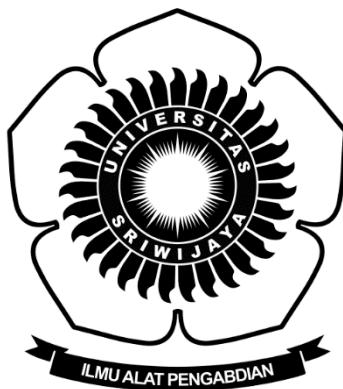


# **TESIS**

## **AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI FRAKSI DAUN TEMBESU (*Fagraea fragrans* Roxb.)**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Mendapatkan Gelar Magister Sains  
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sriwijaya**



**BUDI EKO WAHYUDI  
08082682024001**

**PROGRAM STUDI MAGISTER BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2022**

## **HALAMAN PENGESAHAN**

### **TESIS**

#### **AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI FRAKSI DAUN TEMBESU (*Fagraea fragrans* Roxb.)**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Mendapatkan Gelar Magister Sains pada  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sriwijaya

**OLEH**  
**BUDI EKO WAHYUDI**  
**08082682024001**

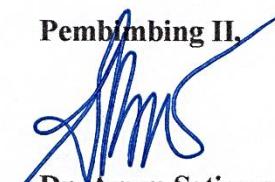
Telah diperiksa dan disetujui:  
Palembang, 30 Juni 2022

**Pembimbing I,**

  
**Dr. Salni, M.Si.**

**NIP. 196608231993031003**

**Pembimbing II,**

  
**Dr. Arum Setiawan, M.Si.**

**NIP. 197211221998031001**

**Mengetahui,**  
**Koordinator Program Studi**

**Magister Biologi**



**Dr. Laila Hanum, M.Si.**  
**NIP. 197308311998022001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis ini berjudul "Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Fraksi Daun Tembesu (*Fagraea fragrans Roxb.*)" telah disetujui oleh Tim Pengaji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya pada tanggal 30 Juni 2022.

Palembang, 30 Juni 2022  
Tim Pengaji Karya tulis ilmiah berupa Tesis,

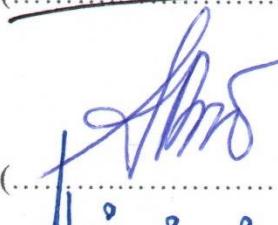
Ketua:

1. Dr. Salni, M.Si.  
NIP 196604101993031003

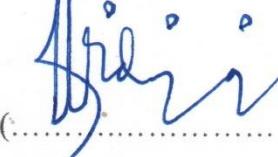
(.....)

Anggota:

2. Dr. Arum Setiawan, M.Si.  
NIP 197211221998031001

(.....)

3. Dr. Hary Widjajanti, M.Si.  
NIP 196112121987102001

(.....)

4. Dr. Elisa Nurnawati, M.Si.  
NIP 197504272000122001

(.....)

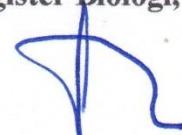
Mengetahui,



Dekan Fakultas Matematika  
dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.  
NIP 197111191997021001

Koordinator Program Studi  
Magister Biologi,



Dr. Laila Hanum, M.Si.  
NIP 197308311998022001

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

إِقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ

“Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan”

(Q.S. Al-Alaq ayat 1)

وَمَنْ لَمْ يُذْقِ مِنَ الْعِلْمِ سَاعَةً، تَجْرِي ذُلُّ الْجَهَلِ طَوْلَ حَيَاتِهِ

“Barang siapa yang tidak merasakan pahitnya belajar sesaat, maka dia akan merasakan hinanya kebodohan seumur hidupnya”

(Muhammad bin Idris Asy-Syafi'i)

Karya tulis ini ku persembahkan kepada:

- Almamaterku
- Istriku Yulvi Restalita dan Anakku Azam Khalid Kencana
- Kedua orang tuaku Eddy Mulyono dan Siti Nur Badriyah
- Adikku Dwi Angga Kusuma

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Budi Eko Wahyudi

NIM : 08082682024001

Judul : Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Fraksi Daun Tembesu  
*(Fagraea fragrans Roxb.)*

Menyatakan bahwa Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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



Palembang, 30 Juni 2022

  
Budi Eko Wahyudi

NIM 08082682024001

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Budi Eko Wahyudi

NIM : 08082622024001

Judul : Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Fraksi Daun Tembesu  
*(Fagraea fragrans Roxb.)*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

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

Palembang, 30 Juni 2022



Budi Eko Wahyudi

NIM 08082682024001

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Fraksi Daun Tembesu (*Fagraea fragrans Roxb.*)”.

Ucapan terima kasih tidak lupa saya berikan pada keluarga yang saya cintai khususnya kedua orang tua Eddy Mulyono dan Siti Nur Badriyah yang selalu memberikan motivasi, dukungan baik moril materil dan selalu mendoakan penulis. Serta tidak lupa saya mengucapkan terima kasih kepada kedua pembimbing saya Dr. Salni, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I dan Dr. Arum Setiawan, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukan selama melaksanakan penggerjaan tugas akhir ini serta kesediaan waktunya untuk berdiskusi. Ucapan terima kasih juga penulis ditujukan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., IPU., ASEAN. Eng. selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Arum Setiawan, M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
4. Dr. Laila Hanum, M.Si. sebagai Koordinator Program Studi Magister Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
5. Dr. Harry Widjajanti, M.Si. dan Dr. Elisa Nurnawati, M.Si., selaku dosen pembahas yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyelesaian tesis ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi Magister Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
7. Staf administrasi Jurusan Biologi Kak Yanto, Kak Bambang dan Kak Andi yang telah membantu dalam urusan administrasi.
8. Analis laboratorium Uni Rosmania dan Kak Agus Wahyudi yang telah membantu dalam urusan administrasi dan penelitian di laboratorium.

9. Rekan-rekan seperjuangan Thia, Diah, Farah, Nurhayati yang saling mendukung dan memberi motivasi dalam penggeraan tugas akhir ini.
10. Adik mahasiswa Mail Maulana yang telah membantu selama proses penelitian.
11. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberi bantuan kepada penulis.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan karunia-Nya dan membalas segala amal dan kebaikan pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Tesis ini dan semoga Tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Palembang, 30 Juni 2022

Penulis,



Budi Eko Wahyudi

NIM 08082682024001

## **RINGKASAN**

Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Fraksi Daun Tembesu (*Fagraea fragrans Roxb.*)

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, Juni 2022

Budi Eko Wahyudi, dibimbing oleh Dr. Salni, M.Si. dan Dr. Arum Setiawan, M.Si.

Antioxidant and Antibacterial Activity of Tembesu Leaf Fraction (*Fagraea fragrans Roxb.*)

xvi + 89 halaman + 23 gambar + 19 tabel + 13 lampiran

## **RINGKASAN**

Antioksidan sintetik dan antibiotik telah digunakan secara luas untuk meredam efek radikal bebas dan infeksi bakteri. Beberapa penelitian menunjukkan efek samping dari penggunaannya, yaitu timbulnya kanker dan resistensi antibiotik. Tembesu (*Fagraea fragrans Roxb.*) berpotensi sebagai antioksidan dan antibakteri alami karena terdapat bahan bioaktif yaitu flavonoid, alkaloid, steroid, saponin, tanin, dan quinon. Tembesu juga telah digunakan sebagai obat tradisional oleh masyarakat Desa Bakung secara turun temurun. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis fraksi daun tembesu dan menentukan fraksi paling aktif yang berfungsi sebagai antioksidan dan antibakteri, menganalisis dan menentukan kekuatan antioksidan ( $IC_{50}$ ) dan antibakteri (KHM) dari isolat murni yang diperoleh, serta menganalisis dan menentukan golongan senyawa pada isolat murni yang bersifat antioksidan dan antibakteri.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2021 sampai dengan Januari 2022, di Laboratorium Genetika dan Bioteknologi, FMIPA Unsri dan Laboratorium Pendidikan Biologi FKIP Unsri. Tahap penelitian meliputi pengambilan dan pengeringan sampel daun, ekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut metanol, dan fraksinasi menggunakan pelarut etil asetat dan n-heksan. Masing-masing fraksi dilakukan pengujian antioksidan terhadap DPPH menggunakan metode KLT dan spektrofotometri dan pengujian antibakteri terhadap *S. aureus* dan *E. coli* menggunakan metode difusi agar. Kemudian pemurnian senyawa menggunakan metode KCV dan kromatografi kolom dengan pelarut gradien etil asetat dan n-heksan. Isolat murni yang dilakukan pengujian antioksidan terhadap DPPH menggunakan metode spektrofotometri untuk mendapatkan  $IC_{50}$  dan pengujian antibakteri terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli* menggunakan metode difusi agar untuk mendapatkan KHM.

Hasil penelitian menunjukkan, fraksi aktif antioksidan dan antibakteri adalah fraksi n-heksan, fraksi etil asetat dan fraksi metanol. Fraksi tertinggi antioksidan dan antibakteri adalah fraksi etil asetat dan fraksi n-heksan, sehingga kedua fraksi dilanjutkan untuk pemurnian. Dari hasil pemurnian fraksi etil asetat dan fraksi n-heksan, diperoleh 6 isolat aktif antioksidan dan 4 isolat aktif antibakteri. Isolat antioksidan dari fraksi n-heksan adalah N1, N2, N4, N5, sedangkan dari fraksi etil asetat adalah E8, E11. Kemudian isolat antibakteri dari fraksi n-heksan adalah N7, N8, N9, sedangkan dari fraksi etil asetat adalah E11.

Pengujian antioksidan terhadap DPPH menunjukkan isolat dengan aktivitas antioksidan kuat adalah N1, N2, E11 dengan  $IC_{50}$  masing-masing sebesar 13,72 ppm; 28,93 ppm; dan 12,86 ppm. Isolat dengan aktivitas antioksidan sedang adalah E8 dengan  $IC_{50}$  sebesar 82,50 ppm. Isolat dengan aktivitas antioksidan lemah adalah N4 dan N5 dengan  $IC_{50}$  masing-masing sebesar 110,44 ppm dan 177,23 ppm. Berdasarkan pengujian antibakteri, diperoleh isolat dengan aktivitas antibakteri sedang yaitu N7, N8, E11 dengan KHM masing-masing sebesar 250 ppm; 125 ppm; dan 125 ppm. Isolat dengan aktivitas antibakteri lemah yaitu N9 dengan KHM sebesar 1000 ppm. Berdasarkan penggolongan jenis senyawa aktif, diperoleh senyawa antioksidan yaitu terpen dari isolat N1, N2, N4, dan E8, fenol dari isolat N5, dan flavonoid dari isolat E11. Sedangkan senyawa antibakteri yaitu terpen dari isolat N9 dan flavonoid dari isolat N7, N8, dan E11.

Kata kunci : tembesu, radikal bebas, antioksidan, antibakteri

Kepustakaan : 161 (2000 – 2022)

## **SUMMARY**

Antioxidant and Antibacterial Activity of Tembesu Leaf Fraction (*Fagraea fragrans Roxb.*)

Scientific writing in the form of Thesis, June 2022

Budi Eko Wahyudi, supervised by Dr. Salni, M.Si. and Dr. Arum Setiawan, M.Si.

Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Fraksi Daun Tembesu (*Fagraea fragrans Roxb.*)

xvi + 89 pages + 23 images + 19 tables + 13 attachments

### **SUMMARY**

Synthetic antioxidants and antibiotics have been widely used to reduce the effects of free radicals and bacterial infections. However, based on research, the side effects are cancer and antibiotic resistance. Tembesu (*Fagraea fragrans Roxb.*) has the potential as a natural antioxidant and antibacterial because it contains bioactive ingredients, like flavonoid, alkaloid, steroid, saponin, tannin, and quinone. Tembesu has also used as a traditional medicine by the Bakung village resident for generations. The purpose of this study was to analyze the tembesu leaf fraction and determine the most active fraction that functions as an antioxidant and antibacterial, to analyze and determine the antioxidant ( $IC_{50}$ ) and antibacterial (MIC) strength of the pure isolates obtained, as well as to analyze and determine the group of compounds in pure isolates that were antioxidant and antibacterial.

The research was carried out from August 2021 to January 2022, at the Genetics and Biotechnology Laboratory, FMIPA Unsri and the Biology Education Laboratory, FKIP Unsri. The research stages included taking and drying leaf samples, extraction using the maceration method with methanol as solvent, and fractionation using ethyl acetate and n-hexane as solvent. Each fraction was tested for antioxidants against DPPH using TLC and spectrophotometry methods and antibacterial testing against *S. aureus* and *E. coli* using the agar diffusion method. Then purification of the compound using the VLC method and column chromatography with gradient solvents of ethyl acetate and n-hexane. Pure isolates were tested for antioxidants against DPPH using the spectrophotometric method to obtain  $IC_{50}$  and antibacterial testing against *S. aureus* and *E. coli* bacteria using the agar diffusion method to obtain MIC.

The results showed that the antioxidant and antibacterial active fractions were the n-hexane fraction, the ethyl acetate fraction and the methanol fraction. The highest antioxidant and antibacterial fractions were the ethyl acetate fraction and the n-hexane fraction, so that both fractions were continued for purification. From the purification of the ethyl acetate fraction and the n-hexane fraction, 6 isolates were active with antioxidants and 4 isolates were active antibacterial. The antioxidant isolates from the n-hexane fraction were N1, N2, N4, N5, while from the ethyl acetate fraction were E8,

E11. Then the antibacterial isolates from the n-hexane fraction were N7, N8, N9, while the ethyl acetate fraction was E11.

Antioxidant testing of DPPH showed isolates with strong antioxidant activity were N1, N2, E11 with IC<sub>50</sub> each of 13.72 ppm; 28.93 ppm; and 12.86 ppm. Isolate with moderate antioxidant activity was E8 with IC<sub>50</sub> of 82.50 ppm. The isolates with weak antioxidant activity were N4 and N5 with IC<sub>50</sub> of 110.44 ppm and 177.23 ppm, respectively. Furthermore, based on antibacterial testing, isolates with moderate antibacterial activity were obtained, were N7, N8, E11 with MIC each 250 ppm; 125 ppm; and 125 ppm. The isolate with weak antibacterial activity was N9 with a MIC of 1000 ppm. Furthermore, based on the classification of active compounds, antioxidant compounds were obtained, namely terpenes from isolates N1, N2, N4, and E8, phenols from isolates N5, and flavonoids from isolates E11. While the antibacterial compounds were terpenes from isolate N9 and flavonoids from isolates N7, N8 and E11.

Keywords : tembesu, free radical, antioxidant, antibacterial

Cititations : 161 (2000 – 2022)

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....</b>	v
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	vi
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	vii
<b>RINGKASAN.....</b>	ix
<b>SUMMARY.....</b>	xi
<b>DAFTAR ISI.....</b>	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xv
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	xvi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	17
1.1 Latar Belakang.....	17
1.2 Rumusan Masalah.....	18
1.3 Tujuan Penelitian.....	19
1.4 Manfaat Penelitian.....	19
1.5 Hipotesis Penelitian.....	19
1.6 Kerangka Pikir Penelitian.....	20
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	21
2.1 Tembesu.....	21
2.2 Bakteri Staphylococcus aureus.....	22
2.3 Bakteri Escherichia coli.....	24
2.4 Radikal Bebas.....	27
2.5 Antioksidan.....	28
2.6 Senyawa Metabolit Sekunder pada Tumbuhan.....	29
2.7 Metode Uji Aktivitas Antioksidan.....	37
2.8 Metode Uji Aktivitas Antibakteri.....	40
2.9 Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) .....	42
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	43
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	43
3.2 Alat dan Bahan.....	43

3.3 Metode.....	43
3.4 Cara Kerja.....	44
3.5 Penyajian Data.....	50
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>51</b>
4.1 Ekstraksi Daun Tembesu.....	51
4.2 Fraksinasi Cair-Cair Daun Tembesu.....	52
4.3 Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi Daun Tembesu dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) .....	54
4.4 Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi Daun Tembesu dengan Metode Spektrofotometri.....	56
4.5 Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Daun Tembesu.....	57
4.6 Pemurnian Senyawa Menggunakan Kromatografi Cair Vakum (KCV).....	60
4.7 Pemurnian Senyawa menggunakan Kromatografi Kolom.....	64
4.8 Uji Aktivitas Peredaman Radikal Bebas dan Penentuan Jenis Senyawa Antioksidan.....	66
4.9 Uji Bioautografi dan Penentuan Jenis Senyawa Antibakteri.....	70
4.10 Pengujian Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) Senyawa Antibakteri.....	72
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>76</b>
5.1 Kesimpulan.....	76
5.2 Saran.....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>77</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>90</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka pikir penelitian.....	20
Gambar 2. Tumbuhan Tembesu.....	21
Gambar 3. Bakteri <i>S. aureus</i> .....	23
Gambar 4. Skema struktur membran dan dinding sel bakteri gram positif.....	23
Gambar 5. Bakteri <i>E. coli</i> .....	24
Gambar 6. Skema struktur membran dan dinding sel bakteri gram negatif.....	25
Gambar 7. Jalur asam malonat dan asam mevalonat.....	30
Gambar 8. Jalur asam shikimat.....	31
Gambar 9. Struktur kimia terpen.....	32
Gambar 10. Struktur kimia flavonoid.....	33
Gambar 11. Struktur kimia saponin.....	33
Gambar 12. Struktur kimia tanin.....	34
Gambar 13. Struktur kimia alkaloid.....	35
Gambar 14. Struktur kimia glukosinolat.....	36
Gambar 15. Profil kromatogram fraksi daun tembesu.....	55
Gambar 16. Zona hambat fraksi daun tembesu.....	57
Gambar 17. Kromatogram KCV setelah disemprot DPPH 0,05%.....	61
Gambar 18. Zona hambat sub fraksi.....	63
Gambar 19. Isolat murni dan kromatogram senyawa aktif antioksidan.....	65
Gambar 20. Zona hambat hasil kromatografi kolom gravitasi.....	65
Gambar 21. Bercak warna senyawa pada kromatogram, sebelum dan sesudah disemprot H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 3%.....	67
Gambar 22. Uji bioautografi dan KLT isolat aktif antibakteri.....	70
Gambar 23. Hasil uji KHM isolat murni.....	72

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Mekanisme aktivitas antioksidan.....	28
Tabel 2. Penggolongan aktivitas antioksidan berdasarkan nilai IC <sub>50</sub> .....	37
Tabel 3. Klasifikasi konsentrasi hambat minimum mikroba.....	42
Tabel 4. Eluen KCV untuk fraksi n-heksan.....	47
Tabel 5. Eluen KCV untuk fraksi etil asetat.....	48
Tabel 6. Penentuan golongan senyawa.....	49
Tabel 7. Berat dan rendemen ekstrak daun tembesu.....	51
Tabel 8. Berat dan rendemen fraksi daun tembesu.....	52
Tabel 9. Nilai Rf dan aktivitas antioksidan fraksi daun tembesu.....	54
Tabel 10. Hasil uji aktivitas antioksidan fraksi daun tembesu.....	56
Tabel 11. Diameter zona hambat fraksi daun tembesu dan amoxicillin.....	58
Tabel 12. Hasil KCV fraksi n-heksan.....	60
Tabel 13. Hasil KCV fraksi etil asetat.....	61
Tabel 14. Nilai Rf subfraksi n-heksan dan etil asetat.....	62
Tabel 15. Diameter zona hambat sub fraksi n-heksan dan etil asetat.....	63
Tabel 16. Hasil uji peredaman radikal bebas isolat murni.....	66
Tabel 17. Golongan senyawa hasil isolasi.....	68
Tabel 18. Penentuan golongan senyawa isolat aktif antibakteri.....	70
Tabel 19. Diameter hambat isolat murni.....	73

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penyakit degeneratif dan infeksi bakteri merupakan penyakit yang umum diderita oleh masyarakat Indonesia. Penyakit degeneratif seperti diabetes mellitus, gangguan neurodegeneratif, penyakit kardiovaskular (aterosklerosis dan hipertensi), penyakit pernapasan (asma), katarak, rheumatoid arthritis dan berbagai kanker disebabkan oleh radikal bebas di dalam tubuh (Gitler *et al.*, 2017). Sedangkan penyakit akibat infeksi bakteri dalam tubuh yaitu gatal-gatal, bisul, alergi atau diare (Chiu, 2018).

Radikal bebas adalah molekul yang mengandung satu atau lebih elektron tidak berpasangan, sehingga bersifat reaktif dan berikatan dengan elektron dari senyawa lain untuk mencapai stabilitas (Phaniendra *et al.*, 2015). Elektron yang sangat reaktif ini mencari pasangan dengan cara menyerang dan mengikat elektron molekul yang berada di sekitarnya (Winarsi, 2007). Reaktivitas yang tinggi dari radikal bebas dapat diremdam dengan cara mendonorkan satu elektron dari gugus hidroksil suatu senyawa antioksidan kepada senyawa yang bersifat oksidan (Pham *et al.*, 2008).

Penyakit akibat infeksi bakteri dapat terjadi melalui kulit, saluran cerna atau luka, ketika imun tubuh mengalami penurunan karena jumlah atau fungsi neutrofil terlalu rendah (Malka *et al.*, 2010). Penyakit akibat infeksi diantaranya gatal-gatal atau diare. Penyakit kulit seperti bisul atau gatal-gatal disebabkan oleh infeksi bakteri *Staphylococcus aureus* melalui kulit. Sedangkan penyakit diare disebabkan oleh infeksi bakteri *Escherichia coli* melalui saluran pencernaan makanan. Penyakit akibat infeksi bakteri dapat disembuhkan dengan antibiotik.

Penggunaan antioksidan sintetik dan antibiotik dikhawatirkan memiliki efek samping. Contohnya penggunaan antioksidan *Butylated Hydroxytoluene* (BHT) mampu menginisiasi pembentukan kanker pada tubuh. Penelitian yang dilakukan oleh Meier *et al.* (2007) menunjukkan penggunaan BHT dengan dosis 150 mg/kgbb mampu menginisiasi pembentukan kanker pada paru-paru tikus. Penggunaan antibiotik berpotensi resistensi bakteri terhadap antibiotik. Hasil penelitian menunjukkan bakteri *S. aureus* dan *E. coli* resisten terhadap beberapa

antibiotik diantaranya tetracycline (Legese *et al.*, 2018). Untuk mencegah efek samping antioksidan sintetik sekaligus mencegah resistensi bakteri terhadap antibiotik, perlu dilakukan tindakan alternatif yaitu eksplorasi bahan alam yang berkhasiat antioksidan maupun antibakteri. Diantara bahan alam yang berkhasiat yaitu tumbuhan tembesu (*Fagraea fragrans* Roxb.)

Tumbuhan tembesu merupakan tumbuhan berkayu yang dapat tumbuh di daerah tropis. Daun tembesu sering digunakan oleh masyarakat desa Bakung, Kec. Indralaya Utara, Kab. Ogan Ilir, Sumatera Selatan, untuk mengobati gatal karena alergi atau eksim secara tradisional. Daun tembesu mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, steroid, saponin, tanin, dan quinon (KomalaSari *et al.*, 2018). Diduga khasiat antibakteri daun tembesu karena adanya senyawa flavonoid dan tanin. Flavonoid dapat menyebabkan kerusakan membran sel bakteri (Nugraha *et al.*, 2017). Tanin memiliki kemampuan dalam menginaktivasi adhesin mikroba, enzim, dan protein transpor pada membran sel (Khasanah *et al.*, 2014). Selain sebagai antibakteri, flavonoid sangat efektif digunakan sebagai antioksidan, begitu juga dengan tanin yang dapat berfungsi sebagai antioksidan (Malangngi *et al.*, 2012).

Potensi daun tembesu sebagai antioksidan dan antibakteri perlu dikaji lebih lanjut untuk mendapatkan bahan bioaktif serta data real khasiatnya. Isolasi senyawa aktif dilakukan melalui proses ekstraksi daun tembesu menggunakan pelarut polar. Kemudian dilanjutkan dengan fraksinasi menggunakan pelarut semi polar dan non polar untuk memudahkan isolasi senyawa aktif antioksidan dan antibakteri. Pengujian antioksidan dilakukan terhadap *1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl* (DPPH), sedangkan pengujian antibakteri dilakukan terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*. Bahan bioaktif yang berhasil diisolasi, dapat dikembangkan secara luas menjadi obat penyakit degeneratif dan penyakit infeksi bakteri.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Fraksi apa dari ekstrak daun tembesu yang memiliki aktivitas antioksidan dan antibakteri?

2. Seberapa besar aktivitas antioksidan daun tembesu berdasarkan IC<sub>50</sub> dan aktivitas antibakteri berdasarkan konsentrasi hambat minimum (KHM)?
3. Golongan senyawa apa di dalam daun tembesu yang memiliki aktivitas antioksidan dan antibakteri?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis fraksi dari ekstrak daun tembesu dan menentukan fraksi tertinggi yang berpotensi sebagai antioksidan dan antibakteri.
2. Menganalisis dan menentukan kemampuan antioksidan daun tembesu berdasarkan nilai IC<sub>50</sub> dan antibakteri berdasarkan KHM.
3. Menganalisis dan menentukan golongan senyawa di dalam daun tembesu yang berpotensi sebagai antioksidan dan antibakteri.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

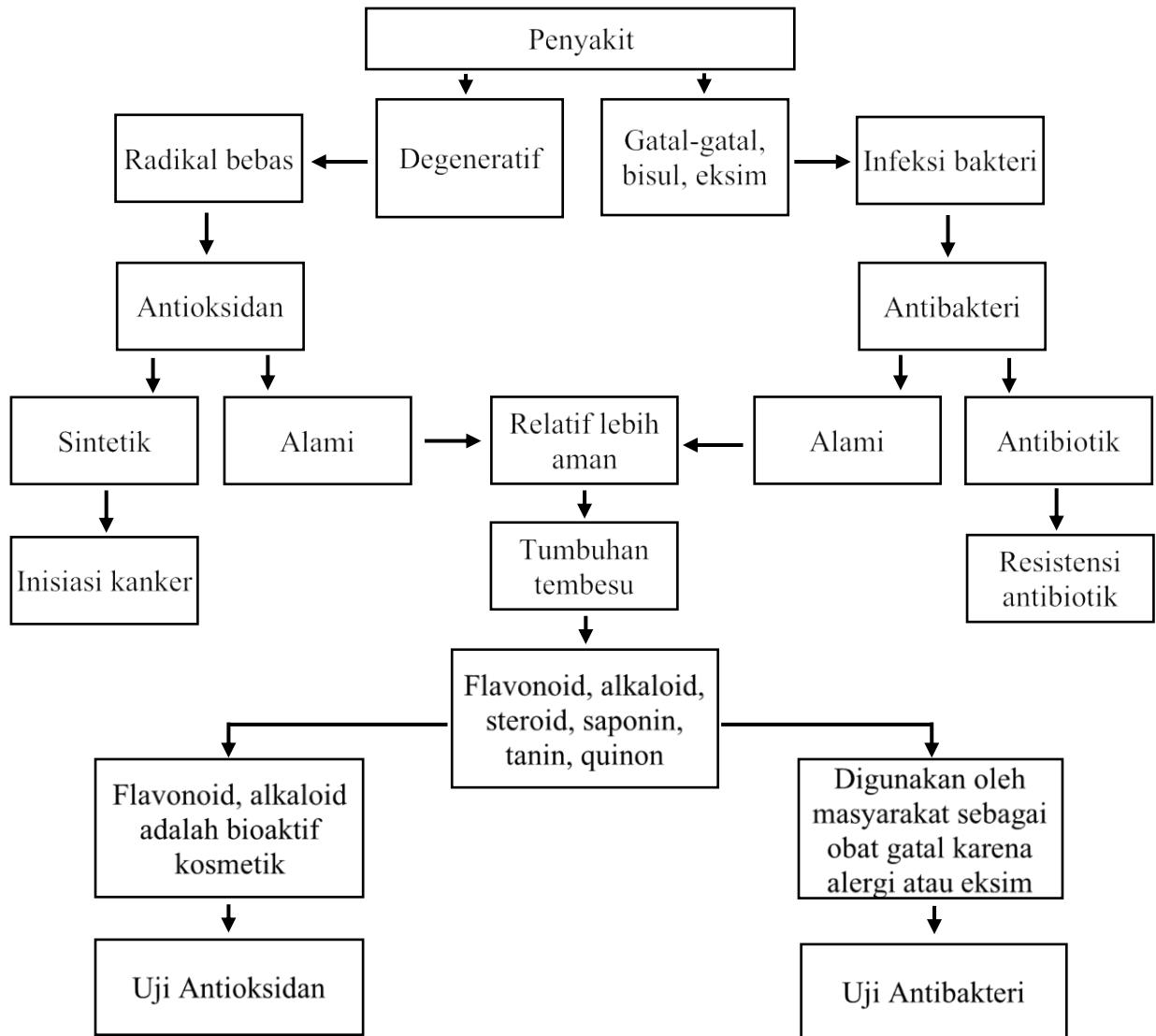
1. Mendapatkan informasi fraksi daun tembesu dengan potensi tertinggi sebagai antioksidan dan antibakteri
2. Mendapatkan informasi tentang efektivitas antioksidan dan antibakteri fraksi daun tembesu berdasarkan nilai IC<sub>50</sub> dan KHM, sehingga dapat dijadikan referensi oleh masyarakat dalam menggunakan obat alami sebagai pengobatan alternatif dan memelihara kesehatan tanpa efek samping.
3. Mendapatkan informasi tentang golongan senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan dan antibakteri.

### **1.5 Hipotesis Penelitian**

H<sub>0</sub> : Ekstrak daun tembesu tidak memiliki aktivitas antioksidan dan antibakteri

H<sub>1</sub> : Ekstrak daun tembesu memiliki aktivitas antioksidan dan antibakteri

### 1.6 Kerangka Pikir Penelitian



**Gambar 1.** Kerangka pikir penelitian

## DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, A. R., & Haque, M. (2017). Methodology Used in the Study. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 7(10), 1–5. <https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS>
- Ahmed, D., Saeed, R., Shakeel, N., Fatima, K., & Arshad, A. (2015). Antimicrobial activities of methanolic extract of *Carissa opaca* roots and its fractions and compounds isolated from the most active ethyl acetate fraction. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(7), 541–545. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.05.006>
- Alcaráz, L. E., Blanco, S. E., Puig, O. N., Tomás, F., & Ferretti, F. H. (2000). Antibacterial activity of flavonoids against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains. *Journal of Theoretical Biology*, 205(2), 231–240. <https://doi.org/10.1006/jtbi.2000.2062>
- Alegun, O., Pandeya, A., Cui, J., Ojo, I., & Wei, Y. (2021). Donnan potential across the outer membrane of gram-negative bacteria and its effect on the permeability of antibiotics. *Antibiotics*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/antibiotics10060701>
- Algieri, S. K., Alshakka, M., & Munaiem, R. T. (2015). International Journal of Pharmacy and Integrated Life Sciences Antioxidant Activity of The Leaves Of *Acacia nilotica* subspecies kraussiana. *International Journal of Pharmacy and Integrated Life Sciences*, 3(10).
- Andrews, J. M. (2001). Determination of minimum inhibitory concentrations. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 48, 5–16.
- Aniszewski, T. (2007). *Alkaloids—Secrets of Life. Alkaloid Chemistry, Biological Significance, Applications and Ecological Role*. Elsevier.
- Arce, P. M., Beltrán, F. A., Manríquez, G. A., Cota, M. E., Quian, A., & Peralta, R. G. (2019). Nutritional value of conventional, wild and organically produced fruits and vegetables available in Baja California Sur markets. *Terra Latinoamericana*, 37(4), 401–406. <https://doi.org/10.28940/terra.v37i4.524>
- Arnao, M. B. (2000). Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: A practical case. *Trends in Food Science and Technology*, 11(11), 419–421. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00027-9](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00027-9)
- Aryal, S. (2015). Mueller Hinton Agar (MHA) – Composition, Principle, Uses and Preparation. *Online Microbiology Notes*. <http://www.microbiologyinfo.com/mueller-hinton-agar-mha-composition-principle-uses-and-preparation/>
- Astarina, N. W. G., Astuti, K. W., & Warditiani, N. K. (2013). Skrining fitokimia ekstrak metanol rimpang bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.). *Jurnal Farmasi Udayana*, 2(4), 1–7.
- Atanasova, K. R. (2010). *Interactions between porcine respiratory coronavirus and*

- bacterial cell wall toxins in the lungs of pigs. January 2010*, 140. [https://www.researchgate.net/profile/Kalina\\_Atanasova/publication/294263540/figure/fig2/AS:478497148805120@1491094018230/Schematic-structure-of-Gram-positive-and-Gram-negative-cell-walls-Gram-positive-cell.ppm](https://www.researchgate.net/profile/Kalina_Atanasova/publication/294263540/figure/fig2/AS:478497148805120@1491094018230/Schematic-structure-of-Gram-positive-and-Gram-negative-cell-walls-Gram-positive-cell.ppm)
- Ayala, A., Muñoz, M. F., & Argüelles, S. (2014). Lipid peroxidation: Production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/360438>
- Azwanida, N. (2015). A Review on the Extraction Methods Use in Medicinal Plants, Principle, Strength and Limitation. *Medicinal & Aromatic Plants*, 04(03), 3–8. <https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000196>
- Baban, S. T. (2017). Prevalence and Antimicrobial Susceptibility Pattern of Extended Spectrum Beta-Lactamase-Producing Escherichia coli Isolated from Urinary Tract Infection among Infants and Young Children in Erbil City. *Journal of Clinical Microbiology*, 7(August 2017), 1–22. [https://www.researchgate.net/publication/319130632\\_Prevalece\\_and\\_Antimicrobial\\_Susceptibility\\_Pattern\\_of\\_Extended\\_Spectrum\\_Beta-Lactamase-Producing\\_Escherichia\\_coli\\_Isolated\\_from\\_Urinary\\_Tract\\_Infection\\_among\\_Infants\\_and\\_Young\\_Children\\_in\\_Erbil\\_City](https://www.researchgate.net/publication/319130632_Prevalece_and_Antimicrobial_Susceptibility_Pattern_of_Extended_Spectrum_Beta-Lactamase-Producing_Escherichia_coli_Isolated_from_Urinary_Tract_Infection_among_Infants_and_Young_Children_in_Erbil_City)
- Barba, F. J., Nikmaram, N., Roohinejad, S., Khelfa, A., Zhu, Z., & Koubaa, M. (2016). Bioavailability of Glucosinolates and Their Breakdown Products: Impact of Processing. *Frontiers in Nutrition*, 3(August), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fnut.2016.00024>
- Barwick, M. (2004). *Tropical & subtropical trees : a worldwide encyclopaedic guide*. Thames and Hudson.
- Basir, D., Harmida, & Julinar. (2020). Secondary metabolite profile of *Fagraea fragrans* fruits identified with LCMS / MS : Thefruits for herbal cosmetic Secondary Metabolite Profile of *Fagraea fragrans* Fruits Identified with LCMS / MS : The Fruits for Herbal Cosmetic. *AIP Conf. Proc.* 2243, 020004-1–020004-8, 020004(June).
- Bele, A. A., & Khale, A. (2011). An Overview On Thin Layer Chromatography H. K. College of Pharmacy, Jogeshwari (W), Mumbai, Maharashtra, India. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2(2), 256–267.
- Ben-David, A., & Davidson, C. E. (2014). Estimation method for serial dilution experiments. *Journal of Microbiological Methods*, 107, 214–221. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2014.08.023>
- Blois, M. S. (1958). Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. *Nature*, 1199–1200.
- Boligon, A. A. (2014). Technical Evaluation of Antioxidant Activity. *Medicinal Chemistry*, 4(7), 517–522. <https://doi.org/10.4172/2161-0444.1000188>
- Bramasto, Y., & Sudrajat, D. J. (2018). Karakteristik Morfo-Fisiologi Daun, Buah, Dan Benih Tembesu (*Fagraea fragrans* Roxb.) dari Lima Populasi Di Jawa

- Bagian Barat Dan Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 15(1), 1–15.
- Cantón, R., & Morosini, M. I. (2011). Emergence and spread of antibiotic resistance following exposure to antibiotics. *FEMS Microbiology Reviews*, 35(5), 977–991. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00295.x>
- Chaireb, I. (2010). Saponins as Insecticides: a Review. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 5(1).
- Chambers, H. F. (2001). The Changing Epidemiology of *Staphylococcus aureus*. *Emerging Infectious Diseases*, 7(2), 178–182. <https://doi.org/10.1016/j.disamonth.2008.09.005>
- Chiu, I. M. (2018). Infection, Pain, and Itch. *Neuroscience Bulletin*, 34(1), 109–119. <https://doi.org/10.1007/s12264-017-0098-1>
- Clifton, L. A., Skoda, M. W. A., Le Brun, A. P., Ciesielski, F., Kuzmenko, I., Holt, S. A., & Lakey, J. H. (2015). Effect of divalent cation removal on the structure of gram-negative bacterial outer membrane models. *Langmuir*, 31(1), 404–412. <https://doi.org/10.1021/la504407v>
- Cushnie, T. P. T., & Lamb, A. J. (2005). Detection of galangin-induced cytoplasmic membrane damage in *Staphylococcus aureus* by measuring potassium loss. *Journal of Ethnopharmacology*, 101(1–3), 243–248. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.04.014>
- De Sousa, I. P., Sousa Teixeira, M. V., & Jacometti Cardoso Furtado, N. A. (2018). An overview of biotransformation and toxicity of diterpenes. *Molecules*, 23(6). <https://doi.org/10.3390/molecules23061387>
- Deore, S. L., & Khadabadi, S. S. (2009). Screening of antistress properties of *Chlorophytum borivilianum* tuber. *Pharmacologyonline*, 1, 320–328.
- Desai, S. D., Desai, D. G., & Kaur, H. (2009). Saponins and their biological activities. *Pharma Times*, 41(3), 13–16.
- Dewick, P. M. (2002). *Medicinal Natural Products A Biosynthetic Approach*. John Wiley & Sons, Hoboken. - References - Scientific Research Publishing. John Wiley&Sons. [Https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2060448](Https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2060448)
- Dey, P., Kundu, A., Kumar, A., Gupta, M., Lee, B. M., Bhakta, T., Dash, S., & Kim, H. S. (2020). *Analysis of alkaloids (indole alkaloids, isoquinoline alkaloids, tropane alkaloids)*. Elsevier.
- Donkor, O. N., Henriksson, A., Singh, T. K., Vasiljevic, T., & Shah, N. P. (2007). ACE-inhibitory activity of probiotic yoghurt. *International Dairy Journal*, 17(11), 1321–1331. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.02.009>
- Duniya, S. V., Ojonugwa, M. C., Adamu, A. D., John, O., Elejo, S. I., & Salifu, U. O. (2018). *Phytochemical constituent , percentage yield and phenolic content estimation of different solvent system of Carica papaya leave A R T I C L E International Journal of Chemistry and Phytochemical constituent , percentage yield and phenolic content e. January*, 5–10.

- Eklund, P. C., Langvik, O. K., Warna, J. P., Salmi, T. O., Willfor, S. M., & Sjoholm, R. E. (2005). Chemical studies on antioxidant mechanisms and free radical scavenging properties of lignans. *Org. Biomol. Chem.*, 3, 3336–3347.
- El Aziz, M. M. A., Ashour, A. S., & Gomha Melad, A. S. (2019). A review on saponins from medicinal plants: chemistry, isolation, and determination. *Journal of Nanomedicine Research*, 7(4), 282–288. <https://doi.org/10.15406/jnmr.2019.07.00199>
- Ergüden, B. (2021). Phenol group of terpenoids is crucial for antibacterial activity upon ion leakage. *Letters in Applied Microbiology*, 73(4), 438–445. <https://doi.org/10.1111/lam.13529>
- Festus, O. D., & Emmanuella, O. O. (2020). Testing the efficacy of Mueller Hinton agar over Nutrient agar for optimal antibiotic sensitivity testing response by selected clinical bacterial pathogens. *GSC Advanced Research and Reviews*, 5(2), 061–074. <https://doi.org/10.30574/gscarr.2020.5.2.0037>
- Foti, M. C. (2007). Antioxidant properties of phenols. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 59(12), 1673–1685. <https://doi.org/10.1211/jpp.59.12.0010>
- Fu, X., Belwal, T., Cravotto, G., & Luo, Z. (2020). Sono-physical and sono-chemical effects of ultrasound: Primary applications in extraction and freezing operations and influence on food components. *Ultrasonics Sonochemistry*, 60(August 2019), 104726. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104726>
- Gangwar, M., Gautam, M. K., Sharma, A. K., Tripathi, Y. B., Goel, R. K., & Nath, G. (2014). *Antioxidant Capacity and Radical Scavenging Effect of Polyphenol Rich Mallotus philippensis Fruit Extract on Human Erythrocytes : An In Vitro Study*. 2014.
- García, A. C., Rojas, A. R., Guelfo, J. R., & Blázquez, J. (2009). The glycerol-3-phosphate permease GlpT is the only fosfomycin transporter in *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Bacteriology*, 191(22), 6968–6974. <https://doi.org/10.1128/JB.00748-09>
- Garrett, R., & Grisham, C. (2013). *Biochemistry* (5th, International ed.). Mary Finch.
- GBIF. (2021). *Fagraea fragrans*. Pharmaceutical Biology. <https://doi.org/10.3109/13880206109101394>
- Giesen, W., & Aglionby, J. (2000). *Introduction to Danau Sentarum National Park*. West.
- Giordano, M. E., Caricato, R., & Lionetto, M. G. (2020). Concentration dependence of the antioxidant and prooxidant activity of trolox in hela cells: Involvement in the induction of apoptotic volume decrease. *Antioxidants*, 9(11), 1–12. <https://doi.org/10.3390/antiox9111058>
- Gitler, A. D., Dhillon, P., & Shorter, J. (2017). Neurodegenerative disease: Models, mechanisms, and a new hope. *DMM Disease Models and Mechanisms*, 10(5), 499–502. <https://doi.org/10.1242/dmm.030205>
- Gordon, M. H., Pokorny, J., Yanishlieve, N., & Gordon, M. (2001). *Antioksidants in Food*. CRC Press.

- Graßmann, J. (2005). Terpenoids as Plant Antioxidants. *Vitamins and Hormones*, 72(05), 505–535. [https://doi.org/10.1016/S0083-6729\(05\)72015-X](https://doi.org/10.1016/S0083-6729(05)72015-X)
- Graßmann, J., Hippeli, S., Dornisch, K., Rohnert, U., Beuscher, N., & Elstner, E. F. (2000). Antioxidant properties of essential oils: Possible explanations for their anti-inflammatory effects. *Arzneimittel-Forschung/Drug Research*, 50(2), 135–139. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1300178>
- Green, B. N., Johnson, C. D., Egan, J. T., Rosenthal, M., Griffith, E. A., & Evans, M. W. (2012). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: An overview for manual therapists. *Journal of Chiropractic Medicine*, 11(1), 64–76. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2011.12.001>
- Guerriero, G., Berni, R., Muñoz-Sánchez, J. A., Apone, F., Abdel-Salam, E. M., Qahtan, A. A., Alatar, A. A., Cantini, C., Cai, G., Hausman, J. F., Siddiqui, K. S., Hernández-Sotomayor, S. M. T., & Faisal, M. (2018). Production of plant secondary metabolites: Examples, tips and suggestions for biotechnologists. *Genes*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/genes9060309>
- Guimarães, A. C., Meireles, L. M., Lemos, M. F., Guimarães, M. C. C., Endringer, D. C., Fronza, M., & Scherer, R. (2019). Antibacterial activity of terpenes and terpenoids present in essential oils. *Molecules*, 24(13), 1–12. <https://doi.org/10.3390/molecules24132471>
- Harris, D. C. (2015). *Quantitative Chemical Analysis*. W.H. Freeman and Company.
- Hidayah, W. W., Kusrini, D., & Fachriyah, E. (2016). Isolasi, Identifikasi Senyawa Steroid dari Daun Getih-Getihan (*Rivina humilis* L.) dan Uji Aktivitas sebagai Antibakteri. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 19(1), 32. <https://doi.org/10.14710/jksa.19.1.32-37>
- Himawan, C. H., Inawati, & Lubis, A. (2020). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air Daun Jambu Mawar (*Syzygium jambos* Alston) Metode Perendaman Radikal Bebas dengan DPPH. *Jurnal Farmamedika (Pharmamedica Journal)*, 5(2), 52–59. <https://doi.org/10.47219/ath.v5i2.105>
- Holetz, F. B., Pessini, G. L., Sanches, N. R., Cortez, A. G., Nakamura, C. V., Prado, B., & Filho, D. (2002). Screening Pl Medicinais 2.Pdf. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 97(7), 1027–1031.
- Holst, B., & Williamson, G. (2004). A critical review of the bioavailability of glucosinolates and related compounds. *Natural Product Reports*, 21(3), 425–447. <https://doi.org/10.1039/b204039p>
- Huang, D., Boxin, O. U., & Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841–1856. <https://doi.org/10.1021/jf030723c>
- Huang, M., Zhuang, H., Zhao, J., Wang, J., Yan, W., & Zhang, J. (2019). Differences in cellular damages induced by dielectric barrier discharge plasma between *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus*. *Bioelectrochemistry*, 132, 107445. <https://doi.org/10.1016/j.bioelechem.2019.107445>

- Hudzicki, J. (2012). Kirby-Bauer Disk Diffusion Susceptibility Test Protocol Author Information. *American Society For Microbiology, December 2009*, 1–13.<https://www.asm.org/Protocols/Kirby-Bauer-Disk-Diffusion-Susceptibility-Test-Pro>
- Ibrahim, H. A.-H. (2019). *Fractionation*. Arab University for Science and Technology. <https://doi.org/10.5772/intechopen.78050>
- Ika Juniauwati Putri, Fauziyah, & Elfita. (2013). Aktivitas Antioksidan Daun dan Biji Buah Nipah (*Nypa fruticans*) Asal Pesisir Banyuasin Sumatera Selatan Dengan Metode DPPH. *Maspari Journal*, 5(1), 16–21.
- Ilyasov, I. R., Beloborodov, V. L., Selivanova, I. A., & Terekhov, R. P. (2020). ABTS/PP decolorization assay of antioxidant capacity reaction pathways. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(3). <https://doi.org/10.3390/ijms21031131>
- Joshi, L. R., Tiwari, A., Devkota, S. P., Khatiwada, S., Paudyal, S., & Pande, K. R. (2014). Prevalence of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in Dairy Farms of Pokhara, Nepal. *International Journal of Veterinary Science*, 3(2), 87–90.
- Junaidah, Sofyan, A., & Nasrun. (2014). Mengenal karakteristik tanaman tembesu. In *Tembusu kayu raja andalan Sumatera* (pp. 3–11). FORDA Press.
- Karadag, A., Ozcelik, B., & Saner, S. (2009). Review of methods to determine antioxidant capacities. *Food Analytical Methods*, 2(1), 41–60. <https://doi.org/10.1007/s12161-008-9067-7>
- Kaur, R., & Arora, S. (2015). Alkaloids-important therapeutic secondary metabolites of plant origin. *J. Crit.*, 2, 1–8.
- Kemenkes. (2013). *RISET KESEHATAN DASAR*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Khameneh, B., Diab, R., Ghazvini, K., & Fazly Bazzaz, B. S. (2016). Breakthroughs in bacterial resistance mechanisms and the potential ways to combat them. *Microbial Pathogenesis*, 95, 32–42. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2016.02.009>
- Khameneh, B., Iranshahy, M., Soheili, V., Sedigheh, B., & Bazzaz, F. (2019). Khameneh2019.Pdf. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 8, 1–28.
- Khamsah, S. M., Akowah, G., & Zhari, I. (2006). Antioxidant and Phenolic Content of Os.Pdf. *Journal of Sustainability Science and Management*, 1(2), 14–20.
- Khasanah, I., Sarwiyyono, & Surjowardjo, P. (2014). Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) Sebagai Antibakteri terhadap *Streptococcus agalactiae* Penyebab Mastitis Subklinis pada Sapi Perah Imro'atul Khasanah, Sarwiyyono dan Puguh Surjowardjo Bagian Produksi Ternak Fakultas Peternakan . Uni. *Jurnal Ternak Tropika*, 15(2), 7–14.
- Komalasari, O., Maryani, S., Juairiyah, O., & Novriadhy, D. (2018). “*Tantangan dan Solusi Pengembangan PAJALE dan Kelapa Sawit Generasi Kedua (Replanting) di Lahan Suboptimal*” Kearifan Lokal Masyarakat Desa Bakung dalam memanfaatkan Resam (*Gleichenia linearis*), Seduduk (*Melastoma*

- malabathricum) dan Tembesu (Fagraea fragra. June 2021, 354–359.*
- Kumar, S., & Pandey, A. K. (2013). Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview Shashank. *The Scientific World Journal*, 58(4), 145–148. <https://doi.org/10.2307/j.ctt1w0ddx8.35>
- Kumara, P., K, S., & Kumar B, A. (2018). Determination of DPPH Free Radical Scavenging Activity by RP-HPLC, Rapid Sensitive Method for the Screening of Berry Fruit Juice Freeze Dried Extract. *Natural Products Chemistry & Research*, 06(05). <https://doi.org/10.4172/2329-6836.1000341>
- Kurek, A., Grudniak, A. M., Kraczkiewicz-Dowjat, A., & Wolska, K. I. (2011). New antibacterial therapeutics and strategies. *Polish Journal of Microbiology*, 60(1), 3–12. <https://doi.org/10.33073/pjm-2011-001>
- Lee, J., Koo, N., & Min, D. B. (2004). Reactive Oxygen Species, Aging, and Antioxidative Nutraceuticals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 3(1), 21–33. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2004.tb00058.x>
- Lee, K. J., Oh, Y. C., Cho, W. K., & Ma, J. Y. (2015). Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity Determination of One Hundred Kinds of Pure Chemical Compounds Using Offline and Online Screening HPLC Assay. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/165457>
- Legese, H., Kahsay, A. G., Kahsay, A., Araya, T., Adhanom, G., Muthupandian, S., & Gebreyesus, A. (2018). Nasal carriage, risk factors and antimicrobial susceptibility pattern of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* among healthcare workers in Adigrat and Wukro hospitals, Tigray, Northern Ethiopia. *BMC Research Notes*, 11(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s13104-018-3353-2>
- López-Alarcón, C., & Denicola, A. (2013). Evaluating the antioxidant capacity of natural products: A review on chemical and cellular-based assays. *Analytica Chimica Acta*, 763, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2012.11.051>
- Lúcio, M., Nunes, C., Gaspar, D., Ferreira, H., Lima, J. L. F. C., & Reis, S. (2009). Antioxidant activity of vitamin E and Trolox: Understanding of the factors that govern lipid peroxidation studies in Vitro. *Food Biophysics*, 4(4), 312–320. <https://doi.org/10.1007/s11483-009-9129-4>
- Luna, S. L. R. De, Garza, R. E. R., & Saldívar, S. O. S. (2020). Environmentally Friendly Methods for Flavonoid Extraction from Plant Material: Impact of Their Operating Conditions on Yield and Antioxidant Properties. *Scientific World Journal*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/6792069>
- Madmanang, S., Cheyeng, N., Heembenmad, S., Mahabusarakam, W., Saising, J., Seeger, M., Chusri, S., & Chakthong, S. (2016). Constituents of *Fagraea fragrans* with Antimycobacterial Activity in Combination with Erythromycin. *Journal of Natural Products*, 79(4), 767–774. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.5b00691>
- Malangngi, L., Sangi, M., & Paendong, J. (2012). Penentuan Kandungan Tanin dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Buah Alpukat (*Persea americana Mill.*). *Jurnal MIPA*, 1(1), 5. <https://doi.org/10.35799/jm.1.1.2012.423>

- Malka, R., Shochat, E., & Rom-Kedar, V. (2010). Bistability and bacterial infections. *PLoS ONE*, 5(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010010>
- Mamuye, Y. (2016). Antibiotic Resistance Patterns of Common Gram-negative Uropathogens in St. Paul's Hospital Millennium Medical College. *Ethiopian Journal of Health Sciences*, 26(2), 93–100. <https://doi.org/10.4314/ejhs.v26i2.2>
- Mandal, P., Sinha Babu, S. P., & Mandal, N. C. (2005). Antimicrobial activity of saponins from *Acacia auriculiformis*. *Fitoterapia*, 76(5), 462–465. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2005.03.004>
- Martínez, R. T., Rodríguez, Y. M. G., Chávez, P. R., Molina, A. S., Meza, J. E. L., Zarzosa, A. O., & Garciglia, R. S. (2017). Antioxidant activity of the essential oil and its major terpenes of *Satureja macrostema* (Moc. and Sessé ex Benth.) Briq. *Pharmacognosy Magazine*, 13(52), S875–S880. <https://doi.org/10.4103/pm.pm-316-17>
- Marxen, K., Vanselow, K. H., Lippemeier, S., Hintze, R., Ruser, A., & Hansen, U. (2007). Determination of DPPH Radical Oxidation Caused by Methanolic Extracts of Some Microalgal Species by Linear Regression Analysis of Spectrophotometric Measurements. *Sensors*, 7, 2080–2095.
- Meier, B. W., Gomez, J. D., Kirichenko, O. V., & Thompson, J. A. (2007). Mechanistic Basis for Inflammation and Tumor Promotion in Lungs of BHT-Treated Mice: Electrophilic Metabolites Alkylate and Inactivate Antioxidant Enzymes. *ChemResToxicol*, 20(2), 199–207. <https://doi.org/10.1021/tx060214f>. Mechanistic
- Merola, E. T., Catherman, A. D., Yehl, J. B., & Strein, T. G. (2010). Determination of Total Antioxidant Capacity of Commercial Beverage Samples by Capillary Electrophoresis via in-line Reaction with 2,6 – Dichlorophenolindophenol. *J AgricFoodChem.*, 23(1), 1–7. <https://doi.org/10.1021/jf901214r>. Determination
- Micalizio. (2012). Synthesis of Alkaloid (−)-205B via Stereoselective Reductive Cross-Coupling and Intramolecular Cycloaddition. *Journal Am. Chem. Soc.*, 134(37).
- Miceli, N., Trovato, A., Marino, A., Bellinghieri, V., Melchini, A., Dugo, P., Cacciola, F., Donato, P., Mondello, L., Güvenç, A., De Pasquale, R., & Taviano, M. F. (2011). Phenolic composition and biological activities of *Juniperus drupacea* Labill. berries from Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, 49(10), 2600–2608. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.07.004>
- Mueller, H. I. (2006). Unravelling the Conundrum of Tannins in Animal Nutrition and Health. *J. Sci. Food. Agric*, 86, 2010–2037.
- Mustarichie, R., Runadi, D., & Ramdhani, D. (2017). The Antioxidant Activity And Phytochemical Screening of Ethanol Extract, Fractions of Water, Ethyl Acetate and N-Hexane From Mistletoe Tea (*Scurrula atropurpurea* BL. DANS). *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10(2), 343. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2017.v10i2.15724>
- Nagel, R., Schmidt, A., & Peters, R. J. (2019). Isoprenyl diphosphate synthases: the

- chain length determining step in terpene biosynthesis. *Planta*, 249(1), 9–20. <https://doi.org/10.1007/s00425-018-3052-1>
- Nakayama, M., Shimatani, K., Ozawa, T., Shigemune, N., Tsugukuni, T., Tomiyama, D., Kurahachi, M., Nonaka, A., & Miyamoto, T. (2013). A study of the antibacterial mechanism of catechins: Isolation and identification of Escherichia coli cell surface proteins that interact with epigallocatechin gallate. *FoodControl*, 33(2), 433–439. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.03.016>
- National Park. (2022). *Cyrtophyllum fragrans* (Roxb.) DC. <https://www.nparks.gov.sg/florafaunaweb/flora/2/8/2895>
- Niederstebruch, N., & Sixt, D. (2013). Standard Nutrient Agar 1 as a substitute for blood-supplemented Müller-Hinton agar for antibiograms in developing countries. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 32(2), 237–241. <https://doi.org/10.1007/s10096-012-1735-2>
- Nugraha, A. C., Prasetya, A. T., & Mursiti, S. (2017). Isolasi, Identifikasi, Uji Aktivitas Senyawa Flavonoid Sebagai Antibakteri Dari Daun Mangga. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(2), 91–96.
- Omale, J. (2021). Cytotoxicity and Antioxidant Screening of Some Selected Nigerian Medicinal Plants. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 2(4).
- Onnetta-aree, J., Suzuki, T., Gasaluck, P., & Eumkeb, G. (2006). Antimicrobial properties and action of galangal (*Alpinia galanga* Linn.) on *Staphylococcus aureus*. *LWT - Food Science and Technology*, 39(10), 1214–1220. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.06.015>
- Pagare, S., Bhatia, M., Tripathi, N., Pagare, S., & Bansal, Y. K. (2015). Secondary metabolites of plants and their role: Overview. *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*, 9(3), 293–304.
- Palekahelu, N. (2018). *Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri dari Ekstrak Etanol dan Metanol Daun Kapehu (Guioa diplopetala)*. September. <https://www.researchgate.net/publication/327415085>
- Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: An overview. *Journal of Nutritional Science*, 5. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>
- Paradas, M., Campaña, A. G., Jiménez, T., Robles, R., Oltra, J. E., Buñuel, E., Justicia, J., Cárdenas, D. J., & Cuerva, J. M. (2010). Understanding the exceptional hydrogen-atom donor characteristics of water in TiIII-mediated free-radical chemistry. *Journal of the American Chemical Society*, 132(36), 12748–12756. <https://doi.org/10.1021/ja105670h>
- Patra, A. K., & Saxena, J. (2010). A new Perspective on the Use of Plant Secondary Metabolite to Inhibit Methanogenesis in the Rumen. *J. Phytochemistry*, 71(2005), 1198–1222.
- Pelczar, M., & Chan, E. (2006). *Dasar-dasar mikrobiologi*. Universitas Indonesia.
- Pham-Huy, L. A., He, H., & Pham-Huy, C. (2008). Free Radicals, Antioxidants in Disease and Health. *International Journal of Biomedical Science*, 4(2), 89–96.

- <https://doi.org/10.17094/ataunivbd.483253>
- Pham, L. A., He, H., & Pham, C. (2008). Free Radicals, Antioxidants in Disease and Health Lien. *International Journal of Biomedical Science*, 4(2). <https://doi.org/10.17094/ataunivbd.483253>
- Phaniendra, A., Jestadi, D. B., & Periyasamy, L. (2015). Free Radicals: Properties, Sources, Targets, and Their Implication in Various Diseases. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 30(1), 11–26. <https://doi.org/10.1007/s12291-014-0446-0>
- Phongpaichit, S., Nikom, J., Rungjindamai, N., Sakayaroj, J., Hutadilok-Towatana, N., Rukachaisirikul, V., & Kirtikara, K. (2007). Biological activities of extracts from endophytic fungi isolated from Garcinia plants. *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 51(3), 517–525. <https://doi.org/10.1111/j.1574-695X.2007.00331.x>
- Pinho, P., & Ferreira, O. (2012). Solubility of flavonoids in pure and mixed solvents. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 51(18), 6586–6590.
- Prakash, D., Upadhyay, G., Singh, B. N., Dhakarey, R., Kumar, S., & Singh, K. K. (2007). Free-radical scavenging activities of Himalayan rhododendrons. *Current Science*, 92(4), 526–532.
- Prayoga, D. G. E., Nocianitri, K. A., & Puspawati, N. N. (2019). Antioksidan Ekstrak Kasar Daun Pepe (Gymnema Reticulatum Br.) Pada Berbagai Jenis Pelarut. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 8(2), 111–121.
- Prieto, M. A., López, C. J., & Simal-Gandara, J. (2019). Glucosinolates: Molecular structure, breakdown, genetic, bioavailability, properties and healthy and adverse effects. *Advances in Food and Nutrition Research*, 90, 305–350. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.02.008>
- Prior, R. L., Wu, X., & Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4290–4302. <https://doi.org/10.1021/jf0502698>
- Pripdeevech, P., & Saansoomchai, J. (2013). Antibacterial activity and chemical composition of essential oil and various extracts of Fagraea fragrans Roxb. Flowers. *Chiang Mai Journal of Science*, 40(2), 214–223.
- Prosser, I., Phillips, A. L., Gittings, S., Lewis, M. J., Hooper, A. M., Pickett, J. A., & Beale, M. H. (2002). (+)-(10R)-germacrene A synthase from goldenrod, Solidago canadensis; cDNA isolation, bacterial expression and functional analysis. *Phytochemistry*, 60(7), 691–702. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(02\)00165-6](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(02)00165-6)
- Quinn, P. J., Markey, B. K., Carter, M. E., Donnelly, W. J. C., & Leonard, F. C. (2002). *Veterinary Microbiology and Microbiology Disease*. Blackwell Publishing.
- Rafi, M., Widayastuti, N., Suradikusumah, E., & Darusman, L. K. (2012). Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenol dan Flavonoid Total dari Enam Tumbuhan Obat Indonesia. *Jurnal Bahan Alam Indonesia*, 8(3), 159–165.

- Rahmaniar, S. A., & Habib, I. (2011). Perbandingan Kualitas Es Batu Di Warung Makan Dengan Restoran Di DIY Dengan Indikator Jumlah Bakteri Coliform Dan Escherichia Coli Terlarut. *Mutiara Medika: Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 11(3), 150–158. <https://www.neliti.com/id/publications/153974/perbandingan-kualitas-es-batu-di-warung-makan-dengan-restoran-di-diy-dengan-indi>
- Ramawat, K. G. (2009). *Herbal Drugs: Ethnomedicine to Modern Medicine*. Springer.
- Redovnikovic, I. R., Glivetic, T., Delonga, K., & Vorkapic-Furac, J. (2008). Glucosinolates and their potential role in plant. *Periodicum Biologorum*, 110(4), 297–309. <https://doi.org/10.1021/ef990019r>
- Ren, W., Qiao, Z., Wang, H., Zhu, L., & Zhang, L. (2003). Flavonoid : Promising Anticancer Agents. *Medicinal Research Reviews*, 23(4).
- Rondhianto, Kurniawati, D., & Vidiany, A. K. (2016). Batuk Efektif dan Napas Dalam Untuk Menurunkan Kolonisasi Staphylo-coccus aureus Dalam Sekret Pasien Pasca Operasi dengan Anastesi Umum di RSD Dr. Soebandi Jember. *NurseLine Journal*, 1(1), 151–158.
- Rosalia, N. (2008). *Penyebaran dan Karakteristik Tempat Tumbuh Pohon Tembesu (Fragraea fragrans Roxb.)*. Institut Pertanian Bogor.
- Roy, A. (2017). A review on the alkaloids an important therapeutic compound from plants Antibacterial studies of medicinal plant View project. *International Journal of Plant Biotechnology*, 3(2), 1–9.
- Ruiz, N., Gronenberg, L. S., Kahne, D., & Silhavy, T. J. (2008). Identification of two inner-membrane proteins required for the transport of lipopolysaccharide to the outer membrane of *Escherichia coli*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(14), 5537–5542. <https://doi.org/10.1073/pnas.0801196105>
- Saifudin, A. (2014). Senyawa Alam Metabolit Sekunder. In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*. DEEPUBLISH.
- Salakhutdinov, N. F., Volcho, K. P., & Yarovaya, O. I. (2017). Monoterpenes as a renewable source of biologically active compounds. *Pure and Applied Chemistry*, 89(8), 1105–1117. <https://doi.org/10.1515/pac-2017-0109>
- 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. <https://doi.org/10.12928/pharmaciana.v5i1.2283>
- Sánchez, N. F. S., Coronado, R. S., Cañongo, C. V., & Carlos, B. H. (2019). Antioxidant Compounds and Their Antioxidant Mechanism. *Antioxidants*, 1–28. <https://doi.org/10.5772/intechopen.85270>
- Sanders, E. R. (2012). Aseptic laboratory techniques: Plating methods. *Journal of Visualized Experiments*, 63, 1–18. <https://doi.org/10.3791/3064>
- Sayuti, K., & Yenrina, R. (2015). *Antioksidan Alami dan Sintetik*. Andalas University Press.

- Shahriar, M., Haque Aminul, M., & Islam Ashraful, S. (2011). Antimicrobial , Cytotoxicity and Antioxidant Activity of Tinospora crispa. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 13(12), 1–4.
- Silhavy, T. J., Kahne, D., & Walker, S. (2010). The Bacterial Cell Envelope 1 T. J. Silhavy, D. Kahne and S. Walker, . *Cold Spring Harb Perspect Biol*, 2, 1–16. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2857177/pdf/cshperspect-PRK-a000414.pdf>
- Sisein, E. A. (2013). Biochemistry of Free Radicals and Antioxidants. *Essentials of Biochemistry (For Medical Students)*, 2(2), 381–381. [https://doi.org/10.5005/jp/books/11965\\_29](https://doi.org/10.5005/jp/books/11965_29)
- Sumadi, A., & Siahaan, H. (2014). Potensi Dan Pertumbuhan Tembesu Dalam Pengelolaan Hutan Rakyat. In *Tembesu Kayu Raja Andalan Sumatera* (pp. 57–71). FORDA Press.
- Sunarni, T. (2005). Aktivitas Antioksidan Penangkap Radikal Bebas Beberapa kecambah Dari Biji Tanaman Familia Papilionaceae. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 2(2), 53–61.
- Tanaya, V., Retnowati, R., Kimia, J., Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F., Brawijaya Jl Veteran Malang, U., & korespondensi, A. (2015). Fraksi Semi Polar dari Daun Mangga Kasturi (Mangifera Casturi Kosterm). *Jurnal Ilmu Kimia Universitas Brawijaya*, 1(1), 778–784. <https://www.neliti.com/publications/250024/>
- Tegegne, M., Abiyu, E., Libesu, S., Bedemo, B., & Lewoyehu, M. (2021). Phytochemical investigation, antioxidant and antibacterial activities of the fruit extracts of Solanum anguivi. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 35(1), 1480–1491. <https://doi.org/10.1080/13102818.2021.1993087>
- Termentzi, A., Fokialakis, N., & Leandros Skaltsounis, A. (2012). Natural Resins and Bioactive Natural Products thereof as Potential Anitimicrobial Agents. *Current Pharmaceutical Design*, 17(13), 1267–1290. <https://doi.org/10.2174/138161211795703807>
- Tong, S. Y. C., Davis, J. S., Eichenberger, E., Holland, T. L., & Fowler, V. G. (2015). Staphylococcus aureus infections: Epidemiology, pathophysiology, clinical manifestations, and management. *Clinical Microbiology Reviews*, 28(3), 603–661. <https://doi.org/10.1128/CMR.00134-14>
- Torres, A., & Menendez, R. (2008). *Community-Acquired Pneumonia Strategies for Management*. Wiley-Blackwell.
- Torres, P. B., Pires, J. S., Santos, D. Y. A. C. dos, & Chow, F. (2017). Ensaio em microplaca do potencial antioxidante através do método de sequestro do radical livre DPPH para extratos de algas. *Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo*, April 2018, 6. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10672.87041>
- Truong, D. H., Nguyen, D. H., Ta, N. T. A., Bui, A. V., Do, T. H., & Nguyen, H. C. (2019). Evaluation of the use of different solvents for phytochemical

- constituents, antioxidants, and in vitro anti-inflammatory activities of severinia buxifolia. *Journal of Food Quality*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/8178294>
- Verghese, J., Nguyen, T., Oppegard, L. M., Seivert, L. M., Hiasa, H., & Ellis, K. C. (2013). Flavone-based analogues inspired by the natural product simocyclinone D8 as DNA gyrase inhibitors. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 23(21), 5874–5877. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2013.08.094>
- Vollmer, W., Blanot, D., & De Pedro, M. A. (2008). Peptidoglycan structure and architecture. *FEMS Microbiology Reviews*, 32(2), 149–167. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2007.00094.x>
- Wang, C. Y., Chen, Y. W., & Hou, C. Y. (2019). Antioxidant and antibacterial activity of seven predominant terpenoids. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 230–238. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1582541>
- Wang, S., Yao, J., Zhou, B., Yang, J., Chaudry, M. T., Wang, M., Xiao, F., Li, Y., & Yin, W. (2018). Bacteriostatic effect of quercetin as an antibiotic alternative in vivo and its antibacterial mechanism in vitro. *Journal of Food Protection*, 81(1), 68–78. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-17-214>
- Winarsi, H. (2007). *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Kanisius.
- Wink, M. (2010). *Biochemistry of Plant Secondary Metabolism*. Wiley-Blackwell.
- Wittstock, U., & Halkier, B. A. (2002). Glucosinolate research in the Arabidopsis era. *Trends in Plant Science*, 7(6), 263–270. [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(02\)02273-2](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(02)02273-2)
- Yingngam, B., & Brantner, A. H. (2014). Factorial Design of Essential Oil Extraction from Fagraea fragrans Roxb. Flowers and Evaluation of Its Biological Activities for Perfumery and Cosmetic Applications. *International Journal of Cosmetic Science*, 1–3.
- Young, I., & Woodside, J. (2001). Antioxidants in health and disease. *J Clin Pathol*, 54, 176–186. <https://doi.org/10.1201/b18539>
- Zakaria, Z. A. (2007). Free Radical Scavenging Activity of Some Plants Available in Malaysia. *Iranian Journal of Pharmacology & Therapeutics*, 6, 87–91.
- Zeb, A. (2020). Concept, mechanism, and applications of phenolic antioxidants in foods. *Journal of Food Biochemistry*, 44(9), 1–22. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13394>
- Zhang, H., & Tsao, R. (2016). Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects. *Current Opinion in Food Science*, 8, 33–42. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.02.002>