Aktivitas antioksidan diukur menggunakan nilai $IC_{50}$ dengan konsentrasi yang digunakan yaitu Formula 1(F1), Formula 2(F2), dan Formula 3(F3). Asam askorbat digunakan sebagai pembanding dengan konsentrasi 2; 3; 4; 5; dan 6 ppm. Hasil penelitian menunjukkan aktivitas antioksidan $IC_{50}$ pada F1-F3 berturut-turut adalah 74,263 ± 0,073; 62,448 ± 0,125; dan 53,386 ± 0,261, sedangkan kontrol positif (asam askorbat) memiliki nilai $IC_{50}$ sebesar 8,903 ± 0,508. Berdasarkan hasil tersebut, sediaan gel dengan konsentrasi EEBK (ekstrak etanol bunga bugenvil) 40%(F3) menunjukkan aktivitas antioksidan kuat dengan nilai $IC_{50}$ sebesar 53,386 ppm.

Penelitian lain oleh Niarta (2024), juga melaporkan bahwa aktivitas antioksidan pada bagian batang bunga *Bougainvillea glabra,* diuji pada konsentrasi 25, 50, 100, 125, dan 150 ppm. Hasil penelitian diperoleh % inhibisi berturut-turut

14,471%, 23,3333%, 39,4411%, 47,8243%, dan 56,3672% dengan nilai $IC_{50}$ sebesar 131,2186 ppm. Nilai ini menunjukan bahwa ekstrak etanol batang bunga kertas tergolong antioksidan lemah, hal ini dimungkinkan karena perbedaan jumlah dan jenis kandungan metabolit sekunder yang terkandung pada bagian tumbuhan seperti daun, batang dan bunga.

Penelitian lain yang masih dalam satu spesies dengan bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) juga menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi. Abdelrahman et al., (2024) melaporkan bahwa pada ekstrak bunga bugenvil (*Bougainvillea spectabillis*) memiliki kandungan fenolik total yang beragam sehingga memiliki beberapa fungsi biologis sebagai antioksidan, antibakteri, dan antikanker. Aktivitas antioksidan diukur menggunakan nilai $IC_{50}$ dengan konsentrasi 50; 100; 200; 500; dan 1000 ppm. Hasil penelitian menunjukkan persentase penghambatan berturut-turut sebesar 25,70 ± 0,56; 31,24 ± 0,76; 36,57 ± 0,64; 47,67 ± 0,85; dan 58,09 ± 0,45. Aktivitas antioksidan akan bertambah seiring dengan peningkatan konsentrasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Fawad et al., (2012) juga menemukan bahwa ekstrak etanol dan

metanol bunga bugenvil (*Bougainvillea spectabillis*) segar mengandung aktivitas antimikroba. Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak etanol dan metanol mengandung flavonoid, fitosterol, alkaloid, saponin, triterpenoid, tanin, antrakuinon, furanoid, dan fenol. Selain itu, hampir semua jenis ekstrak (etanol, metanol, dietil eter, kloroform, dan air) terdeteksi mengandung asam amino dan protein, kecuali ekstrak etil asetat. Ekstrak etanol dan metanol bunga bugenvil (*Bougainvillea spectabillis)* menujukkan aktivitas antimikroba terhadap strain gram positif dan strain gram negatif. Aktivitas antimikroba tertinggi terlihat pada *Staphylococcus aureus* (strain gram positif) dengan ekstrak metanol, menghasilkan zona hambat mencapai 28,54 ± 0,18 mm. Pada strain gram negatif aktivitas antimikroba tertinggi ditunjukkan terhadap *Salmonella typhimurium* dengan zona hambat mencapai 17,26 ± 0,12 mm, diikuti oleh bakteri *Pseudomonas aeruginosa* sebesar 15,00 ± 0,12 mm. Pada ekstrak etanol yang memberikan zona penghambatan yang lebih besar terhadap bakteri *Proteus vulgaris* sebesar 14,55 ± 0,03 mm dan *Serratia marcescens* sebesar 14,55 ± 0,05 mm.

Selain itu, penelitian Alvarez Perez Gil et al., (2012) yang masih dalam satu spesies juga melaporkan bahwa ekstrak etanol bunga segar *Bougainvillea x butiana* memiliki aktivitas antiinflamasi dan antinosiseptif. Ekstrak ini mengandung berbagai fitokonstituen seperti alkaloid, karbohidrat, flavonoid, saponin, dan tanin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol *Bougainvillea x butiana* mampu menurunkan respons inflamasi secara signifikan pada hewan uji yang diinduksi asam asetat, dengan persentase penurunan masing-masing sebesar 5,35% ($P < 0,01$) dan 42,85% ($P < 0,05$). Kelompok yang diberi kontrol (deksametason dan aspirin) menunjukkan penurunan sebesar 17,8% dan 26,9%. Selain itu, aktivitas analgesik yang ditujukan pada ekstrak etanol *Bougainvillea x butiana* lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol yaitu sebesar 94,65 % atau 57,15% ($P < 0,001$), sedangkan kelompok kontrol masing-masing sebesar 73% dan 82%.

Ekstrak metanol daun kering jenis *Bougainvillea spectabillis* juga menunjukkan aktivitas inflamasi pada model peradangan akut dan kronis. Hasil penelitian menunjukkan efek antiinflamasi secara signifikan pada dosis 20 mg/kg sebesar 20,6% -

67,6% dan pada dosis 50 mg/kg sebesar 30%-66% pada model inflamasi akut yang diinduksi karagenan dan dekstrak, dibandingkan dengan kontrol positif yaitu obat standar indometasin yang menunjukkan penurunan penghambatan sebesar 87,3% dan 91,5%. Sedangkan model artritis, pada dosis 50 mg/kg ekstrak *Bougainvillea spectabillis* menunjukkan efek antiinflamasi kronis yang signifikan yaitu sebesar 38,46% dibandingkan pada kontrol positif yaitu deksametason sebesar 84,6%, serta model edema pada kaki menunjukkan nilai penghambatan maksimum sebesar 59,5% dalam peradangan akut yang diinduksi oleh karagenan. Berdasarkan temuan tersebut, ekstrak daun *Bougenvillea spectabillis* menunjukkan aktivitas antiinflamasi yang kuat (Mandal et al., 2015).

Selanjutnya, penelitian oleh Jawla et al., (2012) menemukan bahwa ekstrak kulit batang bunga *Bougenvillea spectabillis* memiliki aktivitas hipoglikemik. Kulit batang mengandung metabolit sekunder yaitu flavonoid, saponin, alkaloid, glikosida, steroid, dan tanin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol dari kulit batang memiliki aktivitas hipoglikemik yang signifikan pada tikus diabetes dibandingan tikus pada kelompok kontrol

(aloksan). Efek antihipoglemik tertinggi terlihat pada ekstrak etanol dari kulit batang pada dosis 250 mg/kg/hari dengan persentase penghambatansss lebih kuat 22,2 % dibandingkan pada glibenklamid 0,2 mg/kg.

Penelitian terkait sampah bunga bugenvil belum pernah dilaporkan, namun pada tanaman lain pernah ada yang melaporkan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Nambiraj & Suresh Kumar (2024) melaporkan bahwa minyak atsiri yang dihasilkan dari limbah pertanian memiliki potensi sebagai antioksidan. Limbah tersebut adalah *Eucalyptus camaldulensis Dehn* (EC), *Citrus Aurantifolia L*(CA), dan *Curcuma Longa L* (CL). Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri dari *Citrus Aurantifolia L* memiliki aktivitas antioksidan sedang, dengan nilai metode ABTS sebesar 18,4 µmol TE/g dan DPPH sebesar 186,4 µg/ml. Minyak dari *Eucalyptus camaldulensis Dehn* memilliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi, yaitu 71,5 µmol TE/g (ABTS) dan 78,1 µg/ml (DPPH). Sedangkan pada minyak *Curcuma Longa L* menunjukkan aktivitas antioksidan paling kuat, dengan nilai uji ABTS tertinggi sebesar 92, 5 µmol TE/g, dan uji DPPH sebesar 55,3 µg/ml. Hal ini menujukkan

bahwa pada minyak minyak *Curcuma Longa L* termasuk aktivitas antioksidan kuat, sedangkan pada kedua minyak yang lain termasuk aktivitas antioksidan sedang.

Kemudian, antosianin yang diperoleh dari limbah kelopak bunga mawar juga berpotensi dimanfaatkan sebagai antioksidan di bidang pangan. Berdasarkan hasil penelitian, aktivitas antioksidan dari antosianin dan senyawa ester asam lemaknya diuji menggunakan metode DPPH, FRAP, dan ABTS. Hasil uji menunjukkan adanya penurunan signifikan dalam aktivitas antioksidan, baik pada senyawa murni maupun setelah mengalami reaksi. Selain itu, ester asam laurat dari antosianin juga dimanfaatkan sebagai pewarna sekaligus antioksidan dalam krim (isian) biskuit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ester asam laurat dari antosianin menunjukkan stabilitas terhadap panas dan oksidasi yang lebih baik dibandingkan antosianin biasa. Peningkatan aktivitas antioksidan ini kemungkinan disebabkan oleh sifat lipofilik ester laurat yang lebih baik, sehingga larutannya lebih stabil dan efektif dalam sistem emulsi seperti krim biskuit (Marathe et al., 2021).

Penelitian lain oleh Cerdá-Bernad et al., (2023) menyebutkan bahwa limbah bunga shaffron yang di enkapsulasi mikro dan ekstrak putik saffron, mampu meningkatkan aktivitas antioksidan dan kandungan senyawa bioaktif dalam produk *yogurt*. Berdasarkan uji DPPH, yogurt yang ditambahkan dengan 0,10 g/100 g ekstrak kapsul putik saffron menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi, yaitu 0,46±0,07 mmol Trolox/100gram setelah penyimpanan selama 21 hari, jika dibandingkan dengan formulasi lainnya. Sementara itu, hasil uji FRAP bahwa *yogurt* dengan penambahan 0,5 dan 1 g/100 g ekstrak mikrokapsul limbah bunga saffron memberikan aktivitas antioksidan yang lebih besar, masing-masing 1,65 dan 1,66 mmol Trolox/100 g pada waktu 21 hari. Berdasarkan temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa penambahan 1 g/100 g ekstrak mikrokapsul limbah bunga saffron dan 0,10 g/100 g ekstrak kapsul putik saffron berkontribusi terhadap peningkatan aktivitas antioksidan yogurt, terutama dalam menghambat radikal bebas melalui mekanisme DPPH dan ABTS. Selanjutnya, penelitian oleh Valenga et al., (2019) menunjukkan bahwa limbah pertanian dari tanaman jelai dan daun kelor (*Moringa oleifera*) dapat

dimanfaatkan sebagai antioksidan biodiesel. Hasil penelitian terbaik diperoleh ketika konsentrasi limbah jelai mendekati 13 μg/mL dan konsentrasi limbah daun kelor mendekati 9 μg/mL dengan waktu induksi yang terbaik dicapai yaitu 8,18 ± 0,18 jam, lebih tinggi dibandingkan pada sampel kontrol. Selain itu, biodiesel yang diproduksi dalam formulasi ini dapat disimpan pada suhu 25°C selama kurang lebih enam setengah bulan tanpa mengalami penurunan kualitas akibat oksidasi. Dari hasil ini sesuai dengan ketetapan ANP (badan yang mengendalikan produksi dan kualitas bahan bakar) bahwa limbah jelai dan limbah daun kelor dapat digunakan sebagai sumber antioksidan alami untuk biodiesel, sekaligus memberikan nilai tambah secara ekonomi dan lingkungan.

Adapun informasi lebih lengkap dari penelitian-penelitian terdahulu dapat dilihat di **Tabel 2.2 dan 2.3**

Tabel 2.1 Ringkasan Penelitian Terdahulu Tentang Bunga Bugenvil Segar

| Jenis tanaman | Bagian tanaman | Bioaktivitas | Potensi | Referensi |
|---|---|---|---|---|
| *Bougenvillea glabra* | Bunga | Antioksidan | Pada bunga segar berpotensi sebagai antioksidan kuat dengan nilai $IC_{50}$ 2,27229 ppm, dengan pembandingya | (Simatupang et al., 2021) |

| Jenis tanaman | Bagian tanaman | Bioaktivitas | Potensi | Referensi |
|---|---|---|---|---|
| | | | adalah asam askorbat dengan nilai $IC_{50}$ 0,10356 ppm. Hasil ini menunjukkan bunga *Bougainvillea glabra* tergolong aktivitas antioksidan kuat | |
| *Bougenvillea (tidak disebutkan jenisnya)* | Bunga | Antioksidan | bunga bugenvil (*Bougainvillea*) tidak diketahui jenisnya, memiliki nilai $IC_{50}$ sebesar 55,71 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa bunga bugenvil tersebut memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. | (Haveni et al., 2019) |
| *Bougenvillea glabra* | Bunga | Antioksidan | Ekstrak bunga segar *Bougenvillea glabra* yang dijadikan sediaan gel memiliki aktivitas antioksidan sedang dengan nilai $IC_{50}$ sebesar 53,386 ppm. | (Shoviantari et al., 2024) |
| *Bougenvillea glabra* | Batang | Antioksidan | Ekstrak etanol dari batang bunga kertas menunjukkan aktivitas antioksidan dengan nilai $IC_{50}$ sebesar 131,21 ppm dengan absorbansi 0,305 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol batang bunga kertas termasuk kategori lemah. | (Niarta, 2024) |

Tabel 2. 2 Ringkasan Penelitian Terdahulu Tentang Sampah dari Tanaman Lain

| Jenis tanaman | Bagian tanaman | Bioaktivitas | Potensi | Referensi |
|---|---|---|---|---|
| Limbah pertanian yaitu *Eucalyptus camaldulensis Dehn* (EC), *Citrus Aurantifolia L*(CA), dan *Curcuma Longa L* (CL). | | Antioksidan | Minyak atsiri dari *Citrus Aurantifolia L* berpotensi sebagai aktivitas antioksidan. Pada uji ABTS memiliki nilai 18,4 µmol TE/g dan DPPH 186,4 µg/ml. Minyak *Eucalyptus camaldulensis Dehn* menunjukkan nilai uji ABTS dan DPPH tinggi masing-masing 71,5 µmol TE/g dan 78,1 µg/ml. sedangkan pada minyak *Curcuma Longa L* memiliki nilai uji ABTS tertinggi sebesar 9 2, 5 µmol TE/g, dan uji DPPH sebesar 55,3 µg/ml. | (Nambiraj & Suresh Kumar, 2024) |
| Bunga mawar | Bunga | Antioksidan | Hasil penelitian menunjukkan bahwa ester asam laurat antosianin menunjukkan stabilitas terhadap panas yang lebih baik dibandingkan dengan krim (isian) yang mengandung antosianin biasa. | (Marathe et al., 2021) |
| Limbah bunga saffron | | Antioksidan | Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan 1 g/100 g ekstrak mikrokapsul limbah bunga saffron dan | (Cerdá-Bernad et al., 2023) |

| Jenis tanaman | Bagian tanaman | Bioaktivitas | Potensi | Referensi |
|---|---|---|---|---|
| | | | 0,10 g/100 g ekstrak kapsul putik saffron berkontribusi terhadap peningkatan aktivitas antioksidan yogurt, terutama dalam menghambat radikal bebas melalui mekanisme DPPH dan ABTS. | |
| Limbah pertanian jelai dan daun kelor (*Moringa oleifera*) | Daun | Antioksidan | Hasil penelitian terbaik diperoleh ketika konsentrasi limbah jelai mendekati 13 g $L^{-1}$ dan konsentrasi limbah daun kelor mendekati 9 g $L^{-1}$ dengan waktu induksi yang terbaik dicapai yaitu 8,18 ± 0,18 jam dibandingkan pada sampel kontrol. Dari hasil ini sesuai dengan ketetapan ANP (badan yang mengendalikan produksi dan kualitas bahan bakar) bahwa BW dan ML dapat digunakan sebagai sumber antioksidan alami untuk biodiesel. | (Valenga et al., 2019) |

Tabel 2.2 dan 2.3 diatas menunjukan bahwa bunga bugenvil (*bougainvillea glabra*) keadaan segar memiliki aktivitas antioksidan. Bahkan, aktivitas antioksidan ekstrak bunga bugenvil ini hampir setara dengan efektifitas asam askorbat. Hal ini disebabkan

tingginya kadar fenolat dan flavonoid dalam bunga bugenvil segar. Namun, ekstrak bunga bugenvil sampah juga diduga memiliki aktivitas antioksidan yang serupa dengan bunga bugenvil segar. Hal ini dimungkinkan adanya kandungan fenolat dan flavonoid yang serupa dengan bunga bugenvil segar. Dugaan ini didasari dari penelitian terdahulu yaitu pada Limbah pertanian yaitu *Eucalyptus camaldulensis Dehn* (EC), *Citrus Aurantifolia L*(CA), dan *Curcuma Longa L* (CL), limbah kelopak bunga mawar, limbah pertanian tanaman jelai dan daun kelor (*Moringa oleifera*), serta limbah bunga saffron (Cerdá-Bernad et al., 2023; Marathe et al., 2021; Nambiraj & Suresh Kumar, 2024; Valenga et al., 2019). Dengan demikian, sampah bunga atau sampah tanaman secara umum juga kemungkinan memiliki aktivitas antioksidan yang tidak kalah besarnya dengan bagian tanaman yang segar. Hal ini juga dapat dikatakan bahwa sampah bagian tanaman tersebut masih memiliki nilai yang tinggi. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan kadar flavonoid, fenolat total, dan aktivitas antioksidan pada bunga bugenvil segar dan sampah.

## J. Hipotesis

Bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) diketahui memiliki potensi aktivitas antioksidan yang cukup tinggi. Aktivitas antioksidan ini diperoleh dari ekstrak bunga bugenvil keadaan segar. Namun, tidak menutup kemungkinan aktivitas antioksidan pada sampah bunga bugenvil serupa dengan aktivitas antioksidan bugenvil segar. Hal ini mungkin disebabkan masih terdapat senyawa fenolat dan khususnya flavonoid dalam bunga bugenvil sampah. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan melakukan perbandingan flavonoid, fenolat, dan aktivitas antioksidan pada bunga bugenvil segar dan sampah.

# BAB III

# METODE PENELITIAN

## A. Tempat dan Waktu Penelitian

Pengambilan sampel bunga bugenvil segar dan sampah dilakukan di Taman BSB City Kecamatan Mijen, Kota Semarang. Pembuatan ekstrak, uji fitokimia, pengujian flavonoid dan fenolat total serta pengujian antioksidan di Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Muhammadiyah Semarang. Proses penelitian dan analisis data berlangsung dari bulan Januari hingga Juni 2025.

## B. Alat dan Bahan

### 1. Alat

Penelitian ini menggunakan alat berupa batang pengaduk, blender (Miyako), seperangkat alat gelas kimia (Iwaki Pyrex, herma), labu ukur (Iwaki pyrex, herma), tabung reaksi (Iwaki pyrex, herma), rak tabung reaksi, (Iwaki pyrex), pipet tetes, pipet volume (Iwaki Pyrex), kertas saring, corong gelas (herma), ayakan, spatula, batang pengaduk, timbangan analitik (Ohaus), seperangkat toples maserasi, satu set alat destilasi, satu set alat *vacuum rotary evaporator* (IKA RV 10 digital), oven ( Univrersal UN 55), *waterbath* (LTT 600)

dan *instrument spectrophotometer* UV-Vis (DLAB SP-UV11004010120100).

**2. Bahan**

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan berupa bunga bugenvil (*Bougenvillea glabra*) segar dan sampah yang diperoleh dari Taman BSB City Kecamatan Mijen, Kota Semarang. Etanol ($C_2H_5OH$, Merck, p.a), reagen Folin-Ciocalteu (Sigma Aldrich USA), asam galat (Sigma Aldrich USA), kuarcetin (Sigma Aldrich USA), 2,2-difenil-1-pikril-hidrazil (DPPH himedia), pereaksi dragendrof (nitra kimia, teknis), pereaksi mayer (nitra kimia), pereaksi wegner (nitra kimia), pereaksi Lieberman-Bourcard (nitra kimia), logam magnesium (serbuk Mg), natrium hidroksid (NaoH, Merck, p.a) asam klorida pekat 37% (HCl, Merck, p.a), kloroform ($CCI_3$, Merck, p.a), asam sulfat ($H_2SO_4$, Merck, p.a)), natrium klorida 20% (NaCl, Merck, p.a), Besi (III) chloride ($FeCl_3$10 % Merck, p.a), natrium karbonat 7% ($Na_2CO_3$, Merck, p.a), Kalium Acetat 1M ($CH_3COOK$, Merck, p.a), Alumunium (III) chloride ($AlCl_3$10%, Merck, p.a) dan Akuades.

**C. Cara Kerja**

**1. Pengambilan Bunga Bugenvil (*Bougainvillea glabra*) Segar**

Bunga bugenvil segar dipetik secara langsung dari pohonnya, kemudian dikumpulkan dan disortasi basah dengan air mengalir untuk membersihkan dari kotoran yang menempel. Setelah itu, bunga dipotong menjadi bagian kecil-kecil dan dikeringkan pada suhu 40°C selama tiga hari sekali. Bunga bugenvil yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk dan diayak dengan ayakan 40 mesh. Serbuk yang diperoleh kemudian disimpan (Rizki et al., 2022).

**2. Pengambilan Sampah Bunga Bugenvil (*Bougainvillea glabra*)**

Sampah bunga bugenvil diperoleh dari bunga yang berjatuhan di bawah pohon, kemudian dikumpulkan dan dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel. Setelah itu, dikeringkan pada suhu 40°C selama tiga hari sekali. Bunga yang telah kering, dipotong kecil-kecil dan dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk. Kemudian diayak dengan ayakan 40 mesh. Serbuk yang diperoleh kemudian disimpan (Wu et al., 2022).

**D. Pembuatan Ekstrak Bunga bugenvil (Simatupang et al., 2021)**.

Sebanyak 150 gram serbuk bunga bugenvil segar dan sampah bunga dimasukkan ke dalam toples kaca dan ditambahkan 750 mL etanol 96% dan dimaserasi selama 24 jam pada suhu ruang sambil dilakukan pengadukan satu hari sekali. Kemudian disaring dan filtrat dipisahkan. Selanjutnya residu bubuk bunga bugenvil segar dan sampah diremaserasi kembali menggunakan pelarut baru dengan jumlah volume yang sama selama 2 kali. Filtrat yang diperoleh dicampurkan dan diuapkan dengan *rotary evaporator* suhu 40°C sampai diperoleh ekstrak kental. Kemudian ekstrak dimasukkan ke botol vial, setelah itu ekstrak ditimbang. Dihitung kadar rendemen masing-masing ekstrak dengan menggunakan persamaan 3.1

$$\%\ rendemen = \frac{berat\ ekstrak\ (gram)}{berat\ sampel\ (gram)} \times 100\ \%\ (3.1)$$

**E. Uji Fitokimia**

**1. Uji alkaloid**

Sebanyak 2 mL ekstrak bunga bugenvil baik segar maupun sampah dimasukkan dalam tabung reaksi. Selanjutnya, ditambahkan 2-3 tetes HCl 2N yang bertujuan untuk menarik senyawa alkaloid dari dalam simplisia. Campuran tersebut lalu dipanaskan,

didinginkan, dan dilanjutkan proses pengendapan menggunakan tiga jenis pereaksi yaitu pereaksi mayer, wegner, dan dragendroff. Pada uji reagen mayer, sebanyak 2 mL ekstrak ditambahkan 1 mL reagen mayer, hasil positif apabila terbentuk endapan berwarna putih pada larutan. Sedangkan uji pereaksi wegner, sebanyak 2 mL ekstrak ditambahkan 1 mL reagen wegner, hasil positif apabila ditandai dengan endapan coklat. Terakhir uji dengan pereaksi dragendroff, 2 mL ekstrak ditambahkan 1 mL reagen dragendroff, hasil positif apabila terbnetuk endapan berwarna jingga pada larutan(Mirna et al., 2019).

**2. Uji Flavonoid**

Sebanyak 2 mL ekstrak bunga bugenvil baik segar maupun sampah dimasukkan beberapa tetes NaoH 20 % untuk menghasilkan warna kuning. Kemudian ditambahkan beberapa tetes HCl untuk menghilangkan warna kuning. Keberadaan flavonoid ditunjukkan dengan terbentuk dan hilangnya warna kuning(Rajkumar et al., 2022).

**3. Uji Tanin**

Sebanyak 2 mL ekstrak bunga bugenvil baik - segar maupun sampah dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 1-2 tetes larutan $FeCl_{3,}$

Hasil positif mengandung tanin apabila terjadi larutan menunjukkan perubahan warna biru atau hijau kehitaman pada larutan ekstrak(Mirna et al., 2019).

**4. Uji Saponin**

Sebanyak 2 mL ekstrak bugenvil baik segar maupun sampah dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 10 mL aquades panas. Setelah itu, dinginkan, dan kocok kuat selama 10 detik. Jika terbentuk buih setinggi 1-10 cm selama 10 menit, maka menujukkan positif mengandung saponin(Mirna et al., 2019).

**5. Uji Steroid/Terpenoid**

Sebanyak 2 mL ekstrak bunga bugenvil baik segar maupun sampah dimasukkan ke dalam tabung reaksi lalu ditambahkan kloroform dan dipanaskan selama 10 menit. Setelah itu, ditambahkan 2-3 tetes pereaksi Liebermann-burchard (campuran asam anhidrida asetat dan $H_2SO_4$ pekat). Jika terjadi perubahan warna menjadi merah, pink, atau ungu, maka menunjukkan adanya senyawa triterpenoid, sedangkan perubahan warna menjadi hijau atau ungu menunjukkan keberadaan senyawa steroid(Sudarmi et al., 2017).

**6. Uji Fenol**

Sebanyak 2 mL ekstrak segar dan sampah dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 2 mL etanol dan 3 tetes larutan $FeCl_3$. Apabila terbentuk warna hitam kebiruan pada larutan maka menunjukkan positif senyawa fenol(Haveni et al., 2019).

**F. Uji Kromatografi Lapis Tipis Pada Ekstrak Segar dan Sampah**

Proses identifikasi senyawa dalam ekstrak segar dan sampah bunga bugenvil dilakukan menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT) dengan pelat silika gel 60 $F_{254}$ berukuran 7 × 2 cm. Sampel segar dan sampah ditotolkan pada pelat silika dengan jarak sekitar 1 cm dari tepi bawah menggunakan pipa kapiler, kemudian dikeringkan. Eluen yang digunakan yaitu metanol:etil asetat (1:9 v/v). Pemilihan eluen ini didasarkan pada sifat kepolaran senyawa yang dianalisis. Pelat kemudian dimasukkan dalam chamber yang sebelumnya telah dijenuhkan selama ± 1 jam. Setelah fasa gerak naik hingga mencapai ketinggian sekitar 6,5 cm, pelat dikeluarkan dari chamber dan dikeringkan pada suhu ruang. Noda yang terbentuk kemudian diamati di bawah sinar ultraviolet (UV) pada

panjang gelombang 254 nm. kemudian dihitung nilai Rf menggunakan rumus pada persamaan 3.2 (Hidayah et al., 2020).

$$\text{Nilai Rf} = \frac{Jarak\ yang\ ditempuh\ senyawa\ dari\ titik\ asal}{Jarak\ yang\ ditempuh\ pelarut\ dari\ titik\ asal} \quad (3.2)$$

## G. Penentuan Kadar Flavonoid Total Pada Bunga bugenvil Segar dan Sampah

### 1. Pembuatan Larutan Standar Kuersetin

Sebanyak 10 mg kuersetin ditimbang dan dilarutkan dalam 10 mL etanol hingga volume mencapai tanda batas, sehingga diperoleh larutan induk dengan konsentrasi 1000 ppm. Selanjutnya, dipipet 1 mL dari larutan induk tersebut dan dilarutkan dalam 10 mL etanol sehingga diperoleh konsentrasi 100 ppm. Larutan standar 100 ppm diencerkan menjadi beberapa konsentrasi yaitu 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, dan 50 ppm. Dari masing-masing konsentrasi tersebut ditambahkan 3 mL etanol, 0,2 mL $AlCl_3$ 10%, 0,2 mL kalium asetat 1 M, dan ditambahkan aquades hingga volumenya 10 mL dan dikocok. Kemudian diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang. Absorbansi diukur dengan spektrofotometri UV-Vis menggunakan panjang gelombang 431 nm (Nurlinda et al., 2021).

2. **Pembuatan Larutan Ekstrak Bunga Bugenvil (*Bougainvillea glabra*) Segar dan Sampah (Ahmad et al., 2015)**

   Larutan ekstrak masing-masing bunga bugenvil segar dan sampah dibuat dengan cara ditimbang 0,1 g kemudian dilarutkan dengan 100 mL etanol, sehingga diperoleh konsentrasi 1000 ppm.

3. **Pengujian Kadar Flavonoid Total Ekstrak Bunga Bugenvil Segar dan Sampah (*Bougenvillea Glabra*)**

   Sebanyak 1 mL larutan ekstrak bugenvil segar maupun sampah ditambahkan 0,2 mL larutan $AICl_3$ 10% dan 0,2 mL Kalium Asetat 1 M dan ditambahkan 2,8 mL air suling sampai volume10 mL. Kemudian dikocok hingga homogen dan diinkubasi selama 30 menit dan diukur absorbansinya dengan hasil yang diperoleh dari spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 431 nm. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali replikasi. Kurva regresi linier diperoleh dari standar Quercetin. Nilai tersebut didefinisikan dalam bentuk mg ekuivalen quercetin (QE) per gram(Permanasari et al., 2024). Kadar flavonoid total dapat dihitung menggunkan rumus pada persamaan 3.3

$$Total\ Flavonoid = \frac{C.v.fp}{M} \quad (3.3)$$

Keterangan:

C : Konsentrasi flavonoid (x)

V : Volume ekstrak (L)

M : Massa Sampel (g)

FP : Faktor pengenceran (Ramadhan et al., 2021).

**H. Penentuan Kadar Fenolat Total Pada Bunga Bugenvil Segar dan Sampah**

**4. Pembuatan Larutan Standar Asam Galat (Ahmad et al., 2015)**

Sebanyak 10 mg Asam Galat dilarutkan dalam etanol sampai volumenya 10 mL pada labu ukur 10 mL, sehingga diperoleh larutan induk dengan konsentrasi 1000 ppm. Dari larutan stok diambil sebanyak 1 mL dan diencerkan dengan etanol hingga volume 10 mL sehingga diperoleh konsentrasi 100 ppm. Dari larutan tersebut kemudian diencerkan menjadi konsentrasi 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, dan 50 ppm.

**5. Pengukuran Larutan Standar Asam Galat (Ahmad et al., 2015)**

Larutan standar asam galat 100 ppm dibuat pada konsentrasi 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm. Setiap konsentrasi ditambahkan 0,4 mL reagen *Folin-Ciocalteau* dikocok dan didiamkan 4-8 menit, setelah

itu, ditambahkan 4,0 mL $Na_2CO_3$ 7% dikocok hingga homogen. Kemudian ditambahkan aquades hingga volume 10 mL dan didiamkan selama 30 menit dalam keadaan gelap. Setelah 30 menit, diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum 765 nm. lalu dibuat kurva kalibrasinya, hubungan antara konsentrasi asam galat (μg/mL) dengan absorbansi.

6. **Pembuatan Larutan Ekstrak Bunga Bugenvil (*Bougenvillea glabra*) Segar dan Sampah (Ahmad et al., 2015)**

   Larutan ekstrak masing-masing bunga bugenvil segar dan sampah dibuat dengan cara ditimbang 0,1 g kemudian dilarutkan dengan 100 mL etanol, sehingga diperoleh konsentrasi 1000 ppm.

7. **Pengujian Kadar Fenolat Total Bunga Bugenvil (*Bougenvillea glabra*) Segar dan Sampah(Alhawarri et al., 2021)**

   Sebanyak 1 mL larutan ekstrak bunga bugenvil segar dan sampah ditambahkan 0,4 mL reagen Follin-Ciocalteu, dikocok dan diamkan selama 4-8 menit. Setelah itu, ditambahkan 4 mL $Na_2CO_3$ 7% dan kocok hingga homogen. Tambahkan aquades hingga volume 10 mL dan diamkan selama 30 menit dalam keadaan gelap. Blanko dibuat menggunakan etanol. Setelah

inkubasi 30 menit, diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 765 nm. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan untuk memperoleh kadar fenolat, yang dinyatakan sebagai mg ekuivalen asam galat/g ekstrak. Kadar fenolik total dapat dihitung menggunkan rumus pada persamaan 3.4

$$Total\ Fenolat = \frac{C.v.fp}{M} \quad (3.4)$$

Keterangan:

C : Konsentrasi Fenolat (x)

V : Volume ekstrak (L)

M : Massa Sampel (g)

FP : Faktor pengenceran (Ramadhan et al., 2021).

**I. Penentuan Aktivitas Antioksidan Pada Ekstrak Segar dan Sampah**

**1. Pembuatan Larutan DPPH**

Sebanyak 10 mg DPPH dilarutkan dalam 100 mL etanol p.a dalam labu ukur sehingga diperoleh konsentrasi 100 ppm. Larutan disimpan dalam wadah yang tertutup rapat dan tidak terkena cahaya matahari(Supringrum & Jubaidah, 2019)

**2. Pembuatan Larutan Standar Kuersetin**

Sebanyak 10 mg kuerstin dilarutkan dengan etanol hingga volume 100 mL ke dalam labu ukur

sehingga diperoleh konsentrasi larutan standar kuersetin 100 ppm. Larutan tersebut kemudian diencerkan menjadi 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, dan 50 ppm. Masing-masing konsentrasi diambil sebanyak 3 mL dan ditempatkan dalam botol vial, lalu ditambahkan 2 mL DPPH 100 ppm sehingga total larutan menjadi 5 mL. Larutan dikocok hingga homogen, seluruh botol vial ditutup alumunium foil dan diinkubasi dalam ruang gelap selama 30 menit. Pengukuran absorbansi dilakukan 3 kali pengulangan dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm dan dibuat kurva baku larutan standar kuersetin (Sari et al., 2021).

**3. Pengujian Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Bunga Bugenvil Segar dan Sampah**

Sebanyak 0,1 g ekstrak bunga bugenvil segar dan sampah dilarutkan dengan etanol hingga volume 100 mL ke dalam labu ukur sehingga diperoleh konsentrasi 1000 ppm. Kemudian larutan induk ekstrak diencerkan menjadi 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, 100 ppm, dan 125 ppm. Masing-masing konsentrasi diambil sebanyak 3 mL dan ditempatkan dalam botol vial, lalu ditambahkan 2 mL DPPH 100 ppm sehingga total larutan menjadi 5 mL. Larutan dikocok hingga

homogen, seluruh botol vial ditutup alumunium foil dan diinkubasi dalam ruang gelap selama 30 menit. Pengukuran absorbansi dilakukan 3 kali pengulangan dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm (Sari et al., 2021).

**4. Penentuan Persentase Inhibisi**

Persen inhibisi adalah seberapa besar kemampuan sampel dalam menangkap radikal bebas dalam suatu konsentrasi tertentu. Aktivitas penangkapan radikal bebas dinyatakan sebagai persen inhibisi yang dapat di hitung dengan menggunakan rumus pada persamaan 3.5

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{Abs.\ DPPH - Abs.\ Sampel}{Abs\ DPPH} \times 100\ \% \quad (3.5)$$

(Simatupang et al., 2021).

# BAB IV

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## A. Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) segar dan sampah yang diperoleh dari Taman BSB City Kecamatan Mijen, Kota Semarang. Preparasi sampel dimulai dari sampel bunga bugenvil dipisahkan antara bunga segar dan sampah bunga, masing-masing sampel kemudian disortasi basah. Sortasi ini dilakukan untuk memisahkan simplisia kotoran seperti tanah, rumput liar, atau bagian tanaman lain yang tidak digunakan dan rusak. Selanjutya sampel dicuci menggunakan air sampai bersih yang bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada sampel dan ditiriskan (Maslahah, 2024). Langkah selanjutnya yaitu kedua sampel dipotong kecil-kecil yang bertujuan untuk memperluas permukaan sampel agar kontak antara pelarut pengekstraksi dan sampel meningkat, serta mempercepat saat proses pengeringan(BPOM, 2023).

Pengeringan dilakukan menggunakan oven pada suhu 40°C selama tiga hari sekali, setelah kering kemudian diganti dengan sampel yang baru untuk

tahap pengeringan selanjutnya. Tujuannya untuk memberikan hasil yang seragam dan efisien. Pengeringan ini bertujuan untuk menghambat pertumbuhan mikroba sehingga kualitas simplisa tetap terjaga (Sirait & Enriyani, 2021). Pemilihan suhu ini bertujuan untuk menjaga kualitas senyawa bahan alam dalam sampel, karena pengeringan dengan suhu tinggi dapat menurunkan kandungan flavonoid dan fenolat, karena kedua senyawa tersebut sensitif terhadap panas (Syafrida et al., 2018).

Sampel bunga bugenvil segar dan sampah yang telah kering, kemudian dihaluskan menggunakan blender yang bertujuan untuk memperbesar luas permukaan simplisia, sehingga senyawa kimia yang terkandung dalam sampel lebih mudah terekstrak. Dengan demikian, proses ekstraksi dapat berjalan lebih optimal (Meigaria et al., 2016). Kemudian sampel diayak menggunakan ayakan 40 mesh bertujuan untuk menyamakan ukuran partikel, tidak terlalu kasar dan tidak terlalu halus. Ukuran serbuk yang terlalu besar dapat memperlambat proses ekstraksi karena pelarut membutuhkan waktu yang lama dalam menembus dinding sel dan melarutkan kandungan sel. Adapun ukuran serbuk yang terlalu halus dapat menyulitkan

proses ekstraksi karena ruang sel menjadi lebih sempit (Subositi, 2014). Hasil serbuk bunga bugenvil segar kering didapatkan sebanyak 219 gram dan serbuk sampah bunga kering sebanyak 150 gram.



Gambar 4.1 Serbuk segar (berwarna pink keunguan) dan serbuk sampah (berwarna coklat)

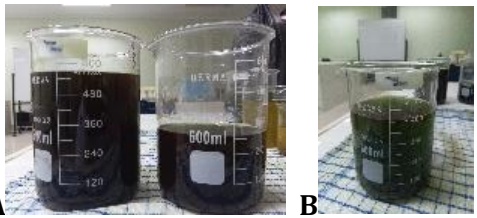
**B. Ekstraksi Sampel Dengan Maserasi**

Pada penelitian ini, ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 96%. Prinsip dari metode maserasi didasarkan pada kemampuan senyawa aktif untuk larut dalam pelarut yang sesuai berdasarkan kesamaan polaritasnya (*like dissolves like*). Pelarutan zat aktif dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia ke dalam pelarut melalui mekanisme kesetimbangan konsentrasi antara pelarut dan bahan (Sagala, 2015). Namun, keberhasilan maserasi tidak hanya ditentukan dalam pelarut, tetapi juga kondisi simplisia (terutama kandungan air didalamnya). Jika simplisia masih mengandung air, maka etanol akan sulit mengekstrak senyawa metabolit

sekunder, karena keberadaan air mengubah polaritas dan menghambat penetrasi pelarut. Sebaliknya jika simplisia benar-benar kering, maka pelarut dapat bekerja optimal dalam melarutkan senyawa aktif tanpa ada gangguan dari air (González-Hernández et al., 2024). Pemilihan metode maserasi, karena metodenya sangat sederhana dan pengerjaannya mudah dilakukan, serta dapat mencegah kemungkinan terjadinya kerusakan senyawa kimia terutama yang bersifat termolabil (tidak tahan panas) pada saat ekstraksi (Mukhriani, 2014). Etanol 96% pada penelitian ini dipilih karena pelarut polar yang dapat menarik senyawa-senyawa polar seperti flavonoid dan fenolat (Jawa La et al., 2020).

Sebanyak 150 gram bunga bugenvil segar dan sampah bunga bugenvil (*Bouganivillea glabra*) diekstraksi menggunakan 750 mL etanol 96% selama 3×24 jam, untuk memastikan semua sampel terendam dan larut dengan optimal serta dilakukan pengadukan satu kali setiap harinya. Pengadukan ini penting agar seluruh permukaan serbuk dapat terkena dengan pelarut, sehingga zat aktif yang didalamnya dapat larut dengan maksimal (Yunita & Khodijah, 2020).

Proses maserasi dilakukan selama 3 hari secara berulang (remaserasi) dengan prosedur yang sama guna memperoleh hasil ekstraksi yang lebih maksimal. Hasil maserasi dari ekstrak segar berwarna hijau kehitaman, sedangkan pada ekstrak sampah berwarna hijau.




**A** **B**

Gambar 4.2 **A.** Ekstrak Etanol Segar **B.** Ekstrak Etanol Sampah

Kemudian hasil maserat yang didapat dimasukkan ke dalam labu evaporasi untuk dipekatkan pelarutnya menggunakan *vacum rotary evaporator* pada suhu 40°C dengan kecepatan putaran 60 rpm. Setelah proses penguapan menggunakan *vacum rotary evaporator* selesai, ekstrak yang diperoleh kemudian diuapkan menggunakan *water bath* pada suhu 40°C. Penguapan dengan waterbath membantu menghilangkan sisa pelarut yang masih tertinggal saat evaporasi, sehingga ekstrak yang dihasilkan memiliki konsistensi yang lebih kental. Selanjutnya ekstrak kental etanol sampel segar dan sampah bunga bugenvil

glabra yang diperoleh ditimbang untuk menghitung persen rendemen. Adapun hasil organoleptik dari ekstrak kental segar dan sampah bunga bugenvil dapat dilihat pada **Tabel 4.1**

Tabel 4.1 Organoleptik Ekstrak Kental Segar dan Sampah bugenvil

| Organoleptik Ekstrak | Ekstrak Segar | Ekstrak Sampah |
|---|---|---|
| Warna | Merah Pekat | Hijau |
| Bentuk | Kental | Kental |
| Berat (gr) | 3,649 | 7,319 |
| Rendemen (%) | 2,432 | 4,876 |

Berdasarkan **Tabel 4.1**, ekstrak segar berwarna merah pekat, sedangkan pada ekstrak sampah berwarna hijau. Hal ini kemungkinan karena masih tingginya kandungan pigmen alami seperti antosianin dan flavonoid yang masih stabil pada ekstrak segar dibandingkan ekstrak sampah. Ekstrak sampah cenderung warna hijau diduga pigmen antosianin terdegradasi oleh paparan cahaya, oksidasi, atau aktivitas enzim (Enaru et al., 2021). Akibatnya, warna ekstrak sampah berwarna hijau dibandingkan ekstrak segar.

## C. Identifikasi Fitokimia Bunga Bugenvil Segar dan Sampah

Berdasarkan uji fitokimia yang telah dilakukan, ekstrak etanol bunga bugenvil glabra segar dan sampah menunjukkan senyawa metabolit sekunder yaitu alkaloid, flavonoid, fenol, dan tanin. Akan tetapi, senyawa saponin menunjukkan hasil negatif pada kedua ekstrak karena tidak terbentuknya busa yang stabil, selain itu senyawa triterpenoid dan steroid juga menunjukkan hasil negatif pada kedua jenis ekstrak. Temuan ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Simatupang et al., (2021) namun terdapat dua perbedaan penting. Pertama, pada penelitian ini, senyawa saponin tidak terdeteksi baik dalam ekstrak segar maupun sampah, sedangkan pada penelitian sebelumnya senyawa tersebut teridentifikasi. Kedua, senyawa fenol terdeteksi dalam ekstrak segar dan sampah dalam penelitian ini, yang tidak dijumpai dalam penelitian sebelumnya. Hasil uji fitokimia dapat dilihat pada **Tabel 4.2**

Tabel 4.2 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Etanol Segar dan Sampah Bunga Bugenvil Glabra (*Bougainvillea glabra*)

| Metabolit Sekunder | Ekstrak Segar | Ekstrak Sampah |
|---|---|---|
| Alkaloid | + | + |
| Flavonoid | + | + |
| Saponin | - | - |
| Tanin | + | + |
| Fenol | + | + |
| Streoid | - | - |
| Triterpenoid | - | - |

Keterangan:

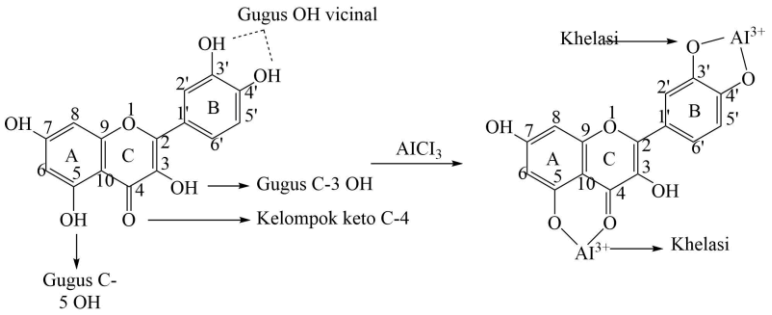
(+) Mengandung metabolit sekunder

(-) Tidak mengandung metabolit sekunder

## D. Penentuan Kadar Flavonoid Total Pada Bunga Bugenvil Segar dan Sampah

Pengukuran kadar flavonoid total pada penelitian ini menggunakan metode alumunium klorida dalam kolorimetri (Aryal et al., 2019). Prinsip dari metode kolorimetri ini didasarkan dari pembentukan warna, dimana alumunium klorida membentuk kompleks asam stabil dengan gugus keto (karbonil) C-4 pada cincin C dan gugus hidroksil C-3 atau C-5 dari senyawa flavon dan flavonol pada cincin A dan C. Sehingga menyebabkan pergeseran panjang gelombang ke arah *visible* (nampak) yang ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi lebih kuning (Chang et al., 2002). Mekanisme reaksi pembentukan

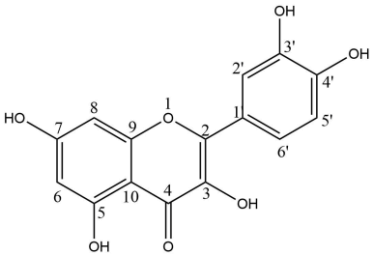
kompleks AI(III) khelat kuersetin dapat dilihat pada **Gambar 4.3**




Gambar 4.3 Mekanisme reaksi pembentukan kompleks Al (III)khelat kuersetin (Sultana et al., 2024)

Senyawa kuersetin digunakan sebagai larutan standar. Pemilihan kuersetin sebagai larutan standar didasarkan pada struktur kimianya yang mempunyai gugus keto (karbonil) pada posisi C-4 dan juga gugus hidroksil pada posisi C-3 dan C-5 yang memungkinkan terjadinya kompleks dengan ion $Al^{3+}$(Azizah et al., 2014). Berdasarkan penelitian oleh Chang et al., (2002) kuersetin menunjukkan nilai absorbansi yang tinggi pada panjang gelombang 415 nm dibandingkan sebagian senyawa flavonoid lainnya. Selain itu, kuersetin juga telah digunakan sebelumnya sebagai standar oleh Woisky & Salatino, (1998) dengan hasil kurva kalibrasi yang linear ($R^2 > 0,99$), sehingga layak

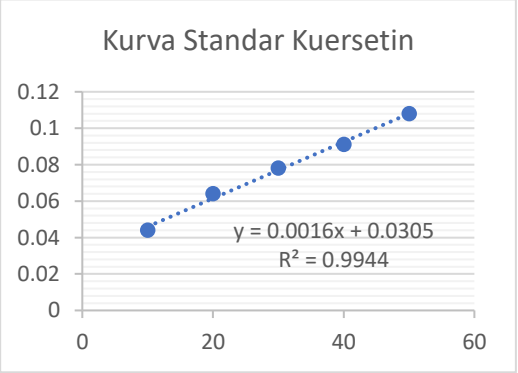
dijadikan sebagai senyawa pembanding. Struktur kuersetin dapat dilihat pada **Gambar 4.4**




Gambar 4.4 Struktur kuersetin (Kumar & Pandey, 2013)

Langkah pertama, dimulai dengan pembentukan larutan standar kuersetin dengan konsentrasi 1000 ppm. Larutan ini dibuat dengan cara menimbang 0,01 gram dan melarutkannya dengan 10 mL etanol. Selanjutnya, larutan standar kuersetin dibuat dengan variasi konsentrasi 10; 20; 30; 40; dan 50 ppm. Kemudian dari tiap konsentrasi direaksikan dengan Alumunium Klorida ($AlCl_3$) 10%, kemudian ditambahkan etanol, kalium asetat 1M dan dicukupkan dengan akuades sampai tanda batas. Selanjutnya didiamkan selama 30 menit dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 431 nm (Ahmad et al., 2015). Penambahan $AICI_3$ ini bertujuan untuk membentuk kompleks yang menyebabkan pergeseran panjang

gelombang ke arah nampak yang ditandai dengan warna kuning (Chang et al., 2002). Penambahan kalium asetat dalam pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan gugus 7-hidroksil, sedangkan perlakuan inkubasi selama 30 menit dimaksudkan agar reaksi dapat berjalan optimal, sehingga memberikan intensitas warna yang maksimal (Ramadhani et al., 2022). Selanjunya, nilai absorbansi yang diperoleh dari pengukuran larutan standar kuersetin dibuat kurva kalibrasi dan diperoleh persamaan regresi linear. Adapun gambar hasil kurva standar kuersetin dapat di lihat pada **Gambar 4.5**




Gambar 4.5 Kurva Standar Kuersetin

Berdasarkan hasil kurva persamaan regresi linear diatas, diperoleh persamaan regresi yaitu y = 0,0116x + 0,0305 dan nilai $R^2$ = 0,9944. Persamaan ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi, maka

semakin tinggi nilai absorbansinya. Hal ini sesuia dengan hukum Lambert-Beer, yang menyatakan bahwa nilai absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi (Skoog et al., 2007).

Selanjutnya, pengukuran kadar flavonoid total pada ekstrak bunga bugenvil segar dan sampah dilakukan dengan langkah yang serupa dengan pengukuran pada larutan standar kuersetin. Penentuan kadar flavonoid total dalam ekstrak bunga bugenvil segar dan sampah diperoleh dengan memasukkan absorbansi sampel ke dalam persamaan regresi linear pada kurva standar kuersetin sehingga diperoleh konsentrasi flavonoid(x). Nilai konsentrasi yang diperoleh dimasukkan ke dalam rumus sehingga diperoleh kandungan total flavonoid pada bunga bugenvil segar dan sampah yang dinyatakan dalam satuan ekuivalen kuarsetin per satu g ekstrak (QE)(mg/g)(Ramadhan et al., 2021).

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan, diperoleh kadar flavonoid total pada ekstrak bunga bugenvil segar sebesar 355,2 ± 0,294 mg QE/g ekstrak dan ekstrak sampah sebesar 182,29 ± 0,357 mg QE/g ekstrak. Hasil perhitungan menunjukkan kadar flavonoid total tertinggi diperoleh

pada sampel ekstrak segar dibandingkan ekstrak sampahnya. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh kandungan senyawa aktif, khususnya flavonoid yang masih tinggi pada ekstrak segar. Pada ekstrak segar, senyawa flavonoid belum mengalami degradasi oleh paparan udara yang umumnya terjadi pada ekstrak sampah. Paparan udara dalam ekstrak sampah dapat menyebabkan perubahan struktrur flavonoid dan mengurangi aktivitas antioksidannya (Ioannou et al., 2020). Oleh karena itu, pada ekstrak segar dapat memberikan hasil ekstrak yang lebih optimal dalam kandungan flavonoid total.

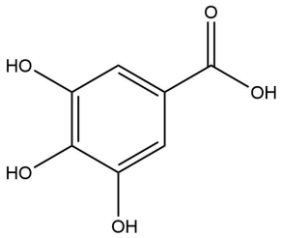
Penentuan kadar flavonoid total dalam bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) segar dan sampah sebelumnya belum pernah dilaporkan, namun pada jenis bugenvil lain yaitu *Bougainvillea spectabillis Wild* sudah ada yang melaporkan. Berdasarkan penelitian oleh Yuliani, N et al., (2025) melaporkan bahwa ekstrak etanol bunga bugenvil (*Bougainvillea spectabillis Wild*) memiliki kadar flavonoid total sebesar 10,209 ± 0,968 mg QE/g ekstrak.

## E. Penentuan Kadar Fenolat Total Pada Bunga Bugenvil Segar dan Sampah

Dalam penelitian ini, menggunakan metode *Follin-ciocalteau*. Metode ini didasarkan pada reaksi oksidasi antara senyawa polifenol dengan reagen molibdotungsat, yang menghasilkan kompleks logam berwarna biru. Intensitas warna biru tersebut kemudian diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang tertentu (Abdel Azeem et al., 2020). Hasil yang diperoleh pada metode ini berupa massa ekuivalen asam galat per gram (mg GAE/g) (Meng et al., 2011).

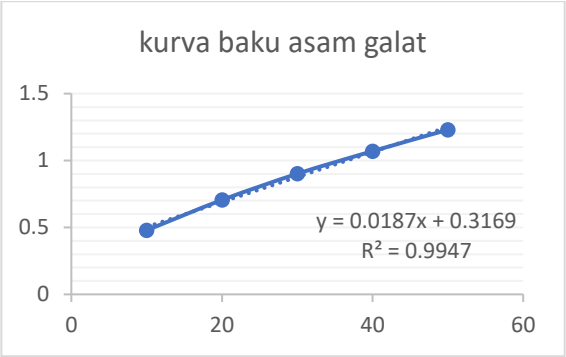
Pada peneltian ini asam galat digunakan sebagai larutan standar karena mempunyai gugus -OH yang dapat bereaksi reaktif dengan reagen *Follin-Ciocalteau*. Selain itu, asam galat dipilih karena bersifat mudah larut dalam air, bersifat stabil, serta memberikan reakstifitas yang baik terhadap reagen *Folin-Ciocalteau* (Singleton et al., 1999) Menurut Marino et al., (2014) Senyawa ini dapat bereaksi dengan radikal bebas secara peroksi dan hidroksipenoksi yang terbentuk dari reaksi dan radikal asam galat yang terbentuk distabilkan oleh dua ikatan

hidrogen pada posisi ortho(Badhani et al., 2015). Struktur asam galat dapat dilihat pada **Gambar 4.6**




Gambar 4.6 Struktur Asam Galat (Junaidi & Anwar, 2018)

Dalam menentukan kadar fenolat total, diawali dengan pembentukan larutan standar asam galat dengan konsentrasi 1000 ppm. Larutan ini dibuat dengan cara menimbang 0,01 gram dan melarutkannya dengan 10 mL etanol. Selanjutnya, larutan asam galat tersebut dibuat pada berbagai konsentrasi yaitu 10; 20; 30; 40; dan 50 ppm. Setiap konsentrasi direaksikan dengan reagen *folin ciocalteau* dan $Na_2CO_3$ 7% lalu dikocok hingga homogen. Selanjutnya didiamkan selama 30 menit dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 765 nm. Selanjutnya hasil pengukuran absorbansi larutan standar asam galat dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi (C) dengan absorbansi (A) dan diperoleh persamaan garis linear di bawah ini:

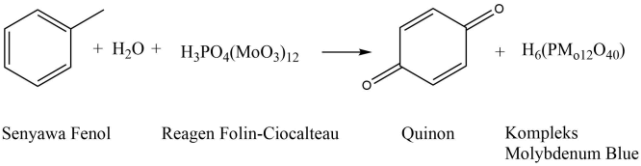



Gambar 4.7 Kurva Standar Asam Galat

Berdasarkan kurva persamaan regresi linear diatas, diperoleh persamaan regresi yaitu y = 0,0187x + 0,3169 dengan nilai $R^2$ = 0,9947. Persamaan ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi, maka semakin tinggi nilai absorbansinya. Selanjutnya, dilakukan penentuan pada kadar fenolat total pada ekstrak segar dan sampah bunga bugenvil dengan prosedur yang sama dengan pengukuran larutan asam galat. Sampel yang telah ditambahkan dengan reagen *folin-ciocalteau* dan $Na_2CO_3$ 7% kemudian didiamkan selama 30 menit dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 765 nm.

Ketika reagen *folin-ciocalteau* bereaksi dengan senyawa fenolat maka terjadi perubahan warna dari kuning menjadi biru. Intensitas warna biru yang terbentuk bergantung dari banyaknya kandungan

fenolat yang terdapat dalam sampel. Semakin besar konsentrasi senyawa fenolat dalam sampel, maka warna biru yang terbentukakan semakin pekat. Selain itu, reaksi ini hanya berlangsung dalam keadaan basa. Oleh karena itu, digunakan $Na_2CO_3$ 7% untuk menciptakan keadaan basa, agar gugus hidroksil dari senyawa fenol dapat mereduksi reagen *folin-ciocalteau* dengan optimal (Ismail et al., 2012). Reaksi senyawa fenol dengan reagen *follin-ciocalteau* dapat dilihat pada **Gambar 4.8**




Gambar 4.8 Reaksi Senyawa Fenol dengan Reagen Follin-Ciocalteau (Almey et al., 2010)

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan, diperoleh kadar fenolat total pada ekstrak segar sebesar 337,12 ± 0,017 mg GAE/g ekstrak, sedangkan pada ekstrak sampah sebesar 119,65 ± 0,028 mg GAE/g ekstrak. Sampel dengan kadar fenolat total tertinggi yaitu pada ekstrak segar bunga bugenvil dibandingkan ekstrak sampahnya. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak segar bunga bugenvil masih mengandung senyawa fenolat yang lebih tinggi

dibandingkan ekstrak sampahnya. Sedangkan kadar fenolat yang rendah pada ekstrak sampah diduga disebabkan oleh degradasi senyawa akibat paparan cahaya, oksigen, dan aktivitas mikroba. Hal ini sesuai dengan penelitian Ramzan et al., (2025) yang menyatakan bahwa kestabilan senyawa fenolat sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang menyebabkan degradasi baik secara enzimatik maupun non enzimatik.

Penentuan kadar fenolat total dalam bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) segar dan sampah sebelumnya belum pernah diteliti, namun pada jenis bugenvil lain yaitu *Bougainvillea spectabillis Wild* sudah ada yang melaporkan. Berdasarkan penelitian oleh Yuliani, N et al., (2025) melaporkan bahwa ekstrak etanol bunga bugenvil (*Bougainvillea spectabillis Wild*) memiliki kadar fenolat total sebesar 53,263 ± 28,119 GAE/g ekstrak.

## F. Aktivitas Antioksidan Bunga Bugenvil (*Bougainvillea glabra*) Segar dan Sampah

Pengukuran aktivitas radikal bebas dinyatakan dalam bentuk persen inhibisi (% inhibisi). Nilai tersebut menggambarkan bahwa kemampuan senyawa bioaktif dalam menangkal radikal bebas. Semakin

tinggi persen inhibisi, maka semakin kuat aktivitas antioksidan pada sampel (Rozi et al., 2023).

Dalam penelitian ini, ekstrak segar dan sampah bunga bugenvil diuji dengan berbagai variasi konsentrasi untuk menilai aktivitas antioksidan terhadap radikal DPPH. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil persen inhibisi (% inhibisi) dari ekstrak segar dan sampah dengan kontrol positif yaitu kuersetin, yang merupakan golongan flavonoid yang banyak ditemukan dalam tumbuhan dan diketahui mempunyai aktivitas antioksidan yang tinggi. Persen inhibisi (% inhibisi) dari masing-masing ekstrak digunakan untuk menilai kemampuan ekstrak dalam menangkal radikal bebas, dimana persen inhibisi yang tinggi menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat.

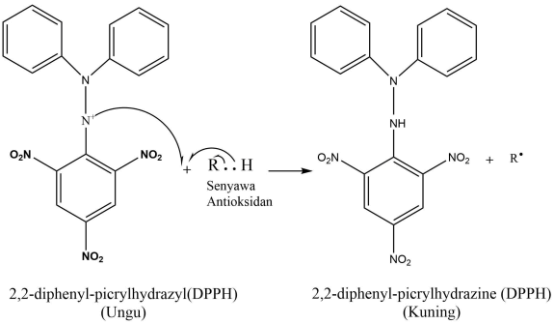
Pengujian antioksidan diawali dengan pembuatan larutan kontrol positif dengan konsentrasi 100 ppm, yang diperoleh dengan melarutkan 0,01 gram kuarcetin dalam 100 mL etanol. Larutan ini kemudian diencerkan menjadi lima variasi konsentrasi yaitu 10; 20; 30; 40; dan 50 ppm. Selanjutnya, larutan ekstrak segar dan sampah bunga bugenvil dibuat dengan konsentrasi 1000 ppm, yaitu dengan melarutkan 0,1 gram masing-masing ekstrak dalam 100 mL etanol.

Setelah itu, larutan dari kedua ekstrak diencerkan menjadi lima variasi konsentrasi yaitu 25; 50; 75; 100; dan 125 ppm, untuk mengetahui hubungan antara tingkat konsentrasi dengan efektivitasnya dalam menangkap radikal bebas.

Cara kerja pengujian dilakukan dengan mencampurkan larutan sampel pada berbagai konsentrasi dengan larutan DPPH. Campuran tersebut kemudian dikocok hingga homogen dan didiamkan selama 30 menit dalam ruang gelap, yang bertujuan untuk memberikan waktu senyawa antioksidan dalam sampel untuk mereduksi senyawa radikal bebas DPPH(Hasan et al., 2022). Kemudian diukur nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin kecil nilai absorbansi dan persen inhibisinya semakin besar yang menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan kuat.

Saat sampel bereaksi dengan DPPH, maka senyawa antioksidan akan mentransferkan atom hidrogen pada DPPH. Interaksi ini menyebabkan radikal DPPH menjadi stabil yang ditandai dengan perubahan warna larutan DPPH dari ungu menjadi kuning. Perubahan warna ini menunjukkan bahwa

elektron pada radikal bebas DPPH telah berpasangan dan terbentuk senyawa difenil pikril hidrazin. Semakin kuat intensitas warna kuning yang terbentuk, maka semakin banyak radikal bebas (DPPH) yang dinetralkan oleh senyawa antioksidan dalam sampel(Simatupang et al., 2021). Reaksi DPPH dapat dilihat pada **Gambar 4.9**




Gambar 4.9 Mekanisme reaksi DPPH dengan antioksidan (Yamaguchi et al., 1998)

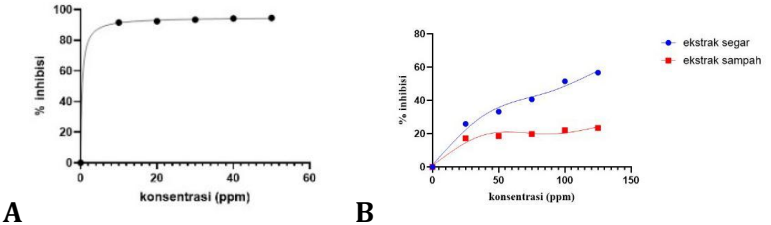
Adapun hasil lengkap dari pengujian aktivitas antioksidan pada kontrol, ekstrak segar, dan sampah dapat dilihat pada **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3 Hasil aktivitas antioksidan kontrol positif, ekstrak segar, dan ekstrak sampah bunga bugenvil

| | Konsentrasi (ppm) | %I ± SD |
|---|---|---|
| Kontrol (-) | - | 0 |
| Kontrol (+) | 10 | 91,580 ± 0,161 |
| | 20 | 92,409 ± 0,067 |
| | 30 | 93,375 ± 0,179 |
| | 40 | 94,237 ± 0,055 |

| | | |
|---|---|---|
| | 50 | 94,548 ± 0,055 |
| Ekstrak segar | 25 | 25,949 ± 0,132 |
| | 50 | 33,299 ± 0,035 |
| | 75 | 40,683 ± 0,042 |
| | 100 | 51,587 ± 0,078 |
| | 125 | 56,763 ± 0,075 |
| Ekstrak sampah | 25 | 17,322 ± 0,045 |
| | 50 | 18,668 ± 0,044 |
| | 75 | 19,841 ± 0,166 |
| | 100 | 22,084 ± 0,100 |
| | 125 | 23,499 ± 0,079 |

Grafik perbandingan antara kontrol positif, ekstrak segar dan sampah bunga bugenvil dapat dilihat pada **Gambar 4.10.** Pada gambar ini menyajikan perbandingan aktivitas inhibisi dari masing-masing ekstrak pada berbagai tingkat konsentrasi yang diuji dalam menghambat radikal DPPH.




**A** **B**

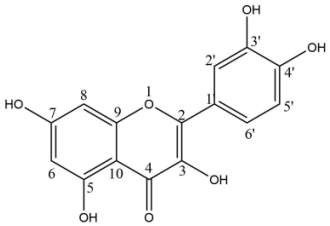
Gambar 4.10 **A.** Grafik aktivitas antioksidan kontrol positif dalam bentuk persen inhibisi **B.** Grafik masing-masing ekstrak dalam bentuk persen inhibisi (Sumber data pribadi, 2025)

Kontrol negatif (tanpa perlakuan) menunjukkan persentase inhibisi sebesar 0%, yang menunjukkan tanpa adanya perlakuan, tidak terjadi

efek antioksidan yang terjadi. Adapun pada kontrol positif dengan variasi konsentrasi yaitu 10; 20; 30; 40; dan 50 ppm menunjukkan aktivitas persen inhibisi yang sangat tinggi, yaitu 91,580%, 92,408%, 93,374%, 94,271%, dan 94,547%. Hal ini memperlihatkan bahwa kontrol positif memiliki efek antioksidan yang tinggi dalam penelitian ini.

Kuersetin digunakan sebagai kontrol positif pada penelitian ini karena memiliki memiliki kemampuan antioksidan yang tinggi. Senyawa ini mempunyai lima gugus hidroksil (-OH) pada posisi 3,5,7,3', dan 4' yang berperan dalam donor elektron atau proton untuk menetralkan spesies oksigen reaktif (ROS), nitrogen reaktif (RNS), dan klorin reaktif (RCS). Senyawa ini juga berfungsi sebagai agen pereduksi dengan cara mengikat ion logam transisi (Carrillo-Martinez et al., 2024). Keberadaan gugus orto-dihidroksi (katekol) pada cincin B (posisi 3' dan 4') berperan lebih dominan dalam aktivitas antioksidan karena mampu mendonorkan atom hidrogen dan membentuk radikal yang stabil, sedangkan gugus hidroksil pada posisi 3, 5, 7 pada cincin A dan C lebih berperan dalam meningkatkan kestabilan struktur flavonoid melalui ikatan hidrogen dengan gugus

karbonil, serta ikatan rangkap antara C2=C3 yang terkonjugasi dengan gugus 4-oxo pada cincin C memungkinkan terjadi delokalisasi elektron dan stabilitas radikal (Carrillo-Martinez et al., 2024; Heim et al., 2002). Struktur kimia kuersetin dapat dilihat pada **Gambar 4.11** (Kumar & Pandey, 2013)




Gambar 4.11 Struktur kimia kuersetin (Kumar & Pandey, 2013)

Pada penelitian ini, digunakan dua jenis ekstrak yaitu ekstrak segar dan ekstrak sampah bunga bugenvil. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak segar bunga bugenvil memiliki aktivitas antioksidan lebih rendah dibandingkan dengan kontrol positif yaitu kuersetin. Selain itu, aktivitas antioksidan pada penelitian ini juga menunjukkan aktivitas antioksidan lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Simatupang et al., (2021) yang melaporkan bahwa aktivitas antioksidan pada bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) menunjukkan aktivitas

antioksidan tinggi. Aktivitas antioksidan rendah kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi sampelnya. Persentase inhibisi semakin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi. Pada konsentrasi 25 ppm, diperoleh inhibisi sebesar 25,948%, kemudian meningkat menjadi 33,298% pada konsentrasi 50 ppm, 40,683% pada konsentrasi 75 ppm, dan 51,587% pada konsentrasi 100 ppm. Inhibisi tertinggi tercatat pada konsentrasi 125 ppm yaitu sebesar 56,763%. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang positif antara konsentrasi ekstrak segar bunga bugenvil dengan kemampuannya dalam menangkap radikal bebas.

Pada ekstrak sampah, sebaliknya menunjukkan aktivitas antioksidan yang lemah dibandingkan pada ekstrak segar dan kontrol positif. Persentase inhibisi yang diperoleh cenderung rendah dan meningkat secara bertahap seiring dengan meningkatnya konsentrasi. Pada konsentrasi 25 ppm, inhibisi yang diperoleh sebesar 17,332%, kemudian meningkat menjadi 18,771% pada konsentrasi 50 ppm, 19,841% pada konsentrasi 75 ppm, 22,083% pada konsentrasi 100 ppm, dan inhibisi tertinggi tercatat pada konsentrasi 125 ppm sebesar 23,498%. Meskipun terdapat peningkatan inhibisi seiring bertambahnya

konsentrasi, efektivitas ekstrak sampah dalam menangkap radikal bebas masih tergolong rendah dibandingkan ekstrak segar. Hal itu dapat dimungkinkan metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak sampah mengalami degradasi yang menyebabkan efektivitas antioksidannya lemah.

Beberapa penelitian lain juga menunjukkan bahwa struktur senyawa kimia dari flavonoid menentukan keefektivitas antioksidannya (Apak et al., 2007). Aktivitas ini dipengaruhi oleh jumlah serta posisi gugus hidroksil (-OH) pada struktur senyawa, gugus tersebut dapat meredam radikal bebas dengan kemampuannya mendonorkan elektron atau atom hidrogen. Senyawa fenolat juga diketahui memiliki aktivitas biologis, khususnya sebagai antioksidan melalui mekanisme kerjanya yang bertindak sebagai agen pereduksi, penangkap radikal bebas, pengkhelat ion logam, penekan pembentukan oksigen singlet, dan pendonor elektron (Karadeniz et al., 2005). Selain itu, kandungan total flavonoid dan fenol juga berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan. Semakin tinggi nilai total flavonoid dan fenolat, maka semakin tinggi kemampuan aktivitas antioksidannya dalam ekstrak tersebut (Al-Farsi et al., 2007).

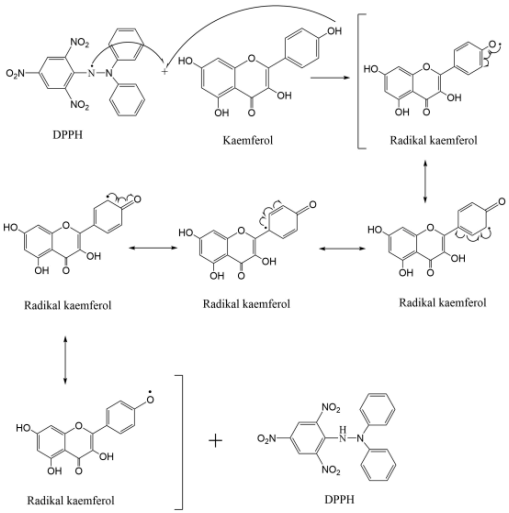
Karena seluruh nilai persen inhibisi dari ekstrak sampah tidak mencapai 50% dan kontrol positif melebihi 50%, maka perhitungan nilai $IC_{50}$ tidak dapat dilakukan secara tepat. Oleh karena itu, penelitian ini tidak melaporkan nilai $IC_{50}$, melainkan menggunakan persen inhibisi sebagai parameter aktivitas antioksidan. Semakin tinggi persen inhibisi, maka semakin kuat pula potensi aktivitas antioksidan ekstrak (Rozi et al., 2023).

Aktivitas antioksidan pada penelitian ini ditentukan dengan membandingkan persen inhibisi masing-masing ekstrak terhadap kontrol positif (kuersetin) pada konsentrasi 50 ppm. Nilai persen inhibisi masing-masing ekstrak dibagi dengan persen inhibisi kuersetin pada konsentrasi yang sama (50 ppm) lalu dikalikan 100%, sehingga diperoleh aktivitas antioksidan relatif masing-masing ekstrak terhadap kuersetin (Chaudhary et al., 2015). Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh aktivitas antioksidan pada ekstrak segar sebesar 35,219%, sedangkan ekstrak sampahnya sebesar 19,744% terhadap kuersetin. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak segar dan sampah bunga bugenvil memiliki aktivitas antioksidan lemah dibandingkan aktivitas antioksidan kuersetin.

## G. Mekanisme Reaksi DPPH Dengan Molekul Metabolit Sekunder pada Bunga Bugenvil (*Bougainvillea glabra*)

Bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) pada penelitian ini diduga mengandung berbagai metabolit sekunder seperti flavonoid, fenolat, alkaloid, dan tanin. Metabolit tersebut berperan penting dalam aktivitas antioksidan. Mekanisme antioksidan dapat dijelaskan sebagaimana pada **Gambar 4.12.** Mekanisme reaksi antioksidan tersebut diadaptasi dari (Leopoldini et al., 2011).

Senyawa-senyawa tersebut mampu menetralkan radikal bebas DPPH melalui mekanisme donasi atom hidrogen atau transfer elektron (Leopoldini et al., 2011). Mekanisme reaksi DPPH oleh salah satu metabolit sekunder golongan flavonoid dapat dilihat pada **Gambar 4.12**




Gambar 4.12 Mekanisme reaksi DPPH oleh flavonoid (kaemferol)(Nimse & Pal, 2015)

Gugus hidroksil pada molekul kaemferol mengalami pemutusan secara homolitik yang menghasilkan proton radikal. Proton radikal ini selanjutnya berikatan dengan atom N radikal (dari molekul DPPH). Akibatnya molekul radikal DPPH menjadi molekul DPPH (stabil). Radikal kaemferol yang dihasilkan dari pemutusan homolitik, selanjutnya mengalami penstabilan melalui delokalisasi elektron tak berpasangan membentuk stuktur resonansi. Dengan demikian, molekul kaemferol dalam bunga bugenvil (*Bougainvillea glabra*) dapat "meredam" radikal molekul DPPH.

Meskipun aktivitas antioksidan pada kedua jenis ekstrak (ekstrak segar dan ekstrak sampah) tidak setinggi kontrol positif yaitu kuersetin, keberadaan senyawa bioaktif dalam bunga bugenvil masih menunjukkan potensi sebagai sumber antioksidan alami.

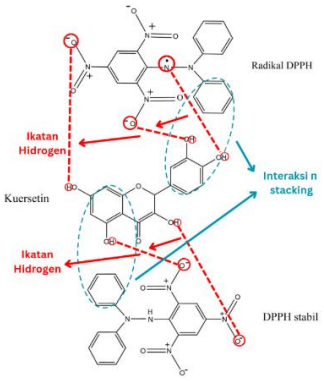
## H. Interaksi Molekuler Kuersetin dan Senyawa Aktif Bunga Bugenvil Terhadap Radikal DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*)

Dalam penelitian ini, kuersetin digunakan sebagai pembanding (kontrol positif) dalam pengujian antioksidan. Kuersetin merupakan salah satu jenis flavonoid yang paling umum ditemukan dalam berbagai macam buah-buahan, sayuran, dan tumbuhan(Ulusoy & Sanlier, 2020). Spesies bunga bugenvil (*bougainvillea glabra*) telah diketahui memiliki senyawa kuersetin dan kaemferol (76,5%) dan senyawa fenolat (23,5%) (Kuhn et al., 2021). Oleh karena itu, kaemferol, kuersetin dan senyawa fenolat dijadikan contoh dalam kajian interaksi molekuler di penelitian ini. Kajian ini bertujuan untuk memberikan gambaran interaksi molekuler apa saja yang terjadi antara molekul senyawa metabolit sekunder dengan

molekul DPPH ketika dilakukan pengujian aktivitas antioksidan.

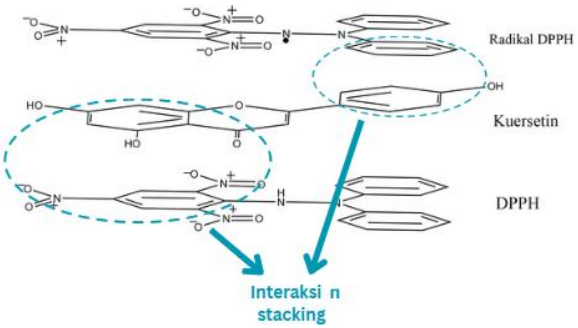
1. Interaksi molekuler kuersetin dengan DPPH

Menurut studi docking interaksi kuersetin dengan radikal DPPH didukung dengan keberadaan gugus hidroksil yang berperan dalam menyumbangkan atom hidrogen, serta potensinya dalam membentuk ikatan hidrogen (Yelwantge & Chauhan, 2025), selain itu, juga membentuk interaksi π – π stacking antar cincin aromatik kuarsetin dengan cincin milik DPPH, sehingga transfer hidrogen atau elektron menjadi lebih efisien(Shankar et al., 2021). Usulan interaksi molekuler antara kuersetin dengan radikal DPPH dapat dilihat pada **Gambar 4.13**




Gambar 4.13 Usulan interaksi molekuler tersebut antara kuersetin dengan radikal DPPH

Interaksi π-π stacking adalah salah satu bentuk gaya ikatan non kovalen yang terjadi antar cincin aromatik DPPH dengan kuersetin yang saling berdekatan (Timmer & Mooibroek, 2021). Gambar interaksi π stacking antara cincin aromatik DPPH dengan kuersetin dapat dilihat pada **Gambar 4.14**



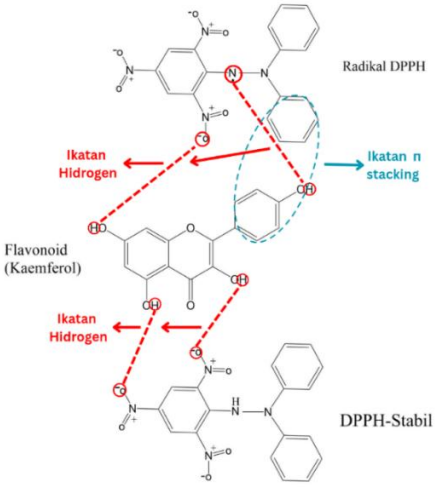

Gambar 4.14 Contoh interaksi π stacking antara cincin aromatik DPPH dengan kuersetin

Berdasarkan hasil penelitian yang ditampilkan pada **Tabel 4.3**, ekstrak segar bunga bugenvil menunjukkan potensi sebagai antioksidan dibandingkan pada ekstrak sampahnya. Potensi aktivitas ini diduga berkaitan dengan senyawa bioaktif yang lebih tinggi dalam ekstrak segar yaitu senyawa flavonoid, fenolat, alkaloid, dan tanin yang dapat menangkal radikal DPPH yaitu molekul radikal bebas

yang stabil karena elektron yang dapat berdelokalisasi dalam molekulnya (Wulansari et al., 2011).

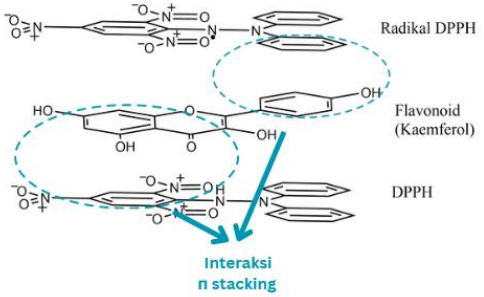
2. Interaksi molekuler flavonoid (kaemferol) dengan DPPH

Struktur senyawa flavonoid sangat menentukan aktivitas antioksidannya. Menurut kajian docking, interaksi flavonoid dengan DPPH sangat dipengaruhi oleh gugus hidroksil (OH) yang melibatkan interaksi ikatan hidrogen dan interaksi π-π stacking antara cincin aromatik (Anitha et al., 2021). Usulan interaksi molekuler antara flavonoid dengan radikal DPPH dapat dilihat pada **Gambar 4.15.**




Gambar 4.15 Usulan interaksi molekuler antara flavonoid dengan radikal DPPH

Interaksi π-π stacking adalah salah satu bentuk gaya ikatan non kovalen yang terjadi antar cincin aromatik DPPH dengan kaemferol saling berdekatan (Timmer & Mooibroek, 2021). Gambar interaksi π stacking antara cincin aromatik DPPH dengan kuersetin dapat dilihat pada **Gambar 4.16**

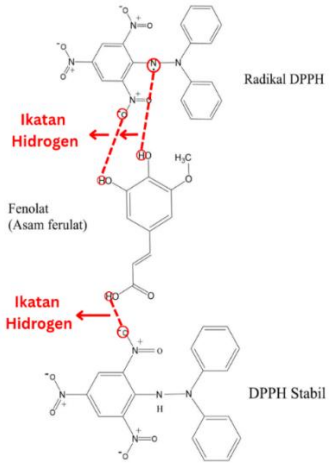



Gambar 4.16 Contoh interaksi π stacking antara cincin aromatik DPPH dengan flavonoid(kaemferol)

3. Interaksi molekuler Fenolat dengan DPPH

Menurut studi docking, keberadaan gugus hidroksil posisi *ortho* pada struktur fenol berperan penting dalam meningkatkan kemampuan antioksidan melalui ikatan hidrogen. Gugus hidroksil (OH) berperan sebagai donor hidrogen yang dapat berinteraksi dengan gugus fungsional pada radikal DPPH. Interaksi ini membantu menstabilkan radikal bebas dengan cara menyumbangkan atom hidrogen (Jing et al., 2012). Usulan interaksi molekuler antara

fenol dengan radikal DPPH dapat dilihat pada **Gambar 4.17.**

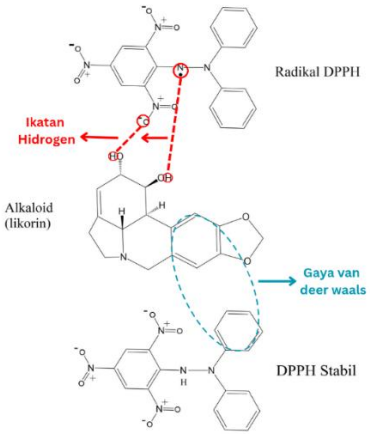



Gambar 4.17 Usulan interaksi molekuler tersebut antara fenolat dengan radikal DPPH

4. Interaksi molekuler alkaloid (likorin) dengan DPPH

Menurut studi docking, interaksi antara alkaloid dengan radikal DPPH dapat terjadi melalui ikatan hidrogen, π-π stacking, dan gaya van der waals (Kuhana et al., 2021). Gaya van deer wals yang dimaksud dalam konteks ini berupa tarikan lemah antar permukaan molekul yang berdekatan, sebagaimana yang terjadi pada cincin aromatik yang saling tumpang tindih. Pembentukan ikatan-ikatan tersebut dapat menstabilkan radikal DPPH. Penelitian lain oleh

Fathima, (2021) juga menunjukkan bahwa alkaloid dapat membentuk ikatan hidrogen dan ikatan non kovalen lainnya dengan target biologis, sehingga mekanisme serupa dapat terjadi pada interaksi dengan dpph. Usulan interaksi molekuler antara alkaloid dengan radikal DPPH dapat dilihat pada **Gambar 4.18.**

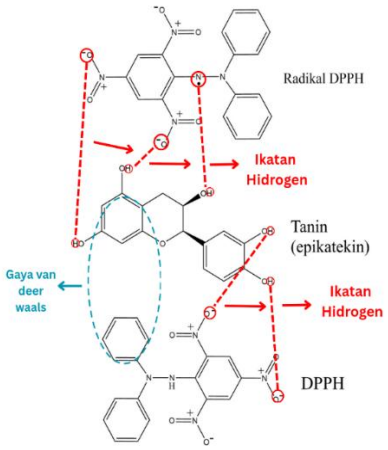



Gambar 4.18 Usulan interaksi molekuler tersebut antara alkaloid dengan radikal DPPH

5. Interaksi molekuler tanin (epikatekin) dengan DPPH

Menurut studi docking, keberadaan gugus hidroksil fenolik pada struktur tanin dapat meningkatkan aktivitas antiradikalnya. Secara molekuler, interaksi tanin dengan DPPH melibatkan dua interaksi yaitu interaksi ikatan hidrogen, dan interaksi hidrofobik(Sekowski et al., 2022). Tanin yang

memiliki gugus hidroksil dan struktur aromatik yang lebih lengkap menunjukkan reaksi yang lebih kuat dengan DPPH baik melalui ikatan hidrogen maupun interaksi hidrofobik yang diperantai gaya van deer waals sehingga memberikan kontribusi terhadap aktivitas antioksidan pada ekstrak bunga bugenvil. Usulan interaksi molekuler antara tanin dengan radikal DPPH dapat dilihat pada **Gambar 4.19**.




Gambar 4.19 Usulan interaksi molekuler tersebut antara tanin dengan radikal DPPH

Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak segar dan sampah bunga bugenvil mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, fenolat, alkaloid, dan tanin. Uji aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa ekstrak

segar bunga bugenvil memiliki persen inhibisi yang tinggi dibandingkan ekstrak sampah. Aktivitas ini diduga berkaitan dengan senyawa bioaktif tersebut mampu meningkatkan penangkalan radikal DPPH melalui ikatan hidrogen. Struktur kimia dari masing-masing senyawa seperti jumlah dan posisi gugus hidroksil dan bentuk struktur aromatik juga sangat memengaruhi kekuatan dan jenis interaksi yang terbentuk. Dengan demikian, ekstrak segar bunga bugenvil mempunyai potensi sebagai antioksidan alami. Adapun ekstrak sampahnya juga berpotensi dimanfaatkan sebagai antioksidan, namun efektivitasnya masih relatif rendah.

## I. Analisis Hasil KLT Pada Ekstrak Segar dan Sampah Bunga Bugenvil (*Bougainvillea glabra*)

Analisis uji KLT pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui persebaran distribusi noda pada senyawa yang terdapat dalam sampel bunga bugenvil baik segar maupun sampah. Sebelum dilakukan uji kromatografi lapis tipis, terlebih dahulu dilakukan penentuan eluen yang paling sesuai dalam memisahkan senyawa dari masing-masing ekstrak dengan optimal. Syarat penentuan eluen KLT adalah memiliki polaritas yang sesuai dengan senyawa yang

akan dipisahkan, memiliki kemurnian tinggi dan stabilitas yang baik, kecepatan migrasi pelarut yang stabil, mampu berinteraksi dengan fasa diam, serta kompatibel (tidak mengganggu) dengan senyawa yang dideteksi (Cimpoiu & Hodisan, 1997). Beberapa eluen yang sudah pernah diuji meliputi campuran pelarut n-heksana:etil asetat (3:7) dan n-heksana:etil asetat (7:3), namun dalam eluen tersebut tidak menunjukkan adanya noda pada ekstrak segar maupun sampah, yang terlihat hanya garis lurus pada ekstrak sampah. Kemudian dicoba menggunakan eluen metanol:etil asetat (5:5), namun hasil yang didapat pemisahannya kurang jelas karena antar noda yang terbentuk menumpuk. Kemudian dicoba lagi menggunakan eluen metanol:etil asetat (3:7), hasil yang didapat antar noda yang terbentuk juga masih menumpuk, sehingga dibutuhkan eluen dengan tingkat kepolaran yang rendah. Dari hasil eluen yang sudah dicoba, maka eluen tersebut tidak dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut. Hasil uji KLT dengan eluen yang tidak berhasil ditampilkan pada Lampiran 9 sebagai pertimbangan dalam pemilihan eluen.

Setelah serangkaian uji dilakukan, diperoleh kombinasi eluen metanol:etil asetat dengan

perbandingan 1:9 dan volume total 10 mL yang dianggap cukup sesuai karena mampu menghasilkan pola persebaran noda yang cukup jelas dan terelusi dengan baik, meskipun jarak antar noda belum terpisah secara optimal. Fasa diam berupa silika gel 60 $GF_{254}$ dan fasa gerak yang digunakan adalah campuran dari dua pelarut yaitu metanol dan etil asetat dengan senyawa yang bersifat polar akan lebih kuat tertahan dalam silika gel (polar), sehingga akan naik lebih lambat, sedangkan senyawa yang bersifat kurang polar akan lebih lemah tertahan dan naik lebih cepat terbawa oleh fasa gerak (Emilda & Delfira, 2023). Kemungkinan senyawa aktif antioksidan pada penelitian ini berada pada noda dengan nilai Rf yang kecil (**lihat gambar 4.20**). Hasil dari uji KLT dapat dilihat pada **Tabel 4.4**

Tabel 4.4 Hasil uji KLT dan nilai Rf dari masing-masing ekstrak

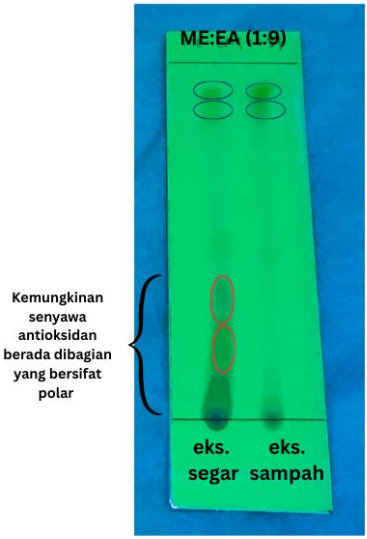
| Ekstrak | Jumlah Noda | Nilai Rf |
|---|---|---|
| Segar | 4 | 0,178; 0,303; 0,803; 0,875 |
| Sampah | 2 | 0,803; 0,875 |

Hasil uji KLT pada Tabel 4.4 diatas menujukkan perbedaan jumlah noda dan nilai Rf pada setiap ekstrak. Pada ekstrak segar menghasilkan empat noda dengan nilai Rf antara 0,178 hingga 0,875, sedangkan

pada ekstrak sampah menghasilkan dua noda dengan nilai Rf antara 0,803 hingga 0,875. Perbedaan ini menunjukkan variasi kandungan senyawa kimia yang terdapat dalam kedua jenis ekstrak.

Secara umum, prinsip pemisahan dengan metode KLT bergantung pada perbedaan tingkat polaritas antara senyawa sampel dan fase gerak (eluen). Hal ini sesuai dengan prisip "*like dissolves like*", semakin dekat kepolaran antara senyawa dengan eluen yang sifatnya non polar maka senyawa akan semakin terbawa oleh fase gerak tersebut, sedangkan senyawa yang kurang larut dalam fase gerak (polar) maka memiliki afinitas yang lebih lebih besar terhadap pelat KLT (silika gel) (Zareen et al., 2023). Hal ini terlihat dari hasil KLT, dimana ekstrak segar membentuk noda pada bagian bawah pelat dan tidak terlalu naik. Noda-noda ini diduga merupakan senyawa polar seperti alkaloid, flavonoid, fenolat, dan tanin yang berpotensi dapat menangkal radikal bebas. Sementara itu, pada ekstrak sampah juga menunjukkan adanya noda yang tertahan dibawah pelat, namun lebih naik dan tampak lebih tipis. Noda tersebut diduga merupakan senyawa semipolar atau non polar yang tersisa dalam ekstrak sampah. Gambar hasil KLT dapat dilihat pada **Gambar**

**4.20**, yang menunjukkan pola pergerakan dan distribusi senyawa dari masing-masing ekstrak pada pelat KLT.




Gambar 4.20 Hasil Uji KLT dari masing-masing ekstrak pada sinar UV 254 nm

# BAB V
# PENUTUP

## A. Kesimpulan

1. Kadar flavonoid total pada ekstrak segar bunga bugenvil diperoleh sebesar 355,2 ± 0,294 mg QE/g ekstrak dan ekstrak sampah diperoleh sebesar 182,29 ± 0,357 mg QE/g ekstrak. Kadar fenolat total pada ekstrak segar bunga bugenvil diperoleh sebesar 337,12 ± 0,017 GAE/g ekstrak, dan ekstrak sampah sebesar 119,65 ± 0,028 GAE/g ekstrak.
2. Aktivitas antioksidan pada ekstrak segar sebesar 35,219%, sedangkan ekstrak sampahnya sebesar 19,744% terhadap kuersetin. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak segar dan sampah bunga bugenvil memiliki aktivitas antioksidan lemah dibandingkan kuersetin.

## B. Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperbaiki metode ekstraksi melalui proses fraksinasi, guna meningkatkan kadar senyawa aktif pada ekstrak segar maupun sampah bunga bugenvil. Analisis fitokimia juga sebaiknya di analisis lebih lanjut terhadap senyawa flavonoid dan fenolat yang spesifik yang terdapat dalam masing-masing ekstrak, sehingga

perbedaan profil senyawa keduanya lebih jelas. Pada penelitian ini, sudah dilakukan uji analisis KLT sebagai tahap awal untuk melihat persebaran noda pada ekstrak, namun perlu dilakukan optimasi eluen atau komposisi eluen yang lebih cocok karena noda yang terbentuk belum terpisah secara jelas. Selain itu, mengingat pada ekstrak sampah masih mengandung senyawa bioaktif meskipun dalam kadar yang rendah, hasil penelitian ini juga dapat dikembangkan lebih lanjut untuk pemanfaatan sebagai antioksidan alami, walaupun efektifitasnya masih relatif rendah.

## DAFTAR PUSTAKA


Abdel Azeem, S. M., Al Mohesen, I. A., & Ibrahim, A. M. H. (2020). Analysis of total phenolic compounds in tea and fruits using diazotized aminobenzenes colorimetric spots. *Food Chemistry*, *332*(1), 127392.

Abdelrahman, K. N., Abdel Ghany, A. G. A., Saber, R. A., Osman, A., Sitohy, B., & Sitohy, M. (2024a). Anthocyanins from pomegranate peel (Punica granatum), chili pepper fruit (Capsicum annuum), and bougainvillea flowers (Bougainvillea spectabilis) with multiple biofunctions: Antibacterial, antioxidant, and anticancer. *Heliyon*, *10*(11), 32222.

Abdelrahman, K. N., Abdel Ghany, A. G. A., Saber, R. A., Osman, A., Sitohy, B., & Sitohy, M. (2024b). Anthocyanins from pomegranate peel (Punica granatum), chili pepper fruit (Capsicum annuum), and bougainvillea flowers (Bougainvillea spectabilis) with multiple biofunctions: Antibacterial, antioxidant, and anticancer. *Heliyon*, *10*(11), 32222.

Abdullah bin Muhammad, B. A. bin I. A.-S. (2003). *Tafsir Ibnu Katsir 5.1.pdf* (p. 121).

Ahmad, A. R., Juwita, J., & Ratulangi, S. A. D. (2015). Penetapan Kadar Fenolik dan Flavonoid Total Ekstrak Metanol Buah dan Daun Patikala (Etlingera elatior (Jack) R.M.SM). *Pharmaceutical Sciences and Research*, *2*(1), 1–10.

Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Al-Abid, M., Al-Shoaily, K., Al-Amry, M., & Al-Rawahy, F. (2007). Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Food Chemistry*, *104*(3), 943–947.

Al Ridho, E., Sari, R., & Wahdaningsih, S. (2013). *Uji Aktivitas*

*Antioksidan Ekstrak Metanol Buah Lakum dengan Metode DPPH(2,2-difenil-1-pikrilhidrazil)*. *26*(4), 1–37.

Alhawarri, M. B., Dianita, R., Razak, K. N. A., Mohamad, S., Nogawa, T., & Wahab, H. A. (2021). Antioxidant, anti-inflammatory, and inhibition of acetylcholinesterase potentials of cassia timoriensis dc. Flowers. *Molecules*, *26*(9), 1–14.

Almey, A. A. A., Khan, C, J, K., Zahir, I, S., & Suleiman, K, M. (2010). Total phenolic content and primary antioxidant activity of methanolic and ethanolic extracts of aromatic plants' leafs. *International Food Research Journal*, *17*(4), 1077–1084.

Alvarez Perez Gil, A. L., Barbosa Navarro, L., Patipo Vera, M., & Petricevich, V. L. (2012). Anti-inflammatory and antinociceptive activities of the ethanolic extract of Bougainvillea xbuttiana. *Journal of Ethnopharmacology*, *144*(3), 712–719.

Anitha, S., Krishnan, S., Senthilkumar, K., & Sasirekha, V. (2021). A comparative investigation on the scavenging of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical by the natural antioxidants (+) catechin and (-) epicatechin. *Journal of Molecular Structure*, *1242*(1), 130805.

Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S. E., Bektaşoğlu, B., Berker, K. I., & Özyurt, D. (2007). Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, *12*(7), 1496–1547.

Arifin, B., & Ibrahim, S. (2018). Struktur, Bioaktivitas Dan Antioksidan Flavonoid. *Jurnal Zarah*, *6*(1), 21–29.

Aryal, S., Baniya, M. K., Danekhu, K., Kunwar, P., Gurung, R., & Koirala, N. (2019). Total Phenolic content, Flavonoid content and antioxidant potential of wild vegetables from

western Nepal. *Plants*, *8*(4), 1–12.

Azizah, D. N., Kumolowati, E., & Faramayuda, F. (2014). Penetapan Kadar Flavonoid Metode AlCl3 Pada Ekstrak Metanol Kulit Buah Kakao (Theobroma cacao L.). *Kartika Jurnal Ilmiah Farmasi*, *2*(2), 45–49.

Badhani, B., Sharma, N., & Kakkar, R. (2015). Gallic acid: A versatile antioxidant with promising therapeutic and industrial applications. *RSC Advances*, *5*(35), 27540–27557.

BPOM RI. (2023). Pedoman Penyiapan Bahan Baku Obat Bahan Alam Berbasis Ekstrak / Fraksi. In *Badan Pengawas Obat dan Makanan RI* (Vol. 1, Issue 1).

Byrne, F. P., Jin, S., Paggiola, G., Petchey, T. H. M., Clark, J. H., Farmer, T. J., Hunt, A. J., Robert McElroy, C., & Sherwood, J. (2016). Tools and techniques for solvent selection: green solvent selection guides. *Sustainable Chemical Processes*, *4*(1), 1–24.

Carrillo-Martinez, E. J., Flores-Hernández, F. Y., Salazar-Montes, A. M., Nario-Chaidez, H. F., & Hernández-Ortega, L. D. (2024). Quercetin, a Flavonoid with Great Pharmacological Capacity. *Molecules*, *29*(5), 1–31.

Cerdá-Bernad, D., Valero-Cases, E., Pastor, J. J., & Frutos, M. J. (2023). Microencapsulated saffron floral waste extracts as functional ingredients for antioxidant fortification of yogurt: Stability during the storage. *Lwt*, *184*(1), 114976.

Chandra, U., Kumar, N., Kumar, S., Rekha, R., Kumar, P., Raina, V., Kumar, S., George, R., Duttaroy, A. K., & Bihari, A. (2024). Oxidative stress and inflammation in the pathogenesis of neurological disorders : Mechanisms and implications. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, *1*(1), 1–20.

Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M., & Chern, J. C. (2002).

Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colometric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, *10*(3), 178–182.

Chaudhary, S., Chandrashekar, K. S., Pai, K. S. R., Setty, M. M., Devkar, R. A., Reddy, N. D., & Shoja, M. H. (2015). Evaluation of antioxidant and anticancer activity of extract and fractions of Nardostachys jatamansi DC in breast carcinoma. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, *15*(1), 1–13.

Cimpoiu, C., & Hodisan, T. (1997). Mobile phase optimization in thin layer chromatography (TLC). *Reviews in Analytical Chemistry*, *16*(4), 299–321.

Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, *15*(10), 7313–7352.

Emilda, E., & Delfira, N. (2023). Pemanfaatan Silika Gel 70-230 Mesh Bekas Sebagai Pengganti Fase Diam Kromatografi Kolom pada Praktikum Kimia Organik. *Indonesian Journal of Laboratory*, *1*(1), 45.

Enaru, B., Dreţcanu, G., Pop, T. D., Stănilă, A., & Diaconeasa, Z. (2021). Anthocyanins: Factors affecting their stability and degradation. *Antioxidants*, *10*(12), 1–24.

Erwan, M. O., & Parbuntari, H. (2023). Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder pada Daun Salam (Syzygium polyanthum). *Periodic*, *12*(3), 39.

Fathima, J. S. (2021). Molecular docking of alkaloid compounds with the matrix metalloproteinase 2. *Bioinformation*, *17*(1), 206–211.

Fawad, S. A., Khalid, N., Asghar, W., & Suleria, H. A. R. (2012). In vitro comparative study of Bougainvillea spectabilis “stand” leaves and Bougainvillea variegata leaves in terms

of phytochemicals and antimicrobial activity. *Chinese Journal of Natural Medicines*, *10*(6), 441–447.

Fentia, L., & Rullen, B. N. (2020). Identifikasi Antioksidan Ekstrak Bunga Jantan Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq). *Ensiklopedia of Journal*, *2*(2), 53–57.

González-Hernández, R. A., Valdez-Cruz, N. A., & Trujillo-Roldán, M. A. (2024). Factors that influence the extraction methods of terpenes from natural sources. *Chemical Papers*, *78*(5), 2783–2810.

Gulcin, İ., & Alwasel, S. H. (2023). DPPH Radical Scavenging Assay. *Processes*, *11*(8), 2–20.

Hakim, A. R., & Saputri, R. (2020). Narrative Review: Optimasi Etanol sebagai Pelarut Senyawa Flavonoid dan Fenolik. *Jurnal Surya Medika*, *6*(1), 177–180.

Hasan, H., Ain Thomas, N., Hiola, F., Nuzul Ramadhani, F., & Ibrahim, A. S. (2022). Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Kulit Batang Matoa (Pometia pinnata) Dengan Metode 1,1-Diphenyl-2 picrylhidrazyl (DPPH). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, *2*(1), 67–73.

Haveni, D., Mastura, & Sari, R. P. (2019). Ekstrak Etanol Bunga Kertas (Bougainvillea) Pink Sebagai Anti Oksidan Dengan Menggunakan Metode DPPH. *CHEMICA: Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*, *2*(1), 1–7.

Heim, K. E., Tagliaferro, A. R., & Bobilya, D. J. (2002). Flavonoid antioxidants: Chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*, *13*(10), 572–584.

Hidayah, M. T., Apridamayanti, P., & Sari, R. (2020). Penentuan Profil Kromatografi Lapis Tipis Teh Daun Senggani (Melastoma malabathricum L.). *Jurnal Cerebellum*, *6*(1),

1–5.

Ioannou, I., Chekir, L., & Ghoul, M. (2020). Effect of heat treatment and light exposure on the antioxidant activity of flavonoids. *Processes*, *8*(9).

Ismail, J., Runtuwene, M. R. ., & Feti, F. (2012). Penentuan Total Fenolik dan Uji Aktivitas Antioksidan Pada Biji dan Kulit Buah Pinang Yaki (Areca vestiaria Giseke). *Jurnal Ilmiah Sains*, *12*(2), 84.

Jawa La, E. O., Sawiji, R. T., & Yuliawati, A. N. (2020). Skrining Fitokimia Dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Ekstrak Etanol Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus). *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, *3*(1), 45–58.

Jawla, S., Kumar, Y., & Khan, M. S. Y. (2012). Hypoglycemic activity of Bougainvillea spectabilis stem bark in normal and alloxan-induced diabetic rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, *2*(2), 919-S923.

Jing, P., Zhao, S. J., Jian, W. J., Qian, B. J., Dong, Y., & Pang, J. (2012). Quantitative studies on Structure-DPPH· scavenging activity relationships of food phenolic acids. *Molecules*, *17*(11), 12910–12924.

Junaidi, E., & Anwar, Y. A. S. (2018). Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan Asam Galat dari Kulit Buah Lokal yang Diproduksi dengan Tanase. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, *14*(1), 131.

Karadeniz, F., Burdurlu, H. S., Koca, N., & Soyer, Y. (2005). Antioxidant activity of selected fruits and vegetables grown in Turkey. *Turkish Journal of Agcriculture and Forestry*, *29*(4), 297–303.

Kesuma, Y. (2015). *Antioksidan Alami dan Sintetik* (pp. 15–16).

Kim, M. R. (2021). Antioxidants of natural products. *Antioxidants*, *10*(4), 14–16.

Kristianti, A. N, N. S. Aminah, M. Tanjung, dan B. K. (2008). *Buku Ajar Fitokimia*. Airlangga University Press.

Kuhana A, T., Kilembe, J. T., Matondo, A., Yussuf, K. M., Nininahazwe, L., Nkatu, F. K., Tshingamb, M. N., Vangu, E. K., Kindala, J. T., Mihigo, S. O., Kayembe, S. J., Kafuti, Y. S., Clement, A., & Taba, K. M. (2021). Computational analysis by molecular docking of thirty alkaloid compounds from medicinal plants as potent inhibitors of SARS-CoV-2 main protease. *SDRP Journal of Computational Chemistry & Molecular Modeling*, *4*(4), 487–503.

Kuhn, F., Silva de Azevedo, E., Frazzon, J., & Zapata Noreña, C. P. (2021). Evaluation of green extraction methods on bioactive compounds and antioxidant capacity from Bougainvillea glabra bracts. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, *19*(1), 100362.

Kumar, S., & Pandey, A. K. (2013). Chemistry and Biological Activities of Flavonoids : An Overview. *TheScientificWorldJournal*, *2013*(1), 162750.

Lachguer, K., El Merzougui, S., Boudadi, I., Laktib, A., Ben El Caid, M., Ramdan, B., Boubaker, H., & Serghini, M. A. (2023). Major Phytochemical Compounds, In Vitro Antioxidant, Antibacterial, and Antifungal Activities of Six Aqueous and Organic Extracts of Crocus sativus L. Flower Waste. *Waste and Biomass Valorization*, *14*(5), 1571–1587.

Leopoldini, M., Russo, N., & Toscano, M. (2011). The molecular basis of working mechanism of natural polyphenolic antioxidants. *Food Chemistry*, *125*(2), 288–306.

Lina, R. N., & Jannah, S. N. (2019). Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Bugenvil (Bougenvillea Spectabilis) terhadap

Penurunan Kadar Kolestrol Total Mencit Yang di Induksi Pakan Tinggi Lemak. *Biomedika*, *12*(2), 121–131.

Lindawati, N. Y., & Ma'ruf, S. H. (2020). Penetapan Kadar Total Flavonoid Ekstrak Etanol Kacang Merah (Phaseolus vulgaris L.) Secara Spektrofotometri Visibel. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, *6*(1), 83–91.

Mandal, G., Chatterjee, C., & Chatterjee, M. (2015). Evaluation of anti-inflammatory activity of methanolic extract of leaves of Bougainvillea spectabilis in experimental animal models. *Pharmacognosy Research*, *7*(1), 18–22.

Marathe, S. J., Shah, N. N., Bajaj, S. R., & Singhal, R. S. (2021). Esterification of anthocyanins isolated from floral waste: Characterization of the esters and their application in various food systems. *Food Bioscience*, *40*(April 2020), 100852.

Marino, T., Galano, A., & Russo, N. (2014). Radical scavenging ability of gallic acid toward OH and OOH radicals-reaction mechanism and rate constants from the density functional theory. *Journal of Physical Chemistry B*, *118*(35), 10380–10389.

Maslahah, N. (2024). *Standar simplisia tanaman obat sebagai bahan sediaan herbal*. *2*(2), 1–4.

Meigaria, K. M., Mudianta. I, W., & Martiningsih, Ni, W. (2016). Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Aseton Daun Kelor (Moringa Oleifera). *Wahana Matematika Dan Sains*, *10*(1), 1–11.

Meng, J., Fang, Y., Zhang, A., Chen, S., Xu, T., Ren, Z., Han, G., Liu, J., Li, H., Zhang, Z., & Wang, H. (2011). Phenolic content and antioxidant capacity of Chinese raisins produced in Xinjiang Province. *Food Research International*, *44*(9), 2830–2836.

Mirna, Muhammad, A. N., Ridwanto, R., & Daulay, A. S. (2019). Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol dan Ekstrak Etil Asetat Daun Pala (Myristica fragrans Houtt) Secara Spektrofotometri-Visible. *Farmanesia*, *6*(1), 19–25.

Mukhriani. (2014). Ekstraksi, pemisahan senyawa, dan identifikasi senyawa aktif. *Kesehatan*, *VII*(2), 361–367.

Munir, A., Sultana, B., Bashir, A., Ghaffar, A., Munir, B., Shar, G. A., Nazir, A., & Iqbal, M. (2018). Evaluation of antioxidant potential of vegetables waste. *Polish Journal of Environmental Studies*, *27*(2), 947–952.

Nambiraj, M., & Suresh Kumar, K. (2024). Impact of essential oils from agro waste as antioxidants on biodiesel long-term storage stability for CI engines: Fresh and aged evaluations. *Process Safety and Environmental Protection*, *186*(February), 1214–1228.

Niarta, N. L. E. D. (2024). *Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Batang Bunga Kertas (Bougenvillea glabra)*.

Nimse, S. B., & Pal, D. (2015). Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. *RSC Advances*, *5*(35), 27986–28006.

Nurkhasanah, M. A., Si, A., Mochammad, S., Bachri, S., Si, M., Si, D. S., & Yuliani, M. P. (2023). *Antioksidan dan Stres Oksidatif*.

Nurlinda, N., Handayani, V., & Rasyid, F. A. (2021). Spectrophotometric Determination of Total Flavonoid Content in Biancaea Sappan (Caesalpinia sappan L.) Leaves. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, *8*(3), 1–4.

Permanasari, Etin D., Amalia, Mega, P.R., Susilo, P. (2024). Total Flavonoid Content and Antioxidant Properties of

Different Extraction Methods of Red Spinach Leaf ( Amaranthus tricolor L .). *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, *11*(1), 17–24.

PM Ravikumar, R., & Thangaraj, P. (2023). Exploring Phytochemicals and Anti-bacterial Properties of Bougainvillea glabra: A Systematic Review with an in silico Perspective. *Pharmacognosy Research*, *16*(1), 34–41.

Rahmi, H. (2017). Review: Aktivitas Antioksidan dari Berbagai Sumber Buah-buahan di Indonesia. *Jurnal Agrotek Indonesia*, *2*(1), 34–38.

Rajkumar, G., Panambara, P. A. H. R., & Sanmugarajah, V. (2022). Comparative Analysis of Qualitative and Quantitative Phytochemical Evaluation of Selected Leaves of Medicinal Plants in Jaffna, Sri Lanka. *Borneo Journal of Pharmacy*, *52*(2), 93–103.

Ramadhan, H., Rezky, D. P., & Susiani, E. F. (2021). Penetapan Kandungan Total Fenolik-Flavonoid pada Fraksi Etil Asetat Kulit Batang Kasturi (Mangifera casturi Kosterman). *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, *8*(1), 58.

Ramadhani, N., Novianti, Y., & Samudra, A. G. (2022). Analisis Penetapan Kadar Flavonoid Total Sari Jeruk Gerga Lebong (Citrus Nobilis L) dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Bencoolen Journal of Pharmacy*, *2*(1), 28–29.

Ramzan, K., Zehra, S. H., Balciunaitiene, A., Viskelis, P., & Viskelis, J. (2025). Valorization of Fruit and Vegetable Waste: An Approach to Focusing on Extraction of Natural Pigments. *Foods*, *14*(8), 2–25.

Rizki, M. I., Sari, A. K., Kartika, D., Khairunnisa, A., & Normaidah. (2022). Penetapan Kadar Fenolik Total dan Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi dari Ekstrak Etanol Daun Cempedak

(Artocarpus integer) dengan Metode DPPH. *MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana)*, *4*(2), 168–178.

Rozi, F., Nuzul Azhim Ash Siddiq, M., & Masyhuri Majiding, C. (2023). Analisis Kapasitas Antioksidan Minuman Sumber Vitamin C. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, *4*(1), 1–7.

Sa'adah, L. (2010). *Isolasi dan Identifikasi Senyawa Tanin dari Daun Belimbing Wuluh (Avetthoa bilimbi L.)*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.

Sagala, J. P. (2015). *Pengertian dan Prinsip Maserasi*. WordPress. https://jesicaputri2013.wordpress.com/2015/07/30/pengertian-dan-prinsip-maserasi/

Salamah, N., & Widyasari, E. (2015). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Daun Kelengkeng (Euphoria longan (L) Steud.) dengan Metode Penangkapan Radikal 2,2'-difenil-1-pikrilhidrazil. *Pharmaciana*, *5*(1), 25–34.

Saleem, H., Htar, T. T., Naidu, R., Zengin, G., Ahmad, I., & Ahemad, N. (2020). Phytochemical profiling, antioxidant, enzyme inhibition and cytotoxic potential of Bougainvillea glabra flowers. *Natural Product Research*, *34*(18), 2602–2606.

Saleem, H., Usman, A., Mahomoodally, M. F., & Ahemad, N. (2021). Bougainvillea glabra (choisy): A comprehensive review on botany, traditional uses, phytochemistry, pharmacology and toxicity. *Journal of Ethnopharmacology*, *266*(1), 113356.

Sari, M., Ulfa, R. N., Marpaung, M. P., & Purnama. (2021). Penentuan Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Flavonoid Total Ekstrak Daun Papasan (Coccinia grandis L.) Berdasarkan Perbedaan Pelarut Polar. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, *7*(1), 30–41.

Sekowski, S., Veiko, A., Olchowik-Grabarek, E., Dubis, A., Wilczewska, A. Z., Markiewicz, K. H., Zavodnik, I. B., Lapshina, E., Dobrzynska, I., Abdulladjanova, N., & Zamaraeva, M. (2022). Hydrolysable tannins change physicochemical parameters of lipid nano-vesicles and reduce DPPH radical - Experimental studies and quantum chemical analysis. *Biochimica et Biophysica Acta - Biomembranes*, *1864*(1), 183778.

Shankar, S., Vaijanathappa, J., Wadhwani, A., & Sekar, M. (2021). Design, Synthesis, Physicochemical, Drug-likeness Properties of Quercetin Derivatives and Their Effect On MCF-7 Cell Line and Free Radicals. *ResearchSquare*, *13*(1), 1–11.

Shoviantari, F., Macado, R. B. A., & Ramadhani, R. N. (2024). Uji Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan Gel Ekstrak Etanol Bunga Kertas (Bougenvillea glabra). *Jurnal Ilmu Farmasi Dan Farmasi Klinik*, *21*(1), 96.

Simatupang, R. A. L., Tombuku, J. L., Pareta, D. N., & Lengkey, Y. K. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bunga Bougenville Bougainvillea glabra Sebagai Antioksidan. *Biofarmasetikal Tropis*, *4*(1), 30–39.

Singleton, V, L., Orthofer, R., & Raventos, Rosa, M, L. (1999). Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods In Enzymology*, *299*(2), 152–178.

Sirait, S. M., & Enriyani, R. (2021). Skrining Fitokimia dan Pengaruh Cara Pengeringan Terhadap Kualitas Ekstrak Etanol Daging Buah Pala (Myristica fragrans Houtt). *Warta Akab*, *45*(2), 1–5.

Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2007). *Principles of Instrumental Analysis (6th ed)*.

Subositi, A. P. D. (2014). Analisis Ukuran Partikel Bahan

Penyusun Ramuan Jamu Dan Volume Air Penyari Terhadap Mutu Ekstrak Yang Dihasilkan. *Jurnal Ilmu Farmasi Dan Farmasi Klinik*, *1*(1), 111–115.

Sudarmi, K., Darmayasa, I. B. G., & Muksin, I. K. (2017). Uji Fitokimia dan Daya Hambat Ekstrak Daun Juwet (Syzygium cumini) Terhadap Pertumbuhan Escherichia coli dan Staphylococcus aureus ATCC. *Simbiosis Journal of Biological Sciences*, *5*(2), 47.

Sultana, S., Hossain, M. L., Sostaric, T., Lim, L. Y., Foster, K. J., & Locher, C. (2024). Investigating Flavonoids by HPTLC Analysis Using Aluminium Chloride as Derivatization Reagent. *Molecules*, *29*(21), 2–14.

Supringrum, R., & Jubaidah, S. (2019). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol dan Fraksi Akar Tabar Kedayan (Aristolochia foveolata Merr.) dengan Metode DPPH (2,2 Diphenyl-1-Picrylhidrazil). *JFL : Jurnal Farmasi Lampung*, *8*(1), 8–14.

Syafrida, M., Darmanti, S., & Izzati, M. (2018). Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Kadar Air, Kadar Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Daun dan Umbi Rumput Teki (Cyperus rotundus L.). *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, *20*(1), 44.

Timmer, B. J. J., & Mooibroek, T. J. (2021). Intermolecular Ï-πStacking Interactions Made Visible. *Journal of Chemical Education*, *98*(2), 540–545.

Tjia, B. O. (2019). *Taman Tropis Berbunga.* Gaya Favorit Press. Jakarta.

Torres-Ortiz, D., García-Alcocer, G., Berumen-Segura, L. C., & Estévez, M. (2024). Green extraction of secondary metabolites from plants: Obstacles, current status, and trends. *Sustainable Chemistry for the Environment*, *8*(1), 100157.

Ulusoy, H. G., & Sanlier, N. (2020). A minireview of quercetin: from its metabolism to possible mechanisms of its biological activities. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *60*(19), 3290–3303.

Valenga, M. G. P., Boschen, N. L., Rodrigues, P. R. P., & Maia, G. A. R. (2019). Agro-industrial waste and Moringa oleifera leaves as antioxidants for biodiesel. *Industrial Crops and Products*, *128*(August 2018), 331–337.

Wahidah, S. M. (2020). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Ketapang (Terminalia catappa L .) Menggunakan Metode DPPH (1 ,1-difenil-2- pikrilhidrazin). In *Skripsi*.

Wahyuningsih, S., & Dkk. (2024). *Buku Ekstraksi Bahan Alam Edisi 2024* (Issue 1).

Wati, R., Sinambela, Sulastri, T., Suwitono, M. R., & Turuallo, D. (2024). Skrining Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bunga Mawar (Rosa damascene Mill). *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, *4*(1), 9191–9198.

Winarsi, H. (2007). *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas.*

Woisky, R. G., & Salatino, A. (1998). Analysis of propolis: Some parameters and procedures for chemical quality control. *Journal of Apicultural Research*, *37*(2), 99–105.

Wu, M., Xu, J., Zhang, H., Xia, W., Li, W., & Zhang, W. (2022). Purification and Identification of Flavonoid Molecules from Rosa setate x Rosa rugosa Waste Extracts and Evaluation of Antioxidant, Antiproliferative and Antimicrobial Activities. *Molecules*, *27*(14), 2–14.

Wulansari, D., Chairul, D., Botani, B., Penelitian, P., & Abstrak, B.-L. (2011). Penapisan Aktivitas Antioksidan Dan Beberapa Tumbuhan Obat Indonesia Menggunakan Radikal 2,2-Diphenyl-1 Picrylhydrazyl (Dpph)

Antioxidant Screening Activity of Several Indonesian Medicinal Plants Using 2,2-Difenil 1-1 Picrylhidrazyl(Dpph). *Majalah Obat Tradisional*, *16*(1), 2011.

Xu, X., Liu, A., Hu, S., Ares, I., Martínez-Larrañaga, M. R., Wang, X., Martínez, M., Anadón, A., & Martínez, M. A. (2021). Synthetic phenolic antioxidants: Metabolism, hazards and mechanism of action. *Food Chemistry*, *353*(1), 129448.

Yamaguchi, T., Takamura, H., Matoba, T., & Terao, J. (1998). HPLC method for evaluation of the free radical-scavenging activity of foods by using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl. *Biosci Biotechnol Biochem. 1998*, *62*(6), 1201–1204.

Yelwantge, V., & Chauhan, V. (2025). Phytochemical Characterization, In-Vitro Antioxidant Activity, and Molecular Docking of Quercetin, Rutin and Apigenin. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, *15*(4), 59–71.

Yogeshi J, J. J., Awachat, A. P., Umekar, R. . L. M. J., Hemke, A. T., & Gupta, K. R. (2023). Extraction: An important tool in the pharmaceutical field. *International Journal of Science and Research Archive*, *10*(1), 555–568.

Yuliani, N, Y., Siswandono, Erawati, T., Sambara, J., & Lenggu, M. (2025). Determination of Total Flavonoid and Total Phenol content of Bugenvil Bracteas (Bougainvillea spectabilis Willd) and its Activity as an Antioxidant. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, *18*(1), 5–10.

Yulianis, Y., Maysenta, S., & Aliyah, S. H. (2023). Identifikasi Senyawa Flavonoid pada Ekstraksi N-Butanol Bunga Bugenvil Ungu (Bougenvillea spectabilis) dengan Spektrofotometer UV-VIS. *Jurnal Biosense*, *6*(01), 73–82.

Yunita, E., & Khodijah, Z. (2020). Pengaruh Konsentrasi Pelarut

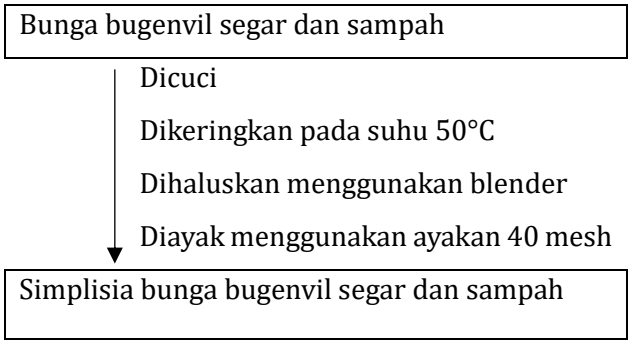
Etanol saat Maserasi terhadap Kadar Kuersetin Ekstrak Daun Asam Jawa (Tamarindus indica L.) secara Spektrofotometri UV-Vis. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, *17*(2), 273.

Zareen, S. R., Ahmed, O., Reshma, Uddin, M. S., & Rasheed, A. (2023). Thin-Layer Chromatography: A Research Report. *World Journal of Pharmaceutical and Life Science*, *10*(2), 75–77.

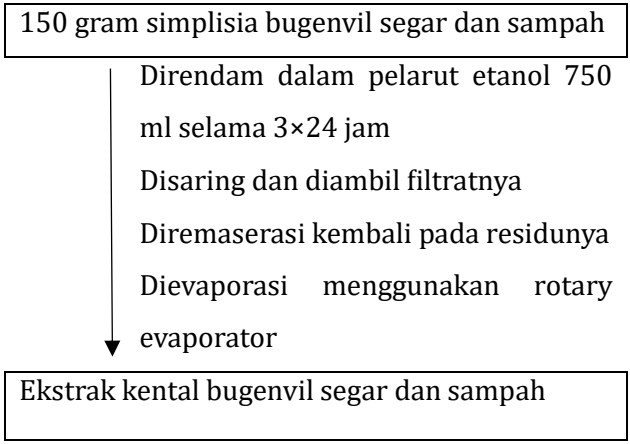
# LAMPIRAN

## Lampiran 1: Skema Cara Kerja

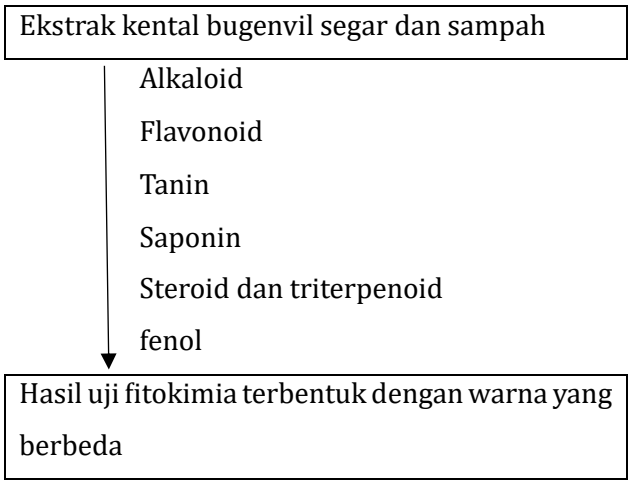
a. Preparasi Sampel Segar dan Sampah Bunga Bugennvil (*Bougainvillea glabra*)



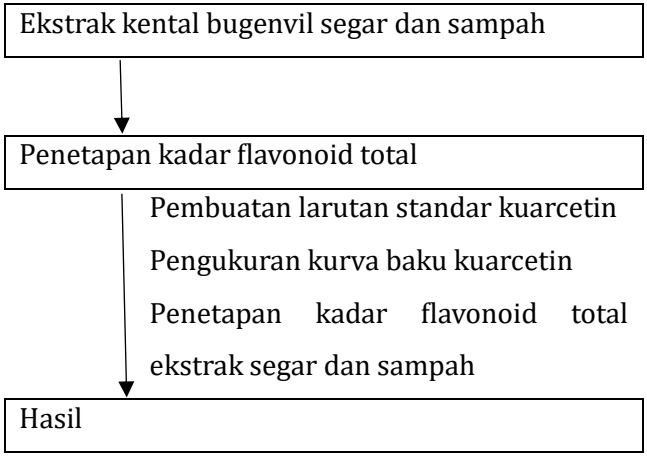

b. Ekstraksi Sampel Segar dan Sampah Bunga Bugennvil (*Bougainvillea glabra*)



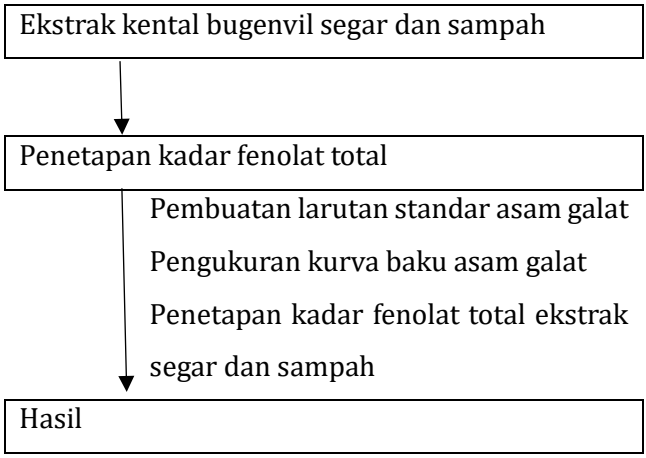
c. Uji Fitokima



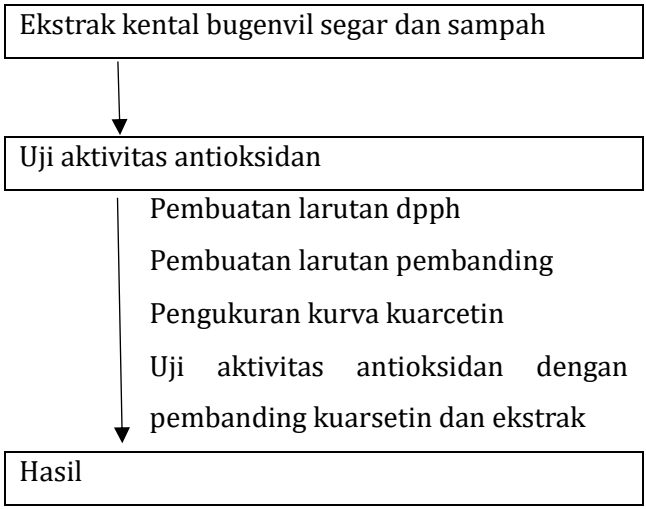

d. Penetapan Kadar Flavonoid Total Bugenvil Segar dan Sampah



e. Penetapan Kadar Fenolat Total Bugenvil Segar dan Sampah




f. Uji Aktivitas Antioksidan



**Lampiran 2: Perhitungan % Rendemen**

a. Perhitungan rendemen ekstrak kental etanol bugenvil segar

Diketahui:

Massa pot amber kosong = 90,714 g

Massa awal =150 g

Massa pot amber + ekstrak = 94,363 g

Massa ekstrak: 94,363-90,714 =3,649 g

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{Massa\ ekstrak\ (gram)}{Massa\ \ sampel\ (gram)} \times 100\ \%$$

$$= \frac{3{,}649\ g}{150\ g} \times 100\ \%$$

$$= 2{,}432\ \%$$

b. Perhitungan rendemen ekstrak kental etanol bugenvil sampah

Diketahui: Massa pot amber kosong = 90,714 g

Massa awal =150 g

Massa pot amber + ekstrak = 98,033 g

Massa ekstrak: 98,033-90,714 =7,314 g

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{Massa\ ekstrak\ (gram)}{Massa\ \ sampel\ (gram)} \times 100\ \%$$

$$= \frac{7{,}314\ g}{150\ g} \times 100\ \%$$

$$= 4{,}876\%$$

**Lampiran 3: Perhitungan Nilai Rf Kromatografi Lapis Tipis**

Contoh perhitungan nilai Rf kromatografi lapis tipis

Diketahui: jarak tempuh eluen: 5,6 cm

| Ekstrak | Jumlah Noda | Jarak tempuh noda (cm) |
|---|---|---|
| Segar | 4 | 1,0; 1,7; 4,5; 4,9 |
| Sampah | 2 | 4,5: 4,9 |

Ekstrak Segar

$$Rf = \frac{Jarak\ tempuh\ noda}{Jarak\ tempuh\ eluen}$$

$$= \frac{1,0}{5,6} = 0,178$$

Ekstrak Sampah

$$Rf = \frac{Jarak\ tempuh\ noda}{Jarak\ tempuh\ eluen}$$

$$= \frac{4,5}{5,6} = 0,803$$

**Lampiran 4: Hasil Penentuan Kadar Flavonoid Total Bunga Bugenvil (*Bougainvillea glabra*) Ekstrak Segar dan Sampah**

a. Pembuatan Larutan Kuarcetin 1000 ppm

Ppm = $\frac{mg}{L}$ = $\frac{10\ mg}{0{,}01\ L}$ =1000 mg/L =1000 ppm

1000 ppm = 1000 mg/L = $\frac{mg}{L}$

mg = 1000 mg/L × 0,01 L = 10 mg

10 mg Kuarcetin ditambahkan 10 mL etanol pada labu ukur 10 mL ssampai tanda batas 10 mL.

b. Pembuatan Larutan Seri 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm dalam labu ukur 10 ml

Rumus pengenceran = $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

Pengenceran larutan standar kuarsetin 10 ppm sebanyak 10 mL dari larutan induk 1000 ppm

$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

1000 ppm × $V_1$ = 10 ppm × 10 mL

$V_1 = \frac{10\ ppm \times 10\ mL}{1000\ ppm}$

$V_1$= 0,1 mL

Pengenceran larutan standar kuarsetin 20 ppm sebanyak 10 mL dari larutan induk 1000 ppm

$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

1000 ppm × $V_1$ = 20 ppm × 10 mL

$V_1 = \frac{20\ ppm \times 10\ mL}{1000\ ppm}$

$V_1$= 0,2 mL

Pengenceran larutan standar kuarsetin 30 ppm sebanyak 10 mL dari larutan induk 100 ppm

$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

1000 ppm × $V_1$ = 30 ppm × 10 mL

$V_1 = \frac{30\ ppm \times 10\ mL}{1000\ ppm}$

$V_1$= 0,3 mL

Pengenceran larutan standar kuarsetin 40 ppm sebanyak 10 mL dari larutan induk 100 ppm

$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

1000 ppm × $V_1$ = 40 ppm × 10 mL

$V_1 = \frac{40\ ppm \times 10\ mL}{1000\ ppm}$

$V_1$= 0,4 mL

Pengenceran larutan standar kuarsetin 50 ppm sebanyak 10 mL dari larutan induk 100 ppm

$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

1000 ppm × $V_1$ = 50 ppm × 10 mL

$V_1 = \frac{50\ ppm \times 10\ mL}{1000\ ppm}$

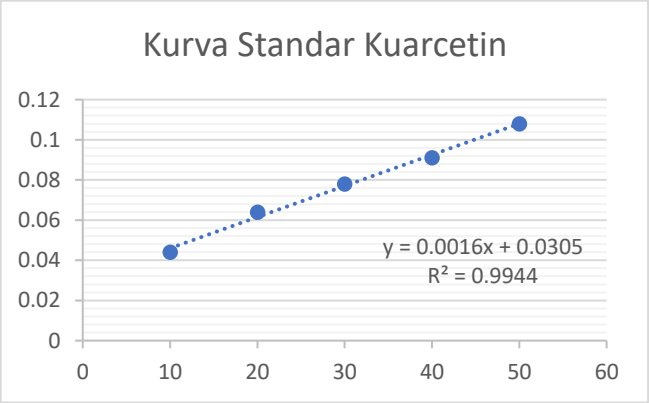
$V_1$= 0,5 mL

c. Penetapan Kadar Flavonoid total

1. Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Pembanding Kuersetin

| Konsentrasi | $Abs_1$ | $Abs_2$ | $Abs_3$ |
|---|---|---|---|
| Blanko | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 10 | 0,044 | 0,044 | 0,044 |
| 20 | 0,064 | 0,064 | 0,064 |
| 30 | 0,078 | 0,078 | 0,078 |
| 40 | 0,092 | 0,091 | 0,091 |
| 50 | 0,108 | 0,108 | 0,108 |

2. Hasil Kurva Baku Kuersetin




3. Hasil Pengukuran Absorbansi Ekstrak Segar dan Sampah 3 Kali Replikasi

1. Ekstrak Segar

| Replikasi | Absorbansi | Konsentrasi (mg QE/L) | Kadar Total Flavonoid (mg QE/g ekstrak) |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,087 | 35,3125 | |
| 2 | 0,088 | 35,9375 | 355,2 ± 0,294 |
| 3 | 0,087 | 35,3125 | |

2. Ekstrak Sampah

| Replikasi | Absorbansi | Konsentrasi (mg QE/L) | Kadar total Flavonoid (mg QE/g ekstrak) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,060 | 18,43 | |
| 2 | 0,060 | 18,43 | 182,2 ± 0,357 |
| 3 | 0,059 | 17,81 | |

3. Penetapan Kadar Flavonoid Total Pada Ekstrak Segar dan Sampah Bunga Bugenvil

   a. Ekstrak Segar Bunga Bugenvil

      Diketahui: ekstrak = 0,1 gr (M) dilarutkkan dalam 100 mL pelarut (V)

      Persamaan Kurva Baku: y =0,0016x + 0,0305

      Replikasi 1: 0,087

      Replikasi 2: 0,088

      Replikasi 3: 0,087

      **Replikasi 1**

y = bx + a

y = 0,0016x + 0,0305

0,087 = 0,0016x + 0,0305

x = $\frac{0,087-0,0305}{0,0016}$ = 35,3125 mg/L

**Replikasi 2**

y = bx + a

y = 0,0016x + 0,0305

0,088 = 0,0016x + 0,0305

x = $\frac{0,088-0,0305}{0,0016}$ = 35,9375 mg/L

**Replikasi 3**

y = bx + a

y = 0,0016x + 0,0305

0,087 = 0,0016x + 0,0305

x = $\frac{0,087-0,0305}{0,0016}$ = 35,3125 mg/L

**Rata-rata konsentrasi:**

= 35,3125+35,9375+35,3125

= $\frac{106,562}{3}$

=35,5208 mg/L

**Penetapan kadar flavonoid total**

Rumus:

$\frac{C \times V \times FP}{M}$ = $\frac{35,520\frac{mg}{L} \times 0,1L \times 10}{0,1}$ = 355,2 ± 0,294 mg QE/g.

b. Ekstrak Sampah Bunga Bugenvil

Diketahui: ekstrak = 0,1 gr (M) dilarutkkan dalam 100 mL pelarut (V)

Persamaan Kurva Baku: y =0,0016x + 0,0305

Replikasi 1: 0,060

Replikasi 2: 0,060

Replikasi 3: 0,059

**Replikasi 1**

y = bx + a

y = 0,0016x + 0,0305

0,060 = 0,0016x + 0,0305

$x = \frac{0,060-0,0305}{0,0016}$ = 18,43 mg/L

**Replikasi 2**

y = bx + a

y = 0,0016x + 0,0305

0,060 = 0,0016x + 0,0305

$x = \frac{0,060-0,0305}{0,0016}$ = 18,43 mg/L

**Replikasi 3**

y = bx + a

y = 0,0016x + 0,0305

0,059 = 0,0016x + 0,0305

$x = \frac{0,059-0,0305}{0,0016}$ = 17,81 mg/L

**Rata-rata konsentrasi:**

= 18,43 + 18,43+17,81

$= \frac{54,67}{3}$

=18,22 mg/L

**Perhitungan kadar flavonoid total**

Rumus:

$\frac{C \times V \times FP}{M} = \frac{18,22\frac{mg}{L} \times 0,1L \times 10}{0,1} = 182,2 \pm 0.357$

mg QE/g ekstrak.

**Lampiran 5: Hasil Penentuan Kadar Fenolat Total pada Ekstrak Segar dan Sampah Bunga Bugenvil (*Bougainvillea glabra*)**

a. Pembuatan Larutan Asam Galat 1000 ppm

Ppm = $\frac{mg}{L}$ = $\frac{10\ mg}{0{,}01\ L}$ =1000 mg/L =1000 ppm

1000 ppm = 1000 mg/L = $\frac{mg}{L}$

mg = 1000 mg/L × 0,01 L = 10 mg

10 mg Asam galat ditambahkan 10 mL etanol pada labu ukur 10 mL ssampai tanda batas 10 mL.

b. Pembuatan Larutan Seri 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm dalam labu ukur 10 ml

Rumus pengenceran = $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

Pengenceran larutan standar kuarsetin 10 ppm sebanyak 10 mL dari larutan induk 1000 ppm

$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

1000 ppm × $V_1$ = 10 ppm × 10 mL

$V_1 = \frac{10\ ppm \times 10\ mL}{1000\ ppm}$

$V_1$= 0,1 mL

Pengenceran larutan standar kuarsetin 20 ppm sebanyak 10 mL dari larutan induk 1000 ppm

$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

1000 ppm × $V_1$ = 20 ppm × 10 mL

$V_1 = \frac{20\ ppm \times 10\ mL}{1000\ ppm}$

$V_1$= 0,2 mL

Pengenceran larutan standar kuarsetin 30 ppm sebanyak 10 mL dari larutan induk 100 ppm

$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

1000 ppm × $V_1$ = 30 ppm × 10 mL

$V_1 = \frac{30\ ppm \times 10\ mL}{1000\ ppm}$

$V_1$= 0,3 mL

Pengenceran larutan standar kuarsetin 40 ppm sebanyak 10 mL dari larutan induk 100 ppm

$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

1000 ppm × $V_1$ = 40 ppm × 10 mL

$V_1 = \frac{40\ ppm \times 10\ mL}{1000\ ppm}$

$V_1$= 0,4 mL

Pengenceran larutan standar kuarsetin 50 ppm sebanyak 10 mL dari larutan induk 100 ppm

$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$

1000 ppm × $V_1$ = 50 ppm × 10 mL

$V_1 = \frac{50\ ppm \times 10\ mL}{1000\ ppm}$

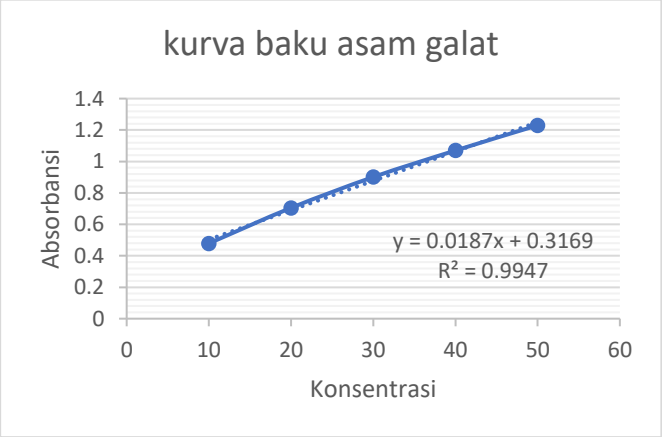
$V_1$= 0,5 mL

c. Penetapan Kadar Fenolat Total

1. Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Pembanding Asam Galat

| Konsentrasi | $Abs_1$ | $Abs_2$ | $Abs_3$ |
|---|---|---|---|
| Blanko | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 10 | 0,480 | 0,479 | 0,478 |
| 20 | 0,707 | 0,706 | 0,704 |
| 30 | 0,903 | 0,901 | 0,900 |
| 40 | 1,072 | 1,069 | 1,070 |
| 50 | 1,231 | 1,233 | 1,233 |

2. Hasil Kurva Baku Asam Galat




3. Hasil Pengukuran Absorbansi Ekstrak Segar dan Sampah 3 Kali Replikasi

   a. Ekstrak Segar

| Replikasi | Absorbansi | Konsentrasi (mg GAE/L) | Kadar Total Fenolat (mg GAE/g ekstrak) |
|---|---|---|---|
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,948 | 33,748 | |
| 2 | 0,948 | 33,748 | 337,12 ± 0,017 |
| 3 | 0,946 | 33,641 | |

b. Ekstrak Sampah

| Replikasi | Absorbansi | Konsentrasi (mg GAE/L) | Kadar Total Fenolat (mg GAE/g ekstrak) |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,541 | 11,98 | |
| 2 | 0,541 | 11,98 | 119,65 ± 0,028 |
| 3 | 0,540 | 11,93 | |

c. Penetapan Kadar Fenolat Total Pada Ekstrak Segar dan Sampah Bunga Bugenvil

**1. Ekstrak segar bunga bugenvil**

Diketahui: ekstrak = 0,1 gr (M) dilarutkkan dalam 100 mL pelarut (V)

Persamaan Kurva Baku: y = 0,0187x + 0,3169

Replikasi 1: 0,948

Replikasi 2: 0,948

Replikasi 3: 0,946

**Replikasi 1**

y = bx + a

y = 0,0187x + 0,3169

0,948 = 0,0187x + 0,3169

x = $\frac{0,948-0,3169}{0,0187}$ = 33,748 mg/L

**Replikasi 2**

y = bx + a

y = 0,0187x + 0,3169

0,948 = 0,0187x + 0,3169

x = $\frac{0,948-0,3169}{0,0187}$ = 33,748 mg/L

**Replikasi 3**

y = bx + a

y = 0,0187x + 0,3169

0,946 = 0,0187x + 0,3169

x = $\frac{0,946-0,3169}{0,0187}$ = 33,641 mg/L

**Rata-rata Konsentrasi:**

= 33,748 + 33,748 +33,641

= $\frac{101,137}{3}$

= 33,712 mg/L

**Penetapan kadar fenolat total**

Rumus:

$\frac{C \times V \times FP}{M} = \frac{33,712\frac{mg}{L} \times 0,1L \times 10}{0,1}$ = 337,12 ± 0,017 mg GAE/g ekstrak.

**2. Ekstrak sampah bunga bugenvil**

Diketahui: ekstrak = 0,1 gr (M) dilarutkkan dalam 100 mL pelarut (V)

Persamaan Kurva Baku: y = 0,0187x + 0,3169

Replikasi 1: 0,541

Replikasi 2: 0,541

Replikasi 3: 0,540

**Replikasi 1**

y = bx + a

y = 0,0187x + 0,3169

0,541 = 0,0187x + 0,3169

$x = \frac{0,541-0,3169}{0,0187}$ = 11,983 mg/L

**Replikasi 2**

y = bx + a

y = 0,0187x + 0,3169

0,541 = 0,0187x + 0,3169

$x = \frac{0,541-0,3169}{0,0187}$ = 11,983 mg/L

**Replikasi 3**

y = bx + a

y = 0,0187x + 0,3169

0,540 = 0,0187x + 0,3169

$x = \frac{0,540-0,3169}{0,0187}$ = 11,930 mg/L

**Rata-rata konsentrasi:**

= 11,983 + 11,983 +11,930

$= \frac{35,896}{3}$

= 11,965 mg/L

**Perhitungan kadar fenolat total**

Rumus:

$\frac{C \times V \times FP}{M} = \frac{11,965 \frac{mg}{L} \times 0,1L \times 10}{0,1} = 119,65 \pm 0,028$ mg GAE/g ekstrak.

**Lampiran 6: Hasil Aktivitas Antioksidan pada Kontrol, Ekstrak Segar, dan Ekstrak Sampah Bunga Bugenvil**

a. Pembuatan larutan DPPH (0,1 mM)

Molaritas DPPH yang digunakan adalah 100 ppm

Volume larutan: 100 mL (0,1L)

Rumus PPM : $\frac{Massa\ ekstrak\ (\mu g)}{Volume\ larutan\ (mL)}\ X\ 1000$

Berat DPPH : $\frac{Volume\ (mL) \times PPM}{1000}$

: $\frac{100 \times 100}{1000}$

: $\frac{10.000}{1000}$

: 10 mg

b. Pembuatan larutan kontrol Kuersetin

Ppm = $\frac{mg}{L}$ = $\frac{10\ mg}{0{,}1\ L}$ =100 mg/L =100 ppm

100 ppm = 100 mg/L = $\frac{mg}{L}$

mg = 100 mg/L × 0,1 L = 10 mg

c. Hasil absorbansi aktivitas antioksidan pada kontrol (+), ekstrak segar, dan ekstrak sampah

| Konsentrasi | $Abs_1$ | $Abs_2$ | $Abs_3$ |
|---|---|---|---|
| Kontrol (-) | 0,965 | 0,967 | 0,966 |
| Kontrol (+) | | | |
| 10 | 0,081 | 0,080 | 0,083 |
| 20 | 0,074 | 0,073 | 0,073 |
| 30 | 0,063 | 0,063 | 0,066 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 40 | 0,055 | 0,056 | 0,056 |
| 50 | 0,052 | 0,052 | 0,053 |
| Ekstrak Segar | | | |
| 25 | 0,716 | 0,715 | 0,715 |
| 50 | 0,644 | 0,645 | 0,644 |
| 75 | 0,572 | 0,574 | 0,573 |
| 100 | 0,468 | 0,468 | 0,467 |
| 125 | 0,418 | 0,418 | 0,417 |
| Ekstrak sampah | | | |
| 25 | 0,798 | 0,799 | 0,799 |
| 50 | 0,785 | 0,786 | 0,786 |
| 75 | 0,772 | 0,775 | 0,776 |
| 100 | 0,753 | 0,753 | 0,752 |
| 125 | 0,739 | 0,739 | 0,739 |

d. Hasil persen inhibisi (%I) pada kontrol (+), ekstrak segar, dan ekstrak sampah

| Konsentrasi | $\%I_1$ | $\%I_2$ | $\%I_3$ | Rata-rata %I |
|---|---|---|---|---|
| Kontrol (-) | 0 | 0 | 0 | |
| Kontrol (+) | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10 | 91,606 | 91,726 | 91,407 | 91,580 |
| 20 | 92,331 | 92,450 | 92,443 | 92,408 |
| 30 | 93,471 | 93,485 | 93,167 | 93,374 |
| 40 | 94,300 | 94,208 | 94,202 | 94,236 |
| 50 | 94,611 | 94,519 | 94,513 | 94,547 |
| Ekstrak Segar | | | | |
| 25 | 25,803 | 26,059 | 25,983 | 25,615 |
| 50 | 33,264 | 33,298 | 33,333 | 33,298 |
| 75 | 40,725 | 40,641 | 40,683 | 40,689 |
| 100 | 51,502 | 51,602 | 51,656 | 51,587 |
| 125 | 56,683 | 56,773 | 56,832 | 56,763 |
| Ekstrak sampah | | | | |
| 25 | 17,305 | 17,373 | 13,287 | 17,322 |
| 50 | 18,963 | 18,717 | 18,633 | 18,771 |
| 75 | 20 | 19,855 | 19,668 | 19,841 |
| 100 | 21,968 | 22,130 | 22,153 | 22,083 |
| 125 | 23,419 | 23,578 | 23,498 | 23,498 |

Contoh perhitungan % inhibisi DPPH pada kontrol (+), ekstrak segar, dan ekstrak sampah

Kontrol (+)

% Inhibisi $: \frac{Abs.DPPH - Abs\ Sampel}{Abs\ DPPH} \times 100\ \%$

$: \frac{0{,}965 - 0{,}081}{0{,}965} \times 100\%$

$: 91{,}606\%$

Ekstrak Segar

% Inhibisi $: \frac{Abs.DPPH - Abs\ Sampel}{Abs\ DPPH} \times\ 100\ \%$

$: \frac{0{,}965 - 0{,}716}{0{,}965} \times\ 100\%$

$: 25{,}803\%$

Ekstrak Sampah

% Inhibisi $: \frac{Abs.DPPH - Abs\ Sampel}{Abs\ DPPH} \times\ 100\ \%$

$: \frac{0{,}965 - 0{,}798}{0{,}965} \times 100\%$

$: 17{,}305\%$

e. Cara menentukan aktivitas antioksidan dari masing-masing ekstrak terhadap kuersetin

Ekstrak segar $: \frac{\%\ inhibisi\ \ eks.segar\ kons.50\ ppm}{\%\ inhibisi\ kontrol\ kons.50\ ppm} \times 100\ \%$

$: \frac{33,299}{94,548} \times\ 100\ \%$

$: 35,219\ \%$

Ekstrak sampah

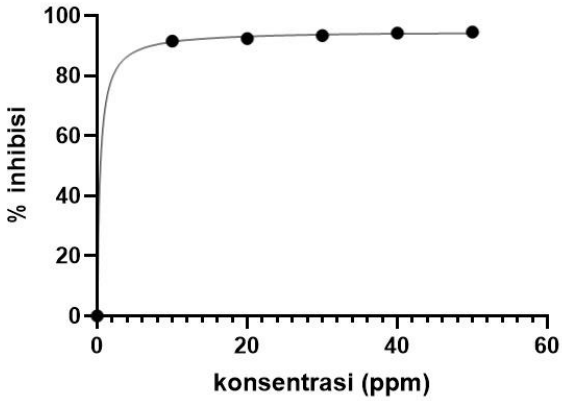
$: \frac{\%\ inhibisi\ \ eks.sampah\ kons.50\ ppm}{\%\ inhibisi\ kontrol\ kons.50\ ppm} \times 100\ \%$

$: \frac{18,668}{94,548} \times\ 100\ \%$

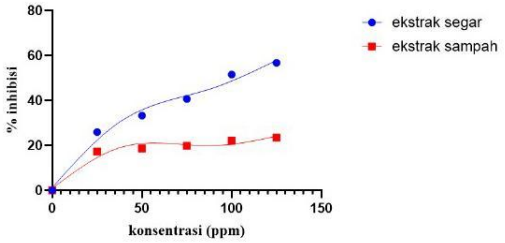
$: 19,744\ \%$

f. Grafik % inhibisi kontrol (+), ekstrak segar, dan ekstrak sampah

1. Kontrol (+)




2. Ekstrak segar dan sampah



**Lampiran 7: Pembuatan Larutan Sampel Ekstrak**

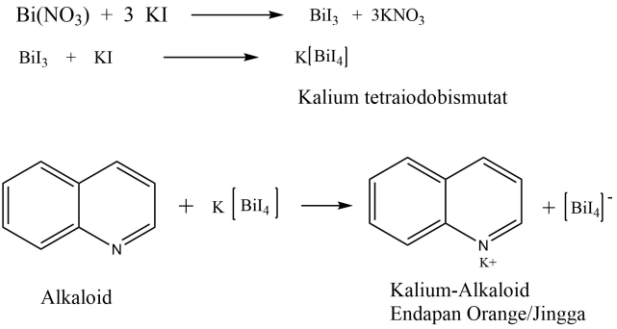
Perhitungan Pembuatan Larutan Ekstrak Segar dan Sampah Bunga bugenvil

Ppm = $\frac{Massa\ ekstrak\ (\mu g)}{Volume\ larutan\ (mL)}$

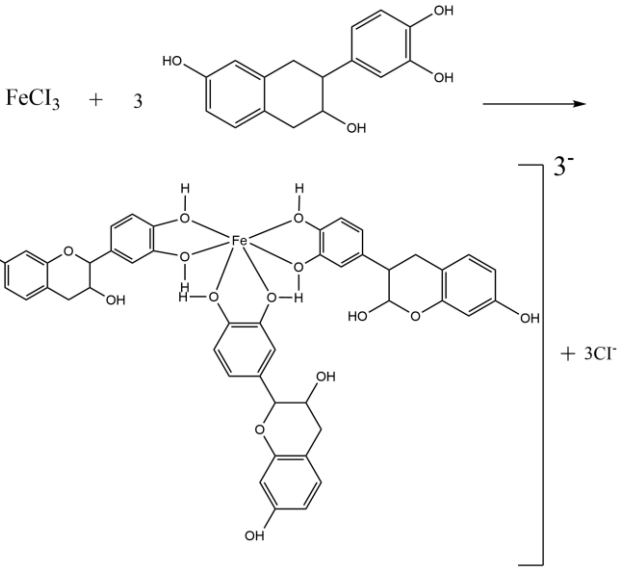
= $\frac{0{,}1\ g}{100\ mL}$ = $\frac{100.000\ \mu g}{100\ mL}$ =1000$\frac{\mu g}{mL}$ = 1000 ppm

**Lampiran 8: Hasil Reaksi Skrining Fitokimia**

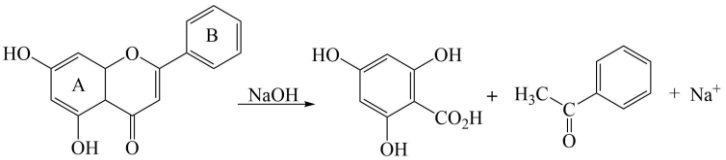
a. Alkaloid (reaksi dragendroff)(Erwan & Parbuntari, 2023)




b. Tanin(Sa'adah, 2010)



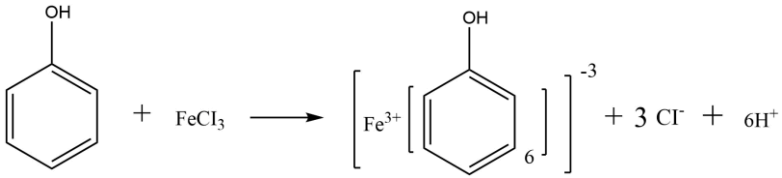
c. Flavonoid(Lindawati & Ma'ruf, 2020)



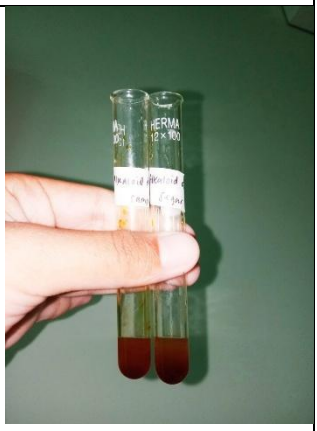

Flavonoid

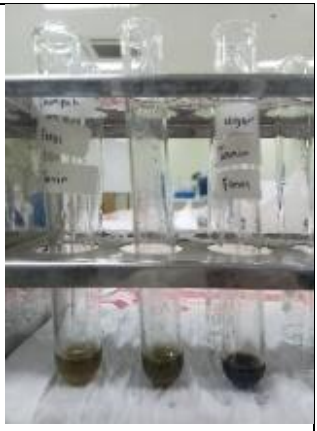
Acetophenon
(kuning)

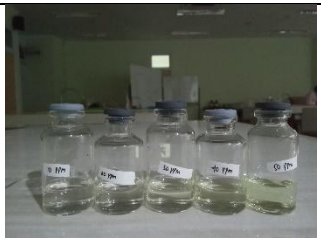
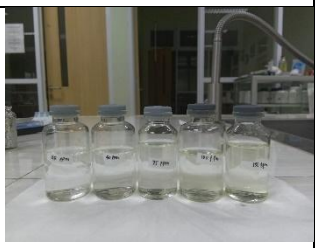
d. Fenol(Wahidah, 2020)



**Lampiran 9: Dokumentasi Penelitian**

<table>
<tr>
<td><br>Bunga bugenvil segar<br><br>Bunga bugenvil sampah</td>
<td><br>Maserasi</td>
<td><br>Proses Evaporasi<br><br>Waterbath</td>
</tr>
<tr>
<td><br>Ekstrak Sampah</td>
<td><br>Ekstrak segar</td>
<td><br>Uji alkaloid</td>
</tr>
</table>

| | | |
|---|---|---|
|   Uji flavonoid |  Uji tanin |  Uji fenol |
|  Uji KLT metanol: etil asetat (1:9) |  Uji KLT metanol: etil asetat (3:7) |  Uji KLT metanol: etil asetat (5:5) |

<table>
<tr>
<td><br>Uji KLT n-heksana: etil asetat (3:7)</td>
<td><br>Larutan induk 1000 ppm masing-masing ekstrak</td>
<td><br>Larutan induk kuarcetin 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm<br><br>Penetapan kadar flavonoid pada kedua ekstrak</td>
</tr>
<tr>
<td><br>Larutan induk asam galat 10,20,30,40, dan 50 ppm<br></td>
<td><br>Larutan kuarcetin 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm<br></td>
<td><br>Larutan ekstrak segar 25, 50, 75, 100, dan 125 ppm</td>
</tr>
</table>

| | | |
|---|---|---|
| Penetapan kadar fenolat pada masing-masing ekstrak | Penentuan aktivitas antioksidan pada kontrol positif kuarsetin | <br>Penentuan aktivitas antioksidan pada ekstrak segar |
| <br>Larutan ekstrak sampah 25, 50, 75, 100, dan 125 ppm | <br>Penentuan aktivitas antioksidan pada ekstrak sampah | <br>Spektrofotometer UV-Vis |

# DAFTAR RIWAYAT HIDUP

## A. Identitas Diri

| | | |
|---|---|---|
| Nama | : | Jauharotun Nafisah |
| Tempat, Tanggal lahir | : | Pati, 17 Oktober 2004 |
| NIM | : | 2108036003 |
| Alamat | : | Desa Kepohkencono, Dukuh Kepoh, RT 03/ RW 04, Kec. Pucakwangi, Kab. Pati |
| No.HP | : | 085329041575 |
| Email | : | nafisahjauharotun400@gmail.com |

## B. Riwayat Pendidikan

**Pendidikan Formal**

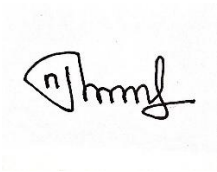
RA Nahjatul Faizin Kepohkencono

Mi Nahjatul Faizin Kepohkencono

MTs Matholi'ul Huda Pucakwangi

MA Matholi'ul Huda Pucakwangi

Semarang, 31 Juli 2025



Jauharotun Nafisah

NIM. 2108036003