

**UJI ANTIOKSIDAN DAN *SUN PROTECTION FACTOR*
(SPF) TERHADAP EKSTRAK DAN FRAKSI DAUN
JAMBU KRISTAL (*Psidium guajava* L. 'Kristal')
SECARA *IN VITRO***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sajana Sarjana (S.Si) dalam Ilmu Kimia



**Wahyu Wulandari
NIM 2108036006**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyu Wulandari

NIM : 2108036006

Jurusan : Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**Uji Antioksidan dan *Sun Protection Factor (SPF)* Terhadap
Ekstrak dan Fraksi Daun Jambu Kristal (*Psidium guajava* L.
'Kristal') Secara *In Vitro***

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

Semarang, 20 Desember 2024

Pembuat pernyataan,



Wahyu Wulandari

NIM 2108036006

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Uji Antioksidan dan *Sun Protection Factor (SPF)* Terhadap Ekstrak dan Fraksi Daun Jambu Kristal (*Psidium guajava* L. 'Kristal') Secara *In Vitro*

Penulis : **Wahyu Wulandari**

NIM : 2108036006

Jurusan : Kimia

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Kimia.

Surabaya, 30 Desember 2024

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

Kholidah, M.Sc

NIP. 198508112019032008

Penguji I

Ratih Rizqi Nirwana, S.Si., M.Pd

NIP. 198104142005012003

Sekretaris Sidang

Sri Rahmania, M.Pd

NIP. 199301162019032017

Penguji II

Rais Nur Latifah, M.Si

NIP. 199203042019032019

Pembimbing

Mutista Hafshah, M.Si

NIP. 199401022019032015

NOTA DINAS

Semarang, 20 Desember 2024

Yth. Ketua Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

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

Judul : Uji Antioksidan dan *Sun Protection Factor (SPF)* Terhadap Ekstrak dan Fraksi Daun Jambu Kristal (*Psidium guajava* L. 'Kristal') Secara *In Vitro*
Nama : Wahyu Wulandari
NIM : 2108036006
Jurusan : Kimia

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

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dosen Pembimbing,



Mutista Hafshah, M.Si

NIP. 199401022019032015

ABSTRAK

Sinar matahari memiliki kandungan sinar ultraviolet (UV) yang dapat mengakibatkan rusaknya struktur kulit. Pancaran sinar UV juga dapat menjadi sumber radikal bebas yang berakibat terjadinya penuaan kulit dan merubah warna kulit menjadi lebih gelap. Sinar UV terbagi menjadi tiga yaitu UV A, UV B, dan UV C. Sinar UV yang berpotensi mengakibatkan kerusakan kulit adalah UV A dan UV B, sedangkan UV C tidak berdampak buruk karena sinar ini tertahan oleh lapisan ozon sehingga tidak dapat masuk kedalam bumi. Penelitian ini bertujuan untuk menguji potensi ekstrak daun jambu kristal (*Psidium guajava* L. ‘Kristal’) dengan uji antioksidan menggunakan metode DPPH dan uji SPF secara *in vitro*. Ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96%, kemudian dilakukan fraksinasi dengan pelarut yang berbeda kepolarnya yaitu n-heksana, etil asetat, dan etanol-air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun jambu kristal memiliki aktivitas antioksidan paling kuat diantara fraksi lainnya. Nilai IC₅₀ dari ekstrak etanol yaitu 19,346 $\mu\text{g}/\text{mL}$, fraksi n-heksana 177,420 $\mu\text{g}/\text{mL}$, fraksi etil asetat 23,465 $\mu\text{g}/\text{mL}$, dan fraksi etanol-air 29,346 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Hasil pengujian aktivitas tabir surya diperoleh bahwa nilai SPF UV B tertinggi terdapat pada ekstrak etanol dengan konsentrasi 250 ppm yaitu 12,609.

Kata kunci: Ekstrak etanol daun jambu kristal (*Psidium guajava* L. ‘Kristal’), Fraksinasi, Antioksidan, SPF, UV B.

TRANSLITERASI

Pedoman Transliterasi Arab-Latin yang digunakan dalam penulisan disertasi ini adalah pedoman transliterasi yang merupakan hasil Keputusan Bersama (SKB) Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, Nomor: 158 Tahun 1987 dan Nomor: 0543b/U/1987. Di bawah ini daftar huruf-huruf Arab dan transliterasinya dengan huruf latin.

1. Konsonan

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	Alif	Tidak dilambangkan	Tidak dilambangkan
ب	Ba	B	Be
ت	Ta	T	Te
ث	Ša		ES (dengan titik diatas)
ج	Ja	J	Je
ح	Ha	H	Ha (dengan titik dibawah)
خ	Kha	Kh	Ka dan Ha
د	Dal	D	De
ذ	Žal	Ž	Zet (dengan titik diatas)
ر	Ra	R	Er
ز	Za	Z	Zet
س	Sa	S	Es
ش	Sya	SY	Es dan Ye
ص	Ša	Ş	Es (dengan titik dibawah)
ض	Dat	D	De (dengan titik dibawah)

ط	Ta	T	Te (dengan titik dibawah)
ظ	Za	Z	Zet (dengan titik dibawah)
ع	‘Ain	‘	Apostrof terbalik
غ	Ga	G	Ge
ف	Fa	F	Ef
ق	Qa	Q	Qi
ك	Ka	K	Ka
ل	La	L	El
م	Ma	M	Em
ن	Na	N	En
و	Wa	W	We
ه	Ha	H	Ha
ء	Hamzah	,	Apostrof
ي	Ya	Y	Ye

Hamzah (ء) yang terletak di awal kata mengikuti vokalnya tanpa diberi tanda apapun. Jika hamzah (ء) terletak di tengah atau di akhir, maka ditulis dengan tanda (').

2. Vokal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal bahasa Indonesia, terdiri atas vokal tunggal atau monoftong dan vokal rangkap atau diftong. Vokal tunggal bahasa Arab yang lambangnya berupa tanda atau harakat, transliterasinya sebagai berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
í	Fathah	A	A
í	Kasrah	I	I
í	Dammah	U	U

Vokal rangkap bahasa Arab yang lambangnya berupa gabungan antara harakat dan huruf, transliterasinya berupa gabungan huruf, yaitu:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
أَيْ	Fathah dan ya	Ai	A dan I
أَوْ	Fathah dan wau	Iu	A dan U

Contoh:

كَيْفَ : *kaifa*

هَوْنَ : *haulā*

3. *Maddah*

Maddah atau vokal panjang yang lambangnya berupa harakat atau huruf, transliterasinya berupa huruf dan tanda, yaitu:

Harkat dan Huruf	Nama	Huruf dan Tanda	Nama
سَائِي	Fathah dan alif atau ya	ā	a dan garis diatas
سَيِّي	Kasrah dan ya	ī	i dan garis dibawah
نُو	Dammah dan wau	ū	u dan garis di atas

Contoh:

مَاتَ : *māta*

رَمَى : *ramā*

قَيْلَةً : *qīla*

يَمْوَتْ : *yamūtu*

4. *Ta Marbūṭah*

Transliterasi untuk *ta marbūṭah* ada dua, yaitu: *ta marbūṭah* yang hidup atau mendapat harkat *fathah*, *kasrah*, dan *dammah*, transliterasinya adalah [t], sedangkan *ta marbūṭah* yang mati atau mendapat harkat sukun, transliterasinya adalah [h]. Jika pada kata yang berakhir dengan ta diikuti oleh kata yang menggunakan kata sandang al- serta bacaan kedua kata itu terpisah, maka *ta marbūṭah* itu ditransliterasikan dengan ha (h). Contoh:

رَوْضَةُ الْأَطْفَالِ : *raudah al-atfāl*

الْمَدِينَةُ الْفَاضِلَةُ : *al-madīnah al-fādīlah*

الْحِكْمَةُ : *al-hikmah*

5. *Syaddah (Tasydīd)*

Syaddah atau *tasydīd* yang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan sebuah tanda *tasydīd*, dalam transliterasi ini dilambangkan dengan perulangan huruf (konsonan ganda) yang diberi tanda *syaddah*. Contoh:

رَبَّنَا : *rabbanā*

نَجَّيْنَا : *najjainā*

الْحَقُّ : *al-haqq*

الْحَجُّ : *al-hajj*

نُعَمَّ : *nu' 'ima*

عَدُوُّ : *'aduwwun*

Jika huruf ى ber- tasydīd di akhir sebuah kata dan didahului oleh huruf berharakat kasrah, maka ditransliterasi seperti huruf *maddah*. Contoh:

عليٰ : 'Alī (bukan 'Aliyy atau 'Aly)

عرَبِيٰ : 'Arabī (bukan 'Arabiyy atau 'Araby)

6. Kata Sandang

Kata sandang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf ال (alif lam ma'arifah). Dalam pedoman transliterasi ini, kata sandang ditransliterasi seperti biasa, al-, baik ketika ia diikuti oleh huruf syamsiah maupun huruf qamariah. Kata sandang tidak mengikuti bunyi huruf langsung yang mengikutinya. Kata sandang ditulis terpisah dari kata yang mengikutinya dan dihubungkan dengan garis mendatar (-).

Contohnya:

الشَّمْسُ : *al-syamsu* (bukan *asy-syamsu*)

الْزَلْزَالَةُ : *al-zalzalah* (bukan *az-zalzalah*)

الْفَلْسَفَةُ : *al-falsafah*

الْبِلَادُ : *al-bilādu*

7. Hamzah

Aturan transliterasi huruf hamzah menjadi apostrof (') hanya berlaku bagi hamzah yang terletak di tengah dan akhir kata. Namun, bila hamzah terletak di awal kata, tidak

dilambangkan, karena dalam tulisan Arab berupa alif.

Contohnya:

تَأْمِرُونَ : ta'murūna

النَّوْعُ : *al-nau'*

شَوْعُ : *syai 'un*

أُمْرَتُ : *umirtu*

8. Penulisan kata Arab yang lazim digunakan dalam bahasa Indonesia

Kata, istilah, atau kalimat Arab yang ditransliterasi adalah kata, istilah, atau kalimat yang belum dibabukan dalam bahasa Indonesia. Kata, istilah, atau kalimat yang sudah lazim dan menjadi bagian dari perbendaharaan bahasa Indonesia, atau sudah sering ditulis dalam bahasa Indonesia, tidak lagi ditulis menurut cara transliterasi di atas. Misalnya kata Alquran (dari *al-Qur'ān*), sunnah, hadis, khusus, dan umum. Namun, bila kata-kata tersebut menjadi bagian dari suatu rangkaian teks Arab, maka mereka harus ditransliterasi secara utuh. Contoh:

Fī zilāl al-Qur'ān

Al-Sunnah qabl al-tadwīn

Al- 'Ibārāt Fī 'Umūm al-Lafz lā bi khuṣūṣ al-sabab

9. *Lafz al-Jalālah (الله)*

Kata “Allah” yang didahului partikel seperti huruf *jarr* dan huruf lainnya atau berkedudukan sebagai muḍāf ilaih (frasa nominal), ditransliterasi tanpa huruf hamzah.

Contoh:

دِينُ اللَّهِ : *dīnūllāh*

Adapun *ta marbūṭah* di akhir kata yang disandarkan kepada *lafz al-jalālah*, ditransliterasi dengan huruf [t].

Contoh:

هُمْ فِي رَحْمَةِ اللَّهِ : *hum fī rahmatillāh*

10. Huruf Kapital

Walau sistem tulisan Arab tidak mengenal huruf kapital (*All Caps*), dalam transliterasinya huruf-huruf tersebut dikenai ketentuan tentang penggunaan huruf kapital berdasarkan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI). Huruf kapital, misalnya, digunakan untuk menuliskan huruf awal nama diri (orang, tempat, bulan) dan huruf pertama pada permulaan kalimat. Bila nama diri didahului oleh kata sandang (al-), maka yang ditulis dengan huruf kapital tetap huruf awal nama diri tersebut, bukan huruf awal kata sandangnya. Jika terletak pada awal kalimat, maka huruf A dari kata sandang tersebut menggunakan huruf kapital (Al-). Ketentuan yang sama juga berlaku untuk huruf awal dari judul referensi

yang didahului oleh kata sandang al-, baik ketika ia ditulis dalam teks maupun dalam catatan rujukan (CK, DP, CDK, dan DR). Contoh:

Wa mā Muḥammadun illā rasūl

Inna awwala baitin wuḍī‘a linnāsi lallażī bi Bakkata mubārakan

Syahru Ramadān al-lażī unzila fīh al-Qur’ān

Naşīr al-Dīn al-Ṭūs

Abū Naṣr al-Farābī

Al-Gazālī

Al-Munqīż min al-Ḍalā

KATA PENGANTAR

Assalamau'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“Uji Antioksidan dan Sun Protection Factor (SPF) Terhadap Ekstrak dan Fraksi Daun Jambu Kristal (*Psidium guajava* L. ‘Kristal’) Secara *In Vitro*”** di Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang dengan baik. Tidak lupa penulis sampaikan shalawat serta salam kepada baginda Nabi Muhammad SAW, semoga kita merupakan golongan yang mendapatkan syafaat di hari akhir nanti. Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Strata Satu Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Selama proses penelitian dan penyusunan tugas akhir, penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa pengarahan, bimbingan, dan bantuan dari pihak yang terlibat. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

2. Ibu Mulyatun, M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Ibu Mutista Hasfhah, M.Si., Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran dan kritik serta arahan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr. Hj. Malikhatul Hidayah, S.T., M.Pd., Selaku dosen wali yang selalu memberi pengarahan dan nasihat kepada penulis.
5. Seluruh dosen jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah membekali ilmu pengetahuan serta informasi kepada penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Kedua orang tua penulis Bapak Suyitman dan Ibu Siti Muawanah serta Vania Silvia Ningtyas selaku adik penulis yang selalu mendoakan dan memberi dukungan hingga skripsi ini selesai.
7. Nur Aisah, Hanik Sya'adah, Tita Ismiazijah, Elsa Novatiani, Lusi Rahayu, Giovany, Muhammad Halba, Diajeng Ayu Savitri, Violita Amalia Putri, dan Ifrodatunnisa sebagai sahabat penulis yang selalu memberi semangat dan tempat bertukar pikiran bagi penulis.
8. Seluruh anggota Rumpun Pelajar Mahasiswa Riau Semarang (RPMR'S) yang selalu menjadi keluarga di tanah rantau.

9. Teman-teman kimia angkatan 2021, terkhusus kelas A.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas segala bantuan dan motivasinya kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan pada penulisan berikutnya. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan pada umumnya dan ilmu kimia khususnya, aamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Semarang, 20 Desember 2024

Wahyu Wulandari

NIM 2108036006

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan Keaslian	ii
Pengesahan	iii
Nota Dinas	iv
Abstrak	v
Transliterasi	vi
Kata Pengantar	xiv
Daftar Isi	xvii
Daftar Tabel	xx
Daftar Gambar	xxi
Daftar Lampiran	xxiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	12
C. Tujuan Penelitian	13
D. Manfaat Penelitian	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	14
A. Landasan Teori	14
1. Daun jambu kristal	14
2. Pelarut	16
3. Quercetin	20

4. Ekstraksi	21
5. Metabolit sekunder	24
6. Metode pengujian antioksidan	31
7. <i>Sun Protection Factor (SPF)</i>	37
8. Spektrofotometer UV-Vis	37
B. Kajian Penelitian yang Relevan	40
C. Hipotesis.....	44
BAB III METODE PENELITIAN.....	45
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	45
B. Alat dan Bahan	45
C. Prosedur Kerja.....	46
1. Preparasi sampel	46
2. Uji kadar air	46
3. Ekstraksi sampel	47
4. Fraksinasi.....	48
5. Uji fitokimia.....	49
6. Uji antioksidan.....	52
7. Uji aktivitas <i>Sun Protection Factor (SPF)</i>	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	58
A. Preparasi sampel.....	58
B. Uji kadar air.....	59
C. Ekstraksi sampel.....	59
D. Fraksinasi	61
E. Uji fitokimia	63
F. Uji antioksidan	78
G. Uji aktivitas <i>Sun Protection Factor (SPF)</i>	93
BAB V PENUTUP	102
A. Kesimpulan.....	102
B. Saran.....	103

DAFTAR PUSTAKA.....	104
LAMPIRAN.....	123

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai konstanta dielektrik pelarut.....	18
Tabel 2.2 Kategori proteksi nilai SPF.....	38
Tabel 3.1 Nilai EE x I pada panjang gelombang 290-320 nm.....	57
Tabel 4.1 Persen rendemen hasil fraksinasi.....	63
Tabel 4.2 Hasil uji fitokimia EJK, FNH, FE dan FEA	64
Tabel 4.3 Hasil %inhibisi ekstrak daun jambu kristal	83
Tabel 4.4 Hasil %inhibisi fraksi n-heksana	84
Tabel 4.5 Hasil %inhibisi fraksi etil asetat	85
Tabel 4.6 Hasil %inhibisi fraksi etanol-air	86
Tabel 4.7 Hasil %inhibisi quercetin.....	87
Tabel 4.8 Hasil IC ₅₀ dari masing-masing sampel	89
Tabel 4.9 Nilai SPF UV B ekstrak daun jambu kristal	93
Tabel 4.10 Nilai SPF UV B fraksi n-heksana	94
Tabel 4.11 Nilai SPF UV B fraksi etil asetat	95
Tabel 4.12 Nilai SPF UV B fraksi etanol-air.....	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman jambu kristal.....	14
Gambar 2.2 Struktur Quercetin	21
Gambar 2.3 Struktur Flavonoid.....	26
Gambar 2.4 Struktur Saponin.....	27
Gambar 2.5 Struktur Tanin	28
Gambar 2.6 Struktur Alkaloid	29
Gambar 2.7 Struktur Steroid	30
Gambar 2.8 Struktur Triterpenoid	30
Gambar 2.9 Struktur Fenol.....	31
Gambar 2.10 Prinsip kerja spektrofotometer.....	39
Gambar 4.1 Sampel daun jambu kristal	58
Gambar 4.2 Ekstrak kental daun jambu kristal	61
Gambar 4.3 Fraksinasi n-heksana dengan etanol	62
Gambar 4.4 Fraksinasi etil asetat dengan etanol-air.....	63
Gambar 4.5 Reaksi uji flavonoid.....	66
Gambar 4.6 Hasil uji flavonoid: a(EJK), b(FNH), c(FE), d(FEA)	66
Gambar 4.7 Reaksi uji saponin.....	67
Gambar 4.8 Hasil uji saponin: a(EJK), b(FNH), c(FE), d(FEA)	68
Gambar 4.9 Reaksi uji tanin	69

Gambar 4.10 Hasil uji tanin: a(EJK), b(FNH), c(FE), d(FEA) ...	69
Gambar 4.11 Larutan campuran sampel dengan ammonia pekat, kloroform dan asam sulfat pekat	70
Gambar 4.12 Hasil uji alkaloid: a(EJK), b(FNH), c(FE), d(FEA)	71
Gambar 4.13 Reaksi uji alkaloid dengan reagen wagner	72
Gambar 4.14 Reaksi uji alkaloid dengan reagen dragendorff	73
Gambar 4.15 Reaksi uji fenolik.....	74
Gambar 4.16 Hasil uji fenolik: a(EJK), b(FNH), c(FE), d(FEA)	74
Gambar 4.17 Reaksi uji steroid	76
Gambar 4.18 Hasil uji steroid: a(EJK), b(FNH), c(FE), d(FEA)	76
Gambar 4.19 Reaksi uji triterpenoid	78
Gambar 4.20 Hasil uji triterpenoid: a(EJK), b(FNH), c(FE), d(FEA).....	78
Gambar 4.21 Hasil reaksi DPPH dengan sampel: a(EJK), b(FNH), c(FE), d(FEA) dan e(quercetin).....	81
Gambar 4.22 Reaksi uji antioksidan.....	82
Gambar 4.23 Kurva aktivitas antioksidan ekstrak daun jambu kristal	84
Gambar 4.24 Kurva aktivitas antioksidan fraksi n-heksana.....	85
Gambar 4.25 Kurva aktivitas antioksidan fraksi etil asetat.....	86
Gambar 4.26 Kurva aktivitas antioksidan fraksi etanol-air.....	87

Gambar 4.27 Kurva aktivitas antioksidan quercetin	88
Gambar 4.28 Reaksi penghambatan radikal bebas oleh flavonoid	91
Gambar 4.29 Reaksi pembentukan dan penggabungan radikal fenoksil	100

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan kadar air	123
Lampiran 2 Perhitungan persen rendemen	123
Lampiran 3 Perhitungan uji antioksidan	123
Lampiran 4 Perhitungan uji aktivitas <i>Sun Protection Factor (SPF)</i>	136

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

World Health Organization (WHO) dan *International Labour Organization* (ILO) melaporkan bahwa terdapat 1,6 miliar orang dengan usia kerja 15 tahun ke atas yang bekerja diluar ruangan pasti terpapar radiasi ultraviolet matahari. Pada tahun 2019, tercatat bahwa hampir 19.000 jiwa di 183 negara meninggal dunia karena terkena kanker kulit akibat bekerja di bawah sinar matahari. Secara global, paparan yang disebabkan radiasi sinar ultraviolet menjadi risiko kematian tertinggi karena mengakibatkan terkena kanker. Peningkatan angka kematian kanker kulit karena paparan sinar ultraviolet antara tahun 2000 dan 2019 meningkat hampir dua kali lipat (WHO, 2023). Kanker kulit adalah jenis kanker yang umum terjadi di Indonesia. Salah satu jenisnya yaitu kanker melanoma, kanker ini berada pada peringkat ke-23 di Indonesia. Melanoma merupakan kanker kulit berbahaya yang dapat mengakibatkan kematian (Fauziyyah et al., 2023).

Kulit merupakan salah satu bagian tubuh manusia yang paling sering terkena paparan sinar matahari. Sinar matahari memiliki kandungan sinar ultraviolet (UV) yang dapat mengakibatkan rusaknya struktur-struktur kulit (Romanhole et

al., 2020). Meskipun demikian, sinar ultraviolet juga memberi manfaat yaitu dapat membunuh bakteri dan mensintesis vitamin D. Sinar ultraviolet terbagi menjadi tiga yaitu sinar UV A, UV B, dan UV C. Sinar UV C tidak memiliki dampak buruk bagi kesehatan kulit, karena sinar ini tertahan oleh lapisan ozon sehingga tidak dapat masuk kedalam bumi, panjang gelombang sinar UV C adalah 100-280 nm. Sedangkan sinar UV A dan UV B dapat masuk ke dalam bumi sehingga berpotensi menyebabkan kerusakan kulit. Panjang gelombang yang dimiliki sinar UV A adalah 320-400 nm, sedangkan UV B yaitu 290-320 nm. Kulit sebenarnya sudah memiliki pertahanan sendiri untuk menghindari dampak buruk sinar UV A dan UV B, yaitu dengan cara penebalan sel tanduk dan keluarnya keringat. Walaupun mempunyai pertahanan sendiri, kulit tetap membutuhkan bantuan perlindungan yaitu dengan penggunaan tabir surya. Hal ini karena apabila kulit terpapar sinar UV A dan B dalam jangka waktu yang lama akan mengakibatkan melemahnya sistem ketahanan kulit sehingga akan mengakibatkan kerusakan kulit (Amsiyah & Mardiyanti, 2021).

Kerugian bagi kesehatan kulit yang disebabkan oleh sinar UV terbagi menjadi tiga, yaitu pada siang hari dapat membakar kulit yang berakibat kulit menjadi kemerahan, apabila sudah dingin kulit menjadi gelap akibat terbakar. Kedua, dapat menyebabkan kulit menjadi kusam dan keriput. Hal ini terjadi karena jika terkena paparan sinar UV setiap hari akan membuat

jaringan kolagen dan kelenjar minyak rusak sehingga tidak terjadi pelembapan kulit dan regenerasi kulit. Ketiga, dapat menyebabkan kanker kulit (Isfardiyana & Safitri, 2014). Oleh karena itu, perlu dilakukan penggunaan tabir surya untuk melindungi kulit dari paparan sinar UV. Penggunaan tabir surya dilakukan secara rutin dapat mencegah terjadinya penyakit yang disebabkan oleh paparan sinar ultraviolet berlebih, sebab akan menghalangi penetrasi sinar UV yang masuk kedalam kulit (Mbangan et al., 2014).

Tabir surya terbagi menjadi dua jenis, yaitu tabir surya kimia dan tabir surya fisik. Tabir surya fisik bekerja dengan cara membentuk lapisan perlindungan diatas permukaan kulit sehingga memantulkan radiasi sinar UV, sedangkan tabir surya kimia bekerja dengan menyerap sinar UV yang kemudian dirubah menjadi energi panas (Rauf et al., 2017). Tabir surya kimia mengandung bahan-bahan kimia seperti avobenzone, dioxybenzone, octocrylene, dan oxybenzone, sedangkan tabir surya fisik mengandung bahan mineral yaitu zink oksida (ZnO) dan titanium oksida (TiO_2) (Hailun et al., 2021). Kelebihan tabir surya kimia adalah mudah diperoleh dan memiliki banyak pilihan, sehingga dapat dipilih sesuai kebutuhan para pengguna. Akan tetapi, tabir surya kimia masih mempunyai kemungkinan untuk dapat menyerap sinar UV kedalam kulit hal ini disebabkan karena kandungan bahan kimia yang dapat bereaksi dengan kulit. Penggunaan bahan kimia secara terus menerus

dapat mengakibatkan terjadinya gangguan hormon, iritasi kulit dengan rasa terbakar dan menyebabkan alergi. Tabir surya fisik dinilai lebih aman dibandingkan tabir surya kimia, tetapi kekurangan tabir surya fisik adalah menimbulkan *white cast* sehingga menimbulkan rasa tidak nyaman pada saat digunakan (Purwaningsih et al., 2015). Upaya yang dilakukan untuk menghilangkan efek *white cast* yang ada pada tabir surya fisik adalah mengubah ukuran ZnO dan TiO₂ menjadi berukuran nanopartikel, tetapi upaya ini justru menimbulkan bahaya lainnya yaitu nanopartikel masih dapat diserap oleh kulit teritama kulit yang sedang rusak atau mengalami peradangan dan mengakibatkan efek samping toksik pada sel kulit (Taufikurohmah et al., 2019).

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan, inovasi dalam pembuatan tabir surya terus dilakukan, saat ini penggunaan bahan alam sebagai tabir surya sedang marak dimanfaatkan. Penggunaan bahan alam sebagai bahan aktif pembuatan tabir surya dipilih karena tidak merangsang terjadinya alergi dan untuk mengurangi risiko kerusakan terhadap kulit (Susanti et al., 2020). Akan tetapi, tanaman yang dapat digunakan untuk pembuatan tabir surya harus memiliki nilai SPF (*Sun Protection Factor*) yang cukup agar dapat melindungi kulit dari paparan sinar UV. Keefektifan kinerja tabir surya dapat dilihat berdasarkan nilai SPF, apabila semakin tinggi nilai SPF maka semakin baik pula untuk melindungi kulit, begitupun

sebaliknya. Nilai SPF 2-4 dikategorikan proteksi SPF minimal, 4-6 (sedang), 6-8 (ekstra), 8-15 (maksimal), ≥ 15 (ultra) (Widyawati et al., 2019).

Pancaran sinar UV matahari juga dapat menjadi sumber radikal bebas yang mengakibatkan terjadinya penuaan kulit dan mengubah warna kulit menjadi kecoklatan sebab adanya peningkatan enzim tirosinase pensintesa pigmen melanin (Santosa & Harmita, 2020). Radikal bebas adalah suatu atom yang mempunyai elektron tidak berpasangan pada kulit terluarnya. Oleh karena itu, diperlukan antioksidan untuk melindungi kulit dari paparan sinar UV yang mampu menyebabkan terbentuknya radikal bebas. Antioksidan merupakan suatu molekul yang dapat menghambat terjadinya oksidasi dari molekul lain. Proses penghambatan terbentuknya radikal bebas oleh antioksidan yaitu dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada radikal bebas sehingga radikal bebas menjadi lebih stabil (Theafelicia & Wulan, 2023). Antioksidan dapat diperoleh dari dua sumber, yaitu sintetik dan alami. Akan tetapi, penggunaan antioksidan sintetik sudah mulai dikurangi penggunaannya karena bersifat karsinogenik yaitu dapat memicu terjadinya kanker. Bahan-bahan yang biasa digunakan untuk antioksidan sintetik adalah *butylated hydroxytoluen* (BHT), *butylated hydroxyanisole* (BHA), dan *terthbutylhydroxy quinone* (TBHQ) (Djapiala et al., 2013). Alternatif yang dilakukan untuk menggantikan antioksidan

sintetik yaitu dengan menggunakan antioksidan alami. Antioksidan alami diperoleh dari senyawa-senyawa yang berada di bahan alam. Keefektifan antioksidan dari suatu tumbuhan dilihat berdasarkan nilai IC_{50} nya, semakin kecil nilai IC_{50} maka semakin kuat aktivitas antioksidan yang terkandung (Asjur et al., 2023).

Tumbuhan yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan tabir surya dan antioksidan harus memiliki kandungan senyawa dengan cincin aromatik, contohnya seperti golongan fenolik terutama flavonoid (Tefi, 2023). Salah satu contoh tumbuhan yang banyak dimanfaatkan untuk pembuatan tabir surya dan antioksidan adalah jambu biji (*Psidium guajava* L.). Pada daun jambu biji (*Psidium guajava* L.) terdapat banyak kandungan flavonoid. Menurut Sembiring et al (2020), daun jambu biji mempunyai kandungan senyawa kimia terutama flavonoid, terpenoid, triterpenoid, dan tanin. Berdasarkan penelitian, meskipun telah banyak yang melakukan penelitian menggunakan jenis jambu biji, tetapi pengujian jambu kristal masih jarang dilakukan. Melihat potensi dari jenis jambu biji lainnya membuat peneliti tertarik menguji potensi antioksidan dan SPF (*Sun Protection Factor*) ekstrak serta fraksi dari daun jambu kristal (*Psidium guajava* L. ‘Kristal’) secara *in vitro*. Seluruh jenis tumbuhan yang ada di bumi ini diciptakan oleh Tuhan agar dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk

dikembangkan menjadi bermacam-macam hal, sebagaimana dijelaskan dalam Q.S Asy-Syu'ara:7.

أَوْلَمْ يَرَوُا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتَنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ رَوْحٍ كَرِيمٍ (٧)

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?”

Tafsir ayat ini menerangkan bahwa manusia diarahkan untuk mengarahkan pandangan hingga batas kemampuannya memandang sampai mencakup seantoro bumi, dengan aneka tanah dan tubuhannya, serta aneka keajaiban yang terhampar pada tumbuh-tumbuhannya. Setiap tumbuhan memiliki manfaat yang dapat terlihat kapan saja, bagi siapa yang ingin menggunakan matanya. Tumbuhan yang baik, paling tidak adalah tumbuhan yang subur dan bermanfaat (Shihab, 2002).

Berdasarkan ayat tersebut, dapat diketahui bahwa banyak sekali tumbuh-tumbuhan di bumi ini yang memiliki banyak manfaat. Salah satu cara untuk dapat memanfaatkan tumbuhan tersebut adalah dengan mempelajari tentang senyawa kimia yang terkandung di dalamnya. Daun jambu kristal merupakan salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai pengujian, hal ini karena di dalam daun jambu biji mempunyai kandungan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, dan saponin (Handarni et al., 2020).

Hasil penelitian Syarif (2017), menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun jambu biji putih (*Psidium guajava* L.) memiliki potensi sebagai bahan pembuatan tabir surya dengan nilai SPF yaitu 104,24 kategori proteksi ultra pada konsentrasi 250 ppm. Selain daunnya, buah jambu biji juga bisa dimanfaatkan untuk bahan aktif pembuatan tabir surya karena mengandung senyawa flavonoid. Hal ini dibuktikan dari penelitian Furi et al (2019), yang membandingkan potensi pembuatan tabir surya dari daging jambu biji merah dan putih yang diekstrak menggunakan etanol. Berdasarkan hasil penelitian, nilai SPF ekstrak etanol daging jambu biji merah dengan konsentrasi 250 ppm yaitu 8,220 kategori proteksi maksimal, sedangkan ekstrak etanol daging jambu biji putih dengan konsentrasi 250 ppm adalah 8,945 kategori proteksi maksimal. Dilanjutkan dari penelitian Bintarti (2019), yang menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun jambu biji mempunyai efektivitas antioksidan kategori kuat dengan nilai IC_{50} sebesar 42,06 μ g/mL. Didukung oleh penelitian Sari et al (2021), yang membuktikan ekstrak etanol daun jambu biji (*Psidium guajava* L.) memiliki nilai IC_{50} sebesar 1,17 μ g/mL, nilai IC_{50} diperoleh berdasarkan regresi linear antara %inhibisi dengan konsentrasi.

Salah satu metode ekstraksi yang dapat digunakan untuk memperoleh ekstrak dari bahan alam adalah maserasi. Metode maserasi merupakan proses perendaman sampel menggunakan pelarut organik yang sesekali diaduk dan disimpan pada suhu

ruang (Handayani & Nurcahyanti, 2015). Maserasi merupakan contoh ekstraksi dingin karena prosesnya tidak menggunakan suhu tinggi, metode ini cocok digunakan untuk mengekstrak bahan alam yang tidak tahan terhadap panas (Pratiwi, 2017). Menurut Nurhasnawati et al (2017), keuntungan menggunakan metode maserasi adalah tidak menggunakan suhu panas sehingga senyawa pada bahan alam tidak terurai dan metode ekstraksi dingin memungkinkan lebih banyak senyawa yang dapat terekstrak walaupun terdapat senyawa-senyawa yang mempunyai kelarutan terbatas pada suhu ruang. Proses ekstraksi dilakukan untuk memisahkan senyawa-senyawa target yang terkandung pada sampel menggunakan bantuan pelarut.

Pelarut organik yang banyak digunakan untuk proses maserasi adalah etanol. Etanol dipilih karena mampu mengekstrak senyawa dengan rentang polaritas yang luas, mulai dari senyawa polar hingga non polar dan tidak bersifat toksik (Muthmainnah, 2017). Ekstraksi menggunakan etanol dapat lebih banyak mengekstrak senyawa metabolit sekunder, hal ini dibuktikan oleh hasil penelitian Febryana (2020), yang menunjukkan bahwa uji fitokimia metabolit sekunder daun jambu biji ungu (*Psidium guajava* L.) lebih banyak terdapat pada ekstrak etanol dibandingkan ekstrak metanol. Pada ekstrak etanol terdapat senyawa flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, dan triterpenoid, sedangkan pada ekstrak metanol hanya terdapat senyawa flavonoid, tanin, dan saponin. Didukung oleh

penelitian Rina et al (2019), hasil uji fitokimia dari ekstrak etanol daun jambu biji (*Psidium guajava* L.) positif mengandung senyawa saponin, terpenoid, flavonoid, tanin, dan alkaloid. Sedangkan pelarut metanol tidak dipilih karena hanya dapat mengekstrak sedikit senyawa metabolit sekunder, hal ini dibuktikan oleh penelitian Handayani et al (2017), yang menunjukkan bahwa hasil uji fitokimia ekstrak metanol daun jambu mawar (*Syzygium jambos* Alston) hanya terdapat senyawa flavonoid, fenol, dan tanin.

Untuk mengetahui golongan metabolit sekunder yang berperan aktif dalam antioksidan dan SPF dilakukan fraksinasi. Fraksinasi merupakan metode pemisahan campuran menggunakan dua pelarut yang berbeda kepolarannya. Pemisahan senyawa-senyawa metabolit sekunder yang berperan aktif dipisahkan berdasarkan kepolarannya. Pelarut yang digunakan untuk fraksinasi adalah n-heksana, etil asetat, dan etanol-air, karena ketiga pelarut tersebut mempunyai tingkat kepolaran yang berbeda (Larasati et al., 2023). Pelarut yang digunakan akan menarik senyawa-senyawa metabolit sekunder yang sesuai dengan kepolarannya. N-heksana merupakan pelarut non polar, senyawa yang akan ditarik contohnya seperti steroid dan terpenoid. Etil asetat dan etanol merupakan pelarut semi polar, senyawa yang akan ditarik adalah aglikon flavonoid, alkaloid, dan polifenol. Sedangkan air adalah pelarut polar, senyawa yang akan ditarik yaitu glikosida

flavonoid dan tanin (Astuti et al., 2024). Hasil penelitian Misfadhila et al (2020) menunjukkan bahwa senyawa metabolit sekunder hasil fraksinasi dari ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L) akan terpisah sesuai dengan kepolarannya. Hasil fraksi n-heksana tidak terdeteksi senyawa apapun, sedangkan hasil fraksi etil asetat terdapat senyawa alkaloid, flavonoid, fenol dan tanin. Sementara itu, hasil fraksi air terdapat senyawa alkaloid, saponin, fenol dan tanin. Didukung oleh penelitian (Rachman, 2022) hasil fraksinasi ekstrak daun kersen (*Muntingia calabura*) membuktikan bahwa senyawa metabolit sekunder akan terpisah sesuai kepolarannya. Senyawa yang terdapat pada fraksi n-heksana yaitu triterpenoid. Pada fraksi etil asetat terdapat senyawa flavonoid dan tanin. Sedangkan pada fraksi air terdapat senyawa flavonoid, alkaloid, saponin dan tanin.

Berdasarkan hasil ekstraksi dan fraksinasi yang dilakukan akan diketahui potensi daun jambu kristal sebagai antioksidan dan nilai SPF (*Sun Protection Factor*) nya. Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat berkembangnya pembentukan radikal bebas (Wulandari, 2021). Pengujian antioksidan dilakukan menggunakan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*). Pengujian metode DPPH dilakukan dengan melihat perubahan warna yang terjadi, yang semula larutan berwarna ungu pekat akan berubah menjadi kuning pucat sebab adanya aktivitas sampel yang mengandung

antioksidan sehingga mampu menangkal radikal bebas (Damanis et al., 2020). Berdasarkan perubahan warna yang terjadi, dilakukan uji kualitatif menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui aktivitas antioksidan (Yuhermita & Juniarti, 2011). Metode DPPH dipilih karena metode pengukurannya sederhana, cepat dan tidak membutuhkan banyak reagen (Matheos et al., 2014). Sedangkan pengujian nilai SPF (*Sun Protection Factor*) dilakukan secara *in vitro* menggunakan metode spektrofotometer UV-Vis. Metode ini dipilih karena merupakan metode yang cepat, akurat dan mudah untuk dilakukan (Yulianti et al., 2015). SPF (*Sun Protection Factor*) adalah indikator universal untuk menjelaskan tentang keefektifan dari zat atau produk yang bersifat UV protektor, apabila semakin tinggi nilai SPF pada tabir surya maka kemampuan untuk melindungi kulit dari paparan sinar matahari semakin besar (Widyawati et al., 2019).

B. Rumusan Masalah

1. Apa metabolit sekunder yang terkandung pada ekstrak dan fraksi n-heksana, etil asetat, etanol-air dari daun jambu kristal?
2. Berapa nilai IC_{50} pada ekstrak dan fraksi n-heksana, etil asetat, etanol-air dari daun jambu kristal?
3. Berapa nilai SPF tertinggi pada ekstrak dan fraksi n-heksana, etil asetat, etanol-air dari daun jambu kristal?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui metabolit sekunder yang terkandung pada ekstrak dan fraksi n-heksana, etil asetat, etanol-air dari daun jambu kristal.
2. Menghitung nilai IC_{50} pada ekstrak dan fraksi n-heksana, etil asetat, etanol-air dari daun jambu kristal.
3. Menghitung nilai SPF tertinggi pada ekstrak dan fraksi n-heksana, etil asetat, etanol-air dari daun jambu kristal

D. Manfaat Penelitian

1. Diketahui kemampuan antioksidan dan potensi tabir surya dari ekstrak dan fraksi daun jambu kristal.
2. Sebagai suatu inovasi terbarukan untuk pembuatan antioksidan dan tabir surya serta menjadi referensi penelitian mendatang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Daun Jambu Kristal (*Psidium guajava* L. 'Kristal')

Klasifikasi tanaman jambu kristal yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae (tumbuhan)
Sub kingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Super devisi	: <i>Spermatophyta</i>
Devisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Sub kelas	: <i>Rosidae</i>
Ordo	: <i>Myrales</i>
Famili	: <i>Mirtaceae</i>
Genus	: <i>Psidium</i>
Spesies	: <i>Psidium guajava</i> L.

(Damayanti, 2016)



Gambar 2.1 Tanaman Jambu Kristal (*Psidium guajava* L. 'Kristal')

Jambu kristal pertama kali dikenalkan di Indonesia pada tahun 1998 oleh misi teknik taiwan. Tanaman jambu kristal merupakan mutasi dari jambu bangkok. Jambu kristal ditemukan oleh XI-Yao Lai dan Jiang-Ming Dong pada tahun 1991, mereka adalah petani yang berasal dari Yanvhaio District, Kaohsiung, Taiwan. Kelebihan jambu kristal dibandingkan jenis jambu biji lainnya adalah memiliki jumlah biji yang sedikit dan daging buahnya renyah. Jambu kristal pertama kali dikembangkan di daerah Mojokerto, Jawa Timur. Tiga negara penghasil jambu kristal terbanyak di dunia adalah Brazil, USA dan Tiongkok dengan produksi 24, 10 dan 3 juta ton pertahunnya (Rustani & Susanto, 2019).

Jambu kristal merupakan salah satu varietas dari jambu biji. Hasil penelitian Azlina Harahap & Situmorang (2021) menunjukkan bahwa di dalam buah jambu kristal memiliki kandungan beberapa senyawa, diantaranya adalah flavonoid, alkaloid, fenolik, steroid, terpenoid, dan tanin. Kandungan flavonoid pada jambu kristal dapat menjadikan jambu kristal berpotensi sebagai bahan pembuatan tabir surya dan antioksidan. Buah jambu kristal juga memiliki kandungan vitamin C, vitamin A, omega 3, omega 6, polifenol, asam lemak tak jenuh, serat pangan dan karotenoid. Vitamin C merupakan salah satu gizi yang menjadi sumber aktioksidan atau dapat mengurangi

pertumbuhan radikal bebas yang dapat merusak jaringan tubuh. Sedangkan pada daun jambu kristal terdapat kandungan senyawa flavonoid seperti apigenin, quercetin dan motin, tetapi senyawa yang paling banyak terkandung adalah quercetin (Mayadewi & Sukewijaya, 2019). Selain itu, jambu kristal juga dapat dimanfaatkan sebagai minyak atsiri karena mempunyai kandungan senyawa *volatile* dan memiliki aroma khas.

2. Pelarut

Pelarut merupakan zat yang digunakan untuk melarutkan zat-zat lain. keberhasilan untuk mengambil suatu senyawa dari sampel sangat dipengaruhi dari pemilihan jenis pelarut yang digunakan. Pelarut yang baik digunakan harus memiliki toksisitas yang rendah, mampu mengekstraksi komponen senyawa dengan cepat, dapat menguap pada suhu rendah dan tidak menyebabkan ekstrak teroksidasi (Tiwari et al., 2017). Pemilihan pelarut harus disesuaikan dengan senyawa target yang akan diambil dari sampel, hal ini karena akan berpengaruh terhadap hasil ekstrak yang didapatkan. Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan ketika pemilihan pelarut adalah selektivitas, ekonomis, mudah bekerja, keamanan dan ramah lingkungan (Ikhlas, 2013).

Berdasarkan kepolarannya pelarut terbagi menjadi tiga golongan yaitu (Noviyanty, 2022):

a. Pelarut polar

Pelarut polar merupakan senyawa yang mempunyai rumus umum ROH. Contoh dari pelarut polar adalah etanol, metanol, air dan asam asetat. Pelarut polar merupakan pelarut yang bersifat universal karena dapat mengambil senyawa target yang bersifat polar dan juga yang memiliki tingkat kepolaran lebih rendah.

b. Pelarut semi polar

Pelarut semi polar merupakan pelarut yang tidak memiliki ikatan O-H. Tingkat kepolarannya lebih rendah dibandingkan pelarut polar. Contoh dari pelarut semi polar adalah etil asetat, diklorometon dan aseton. Pelarut semi polar biasanya digunakan untuk mengambil senyawa-senyawa yang bersifat semi polar.

c. Pelarut non polar

Pelarut non polar adalah senyawa yang tidak dapat larut dalam air dan mempunyai konstanta dielektrik rendah. Contoh dari pelarut non polar yaitu n-heksana, benzene dan kloroform. Penggunaan pelarut ini biasanya untuk mengambil senyawa-senyawa yang tidak dapat larut dalam pelarut polar.

Untuk mengetahui lebih baik terkait tingkat kepolaran suatu pelarut dapat dilihat berdasarkan nilai konstanta

dielektriknya, apabila semakin besar nilai konstanta maka pelarut tersebut bersifat semakin polar dan sebaliknya. Nilai konstanta dari pelarut polar, semi polar, dan non polar disajikan pada tabel 2.1 (Ariyani et al., 2008).

Tabel 2.1 Nilai konstanta dielektrik pelarut (Ariyani et al., 2008)

Pelarut	Konstanta Dielektrik
Etanol	24,3
Metanol	33,6
Air	80,4
Asam asetat	6,2
Etil asetat	6,02
Diklormetan	9,1
Aseton	20,70
N-heksana	1,89
Benzene	2,27
Kloroform	4,8

Pada penelitian ini pelarut yang digunakan adalah air, etanol, etil asetat dan n-heksana.

1) Air

Rumus molekul dari air adalah H_2O . Air merupakan pelarut universal yang sering digunakan untuk proses ekstraksi. Flavonoid yang tidak mempunyai aktivitas signifikan terhadap antimikroba dapat larut dalam air dan

senyawa fenolik yang memiliki aktivitas antioksidan juga dapat larut dalam air (Tiwari et al., 2017).

2) Etanol

Etanol merupakan salah satu jenis pelarut organik yang sering digunakan untuk proses ekstraksi. Rumus molekul etanol yaitu C_2H_6O . Pemilihan etanol pada penelitian ini karena lebih selektif, dapat mencegah pertumbuhan bakteri dan jamur serta nilai absorbsinya baik. Etanol kerap digunakan sebagai pelarut untuk ekstraksi karena ini mudah didapatkan, memiliki tingkat ekstraksi yang tinggi dan hasil ekstraksinya lebih kental. Pelarut etanol mempunyai sifat dapat menembus bahan dinding sel sehingga dapat melakukan difusi sel serta menarik senyawa bioaktif lebih cepat (Prayitno & Rahim, 2020).

3) Etil asetat

Etil asetat merupakan pelarut semi polar, penggunaan pelarut ini dilakukan untuk mengambil senyawa-senyawa yang bersifat semi polar. Rumus molekul etil asetat adalah $C_4H_8O_2$. Senyawa yang biasanya dapat diambil menggunakan pelarut etil asetat adalah golongan flavonoid, saponin, polifenol, tannin, alkaloid dan triterpenoid. Etil asetat adalah pelarut yang memiliki toksisitas rendah, mudah diuapkan dan tidak higroskopis (Sarianggari, 2017).

4) N-heksana

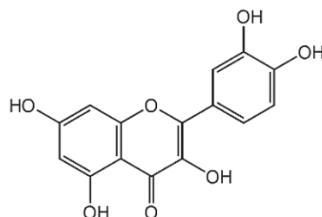
N-heksana memiliki nama lain metil n-butil metan, kaproil hidrida. Rumus molekulnya adalah C₆H₁₄. N-heksana merupakan pelarut tidak polar sehingga sering digunakan untuk mengambil senyawa-senyawa yang bersifat tidak polar dalam proses ekstraksi. N-heksana memiliki ikatan tunggal dan bersifat kovalen sehingga sering dipakai sebagai pelarut inert pada reaksi organik (Azkiyah, 2013).

3. Quercetin

Quercetin adalah golongan flavonoid yang paling banyak, jumlah quercetin dan glikosida berkisar 60-7-% dari flavonoid. Nama kimia quercetin adalah *1-(3,3-Dihydroxy-phenyl)-3,5,7-trihydroxy-4H-1-benzopryan-4-one*, berat molekulnya yaitu sebesar 302,2 dan tergolong senyawa polar tetapi kelarutannya dalam air rendah, quercetin lebih mudah larut dalam alkohol serta pelarut organik. Di alam biasanya quercetin berada dalam bentuk glikosida yaitu quercetin 3-rutinoside (rutin), quercetin 3-glikosida (isoquercetin), quercetin 3-rhamnoside (quersitrin) dan glikosida quersetin. Bentuk quercetian adalah serbuk hablur berwarna kuning pucat hingga kuning kehijauan pucat (Azhari, 2015).

Quercetin biasa dimanfaatkan untuk antioksidan, antiinflamasi, antikanker, menurunkan tekanan darah dan hepatoprotektor. Quercetin dapat menjadi antioksidan karena mempunyai gugus hidroksil yang mampu mendonorkan atom

hidrogen kepada senyawa radikal bebas dan dapat menstabilkan senyawa oksigen relatif. Quercetin mempunyai bioavailabilitas yang rendah karena kemampuan penyerapannya terbatas dan proses eliminasi yang begitu cepat (Cahyani, 2017).



Gambar 2.2 Struktur Quercetin

4. Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses penyarian zat-zat aktif yang berasal dari bahan alam. Ekstraksi umumnya dilakukan pada suhu yang mendekati titik didih dari pelarut yang digunakan. Berdasarkan ada atau tidaknya proses pemanasan, metode ekstraksi terbagi menjadi dua yaitu ekstraksi panas dan dingin. Metode ekstraksi dingin diantaranya adalah maserasi dan perkolasi. Sedangkan metode ekstraksi panas yaitu refluks dan soxhletasi. Prosedur metode maserasi dan perkolasi hampir sama karena dilakukan dengan cara merendam sampel pada suhu ruang, akan tetapi metode ini memiliki perbedaan yaitu jika maserasi dilakukan dengan cara merendam sampel selama beberapa hari kemudian disaring dan dilakukan remaserasi, sedangkan perkolasi dilakukan dengan cara merendam sampel

menggunakan pelarut, pelarut tersebut dialirkan secara terus menerus hingga warna pelarut tetap bening. Metode refluks dan soxhletasi dilakukan pemanasan sesuai dengan suhu pelarut yang digunakan. Penggunaan metode ini lebih susah dibandingkan metode ekstraksi dingin karena memerlukan alat yang lebih banyak. Selain itu, metode ini dapat merusak kandungan senyawa-senyawa pada sampel yang tidak tahan terhadap panas (Syarif, 2017).

Tujuan dari proses ekstraksi yaitu untuk memisahkan senyawa-senyawa yang terkandung pada bahan alam tersebut dengan menggunakan pelarut yang mampu untuk memisahkan senyawa tersebut. Hasil yang didapat dari proses ekstraksi adalah ekstrak. Metode ekstraksi yang digunakan pada panelitian ini adalah maserasi dan fraksinasi.

a. Maserasi

Maserasi merupakan proses pengekstrakan simplisia menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengadukan yang dibiarkan pada suhu ruang. Tujuan dari maserasi adalah untuk mengambil senyawa-senyawa yang terkandung pada simplisia yang tidak tahan pemanasan ataupun yang tahan pemanasan. Secara teknologi maserasi termasuk ekstraksi dengan prinsip metode pencapaian konsentrasi pada keseimbangan (Istiqomah, 2013). Maserasi berasal dari bahasa latin *macerare* yang artinya merendam. Maserasi merupakan metode ekstraksi yang

paling sederhana, hal ini karena hanya dilakukan dengan cara merendam serbuk sampel menggunakan pelarut kemudian didiamkan selama beberapa hari. Pelarut yang biasanya digunakan adalah air, etanol ataupun etanol-air. Meskipun metode ini dilakukan dengan cara yang sederhana, tetapi memiliki kekurangan yaitu prosesnya membutuhkan waktu lama dan penyarian kurang efektif. Selama proses maserasi harus sesekali dilakukan pengadukan, hal ini bertujuan untuk meratakan konsentrasi larutan dengan sampel. Metode maserasi lebih cocok digunakan untuk mengekstrak bahan alam karena menggunakan suhu dingin sehingga tidak akan merusak senyawa yang terkandung pada sampel (Pratiwi, 2017)

b. Fraksinasi

Prinsip proses fraksinasi yaitu mengambil senyawa yang terkandung pada ekstrak menggunakan dua pelarut berbeda kepolarnya. Pelarut yang biasanya digunakan untuk proses ini adalah etanol-air, etil asetat dan n-heksana. Kepolaran pelarut yang digunakan terdiri dari polar, semi polar dan non polar. Senyawa-senyawa target yang ingin dipisahkan akan larut berdasarkan kepolaran pelarutnya. Ekstrak awal adalah campuran dari beberapa senyawa, oleh karena itu pemisahan ekstrak awal dipisahkan dalam fraksi yang mempunyai polaritas dan ukuran molekul yang sama (Cahyani, 2018).

Fraksinasi menggunakan metode ekstraksi cair-cair dilakukan dengan menggunakan corong pisang. Ekstrak kasar dimasukkan ke dalam corong pisah kemudian ditambahkan pelarut berdasarkan urutan kepolarannya. Pemisahan senyawa target yang akan diambil dilakukan dengan menggojog-gojog corong pisah. Ekstraksi cair-cair digunakan ketika pemisahan campuran tidak dapat dilakukan dengan cara destilasi. Pelarut yang digunakan untuk proses ekstraksi cair-cair harus memenuhi beberapa kriteria, antara lain:

- 1) Memiliki kemampuan tinggi untuk melarutkan komponen senyawa terlarut di dalam campuran
- 2) Memiliki kemampuan tinggi untuk diambil kembali
- 3) Tidak dapat bereaksi dengan senyawa yang akan diambil
- 4) Pelarut dan sampel yang akan diekstraksi harus tidak mudah bercampur
- 5) Tidak beracun, tidak mudah terbakar dan relatif murah harganya

(Martunus & Helwani, 2007)

5. Metabolit sekunder

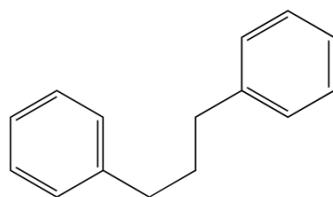
Pada tumbuhan terdapat dua jenis metabolit, yaitu primer dan sekunder. Metabolit primer berfungsi untuk proses fotosintesis dan respirasi, sedangkan metabolit sekunder

berfungsi untuk pertahanan tumbuhan. Metabolit sekunder tidak berperan langsung pada proses pertumbuhan, perkembangan, dan reproduksi (Nabillah & Chatri, 2024). Senyawa metabolit sekunder hanya diproduksi dengan jumlah yang sedikit dan tidak terus-menerus untuk pertahanan diri. Struktur senyawa metabolit sekunder bersifat kompleks dan sulit untuk disintesis (Tando, 2018). Senyawa-senyawa yang tergolong metaboli sekunder diantaranya adalah flavonoid, tanin, alkaloid, saponin, dan terpenoid. Untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tumbuhan dapat dilakukan dengan cara skrining (Nabillah & Chatri, 2024). Skrining metabolit sekunder yang dilakukan pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui kandungan senyawa flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, streroid, triterpenoid, dan fenolik pada sampel.

a. Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang banyak terdapat pada tumbuhan. Flavonoid masuk ke dalam golongan senyawa polifenol, yang bersifat polar. Struktur senyawa flavonoid terdiri dari 15 atom karbon, dengan dua cincin benzen yang terikat pada rantai propana sehingga membentuk susunan C6-C3-C6 (Noer et al., 2018). Flavonoid adalah golongan senyawa yang memiliki berat molekul rendah berbasis inti 2-fenil-kromon, yang diperoleh dari biosintesis dari turunan asam asetat atau

fenilalanin menggunakan jalur asam shikimat (Arifin & Ibrahim, 2018). Senyawa flavonoid dapat menjadi antioksidan dengan cara mendonorkan atom hidrogennya. Selain itu, flavonoid juga dapat menjadi antibakteri melalui proses penghambatan sintesis dinding sel bakteri (Permatasari, 2021).

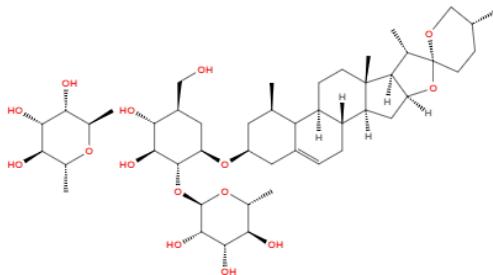


Gambar 2.3 Struktur dasar Flavonoid

b. Saponin

Saponin merupakan senyawa glikosida kompleks yang terdiri dari suatu senyawa hasil kondensasi gula dengan senyawa hidroksilorganik yang ketika dihidrolisis akan menghasilkan gula dan non gula. Saponin banyak ditemukan pada tumbuhan dan tergolong kedalam senyawa yang rumit serta memiliki berat molekul yang besar. Saponin sering juga disebut sebagai surfaktan alami hal ini karena molekul saponin mengandung bagian hidrofobik, yaitu tersusun dari kerangka triterpenoid serta bagian hidrofilik yang terdiri dari satu atau lebih rantai

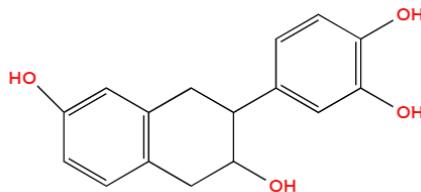
oligosakarida dan melekat pada aglikon (Bintoro et al., 2017).



Gambar 2.4 Struktur Saponin

c. Tanin

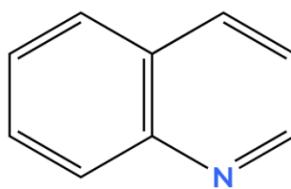
Tanin merupakan senyawa golongan polifenol yang banyak dijumpai pada tanaman. Pada golongan polifenol, tanin merupakan senyawa yang memiliki berat molekul sangat besar yaitu lebih dari 1000 g/mol. Struktur umum senyawa tanin terdiri dari cincin benzena (C6) yang berikatan dengan gugus hidroksil (-OH) (Noer et al., 2018). Senyawa tanin terbagi menjadi dua yaitu tanin terkondensasi dan yang mudah terhidrolisis. Tanin terkondensasi adalah polimer senyawa flavonoid yang memiliki ikatan karbon-karbon berupa gallocathecin dan cathecin. Sedangkan tanin yang mudah terhidrolisis merupakan polimer gallic dan ellagic acid yang berikatan ester dengan molekul gula (Hidayah, 2016).



Gambar 2.5 Struktur Tanin

d. Alkaloid

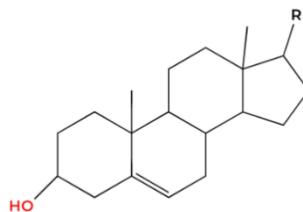
Alkaloid merupakan golongan senyawa organik yang banyak ditemukan di alam. Senyawa alkaloid bersifat basa dan mempunyai paling sedikit satu atom nitrogen, pada sebagian besar atom nitrogen merupakan bagian dari cincin heterosiklik (Rahmawati, 2015). Secara biosintesis, alkaloid merupakan turunan dari asam amino. Alkaloid mulanya berasal dari kata “alkalin” artinya basa yang larut dalam air (Apriyani, 2021). Senyawa alkaloid adalah senyawa tanpa warna, bersifat optis aktif, kebanyakan berbentuk kristal dan hanya sedikit yang berupa cairan (Khotimah, 2016). Alkaloid disebut bersifat optis aktif karena pada struktur terdapat atom karbon (C) yang mengikat empat gugus berbeda (Suryelita, 2016).



Gambar 2.6 Struktur Alkaloid (Quinoline)

e. Steroid

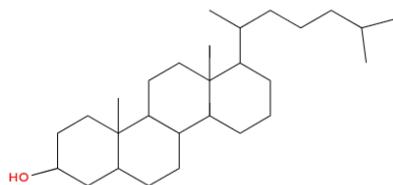
Steroid adalah senyawa golongan lipid yang diturunkan dari senyawa jenuh yaitu siklopantanoperhidrofenantrena. Struktur senyawa ini mempunyai inti dengan tiga cincin sikloheksana dan satu cincin siklopentana yang terdapat pada ujung cincin sikloheksana tersebut (Anam, 2015). Senyawa steroid terdiri dari isoprene dari rantau panjang hidrokarbon yang mengakibatkan senyawa ini bersifat non polar. Beberapa senyawa steroid ada yang memiliki gugus -OH biasanya disebut dengan sterol, senyawa inilah yang bersifat polar. Pengujian golongan senyawa steroid dapat dilakukan menggunakan reagen Liebermann-Burchard yang menghasilkan warna biru hijau (Sholikhah, 2016).



Gambar 2.7 Struktur inti Steroid

f. Triterpenoid

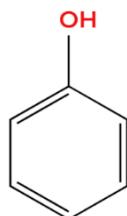
Triterpenoid adalah metabolit sekunder golongan besar senyawa terpenoid yang mempunyai kerangka karbon tersusun dari enam satuan isoprena serta secara biosintesis diturunkan dari hidrokarbon C₃₀ asiklik yaitu skualena (Khowas, 2021). Senyawa triterpenoid memiliki struktur siklik yang kebanyakan berupa aldehid, alkohol, atau sama karboksilat. Senyawa ini banyak ditemukan pada tumbuhan berbiji dan sebagai glikosida. Pengujian golongan triterpenoid dibuktikan dengan terbentuknya cincin kecoklatan pada saat ditambahkan pereaksi Liebermann-Burchard (Sholikhah, 2016).



Gambar 2.8 Struktur Triterpenoid

g. Fenolik

Senyawa fenolik merupakan metabolit sekunder dari suatu tanaman dengan berkombinasi antara mono dan polisakarida yang berikatan oleh satu atau lebih gugus fenolik. Senyawa fenolik adalah senyawa aromatik, strukturnya diturunkan dari benzena (Mahardani & Yuanita, 2021). Senyawa fenolik lebih mudah larut dalam air karena umumnya akan berikatan dengan gula sebagai glikosida (Apriyani, 2021). Senyawa induk dari fenolik adalah fenol. Senyawa fenol merupakan senyawa yang mempunyai satu atau lebih gugus hidroksil (OH) yang terikat langsung pada cincin aromatik (Prasiddha et al., 2016).



Gambar 2.9 Struktur Fenol

6. Metode Pengujian Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menunda atau mencegah terjadinya reaksi antioksidasi radikal bebas pada oksidasi lipid. Antioksidan mampu menetralkan radikal bebas dengan cara mendonorkan elektron tanpa harus

menganggu fungsinya. Antioksidan disebut juga sebagai elektron donor atau reduktor. Senyawa antioksidan dapat menghambat berkembangnya radikal oksidasi dengan cara mencegah pembentukan radikal bebas (Wulandari, 2021). Radikal bebas merupakan suatu molekul atau atom yang mempunyai satu atau lebih pasangan elektron bebas pada garis orbital terluas. Reaktifitas radikal bebas yang tinggi dapat bereaksi dengan DNA, protein, lipid dan karbohidrat yang menyebabkan perubahan fungsi sel dan struktur.

Antioksidan dapat bersumber dari antioksidan alami dan antioksidan sintesis. Antioksidan alami dapat berasal dari Vitamin A, E dan C, senyawa fenolik dan polifenolik seperti golongan flavonoid. Sedangkan antioksidan sintesi dapat dibuat dengan bahan seperti butil hidroksil toluene (BHT), tert-butil hidroksil quinon (TBHQ), butil hidroksil anisol (BHA) dan propil galat (Agustina, 2020). Mekanisme penghambatan oksidasi yang dilakukan oleh antioksidan dapat berupa empat macam mekanisme reaksi yaitu melalui pelepasan elektron dari antioksidan ke radikal bebas, adisi lemak ke dalam cincin aromatik pada antioksidan, pelepasan hidrogen dari antioksidan ke radikal bebas dan pembentukan senyawa kompleks antara cincin aromatik dengan lemak dari antioksidan (Khairunnisa, 2017).

Beberapa metode pengujian antioksidan yang dapat dilakukan yaitu sebagai berikut:

a. DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*)

Metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*) merupakan salah satu metode pengukuran antioksidan yang sederhana, cepat serta tidak membutuhkan banyak reagen. Hasil pengukuran antioksidan dengan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*) menunjukkan kemampuan antioksidan secara umum bukan berdasarkan jenis radikal yang dapat dihambat (Matheos et al., 2014). Prinsip metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*) yaitu melihat perubahan warna yang terjadi, dimana semula larutan berwarna ungu pekat menjadi kuning pucat karena adanya aktivitas sampel yang mengandung antioksidan sehingga mampu menangkap radikal bebas. Perubahan warna yang semakin pudar dapat dilakukan dengan uji kualitatif menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan dinilai absorbansinya. Absorbansi yang baik untuk larutan DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*) yaitu jika kurang dari satu. Pengukuran tinggi rendahnya aktivitas antioksidan dilihat berdasarkan nilai IC_{50} . Semakin kecil nilai IC_{50} menunjukkan bahwa semakin tinggi aktivitas antioksidan pada sampel (Yuhernita & Juniarti, 2011).

b. FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*)

Metode FRAP merupakan salah satu metode pengujian antioksidan yang terdapat pada tumbuhan. Prinsip metode ini adalah terjadi reaksi reduksi analog

ferroin. Reaksi reduksi berlangsung dalam suasana asam terhadap senyawa kompleks Fe^{3+} yang semula berwarna kuning kemudian berubah menjadi senyawa kompleks Fe^{2+} berwarna hijau kebiruan, perubahan warna ini terjadi karena antioksidan mendonorkan elektronnya. Proses pengujian menggunakan metode FRAP berlangsung secara singkat, olehkarena itu hasil dapat diperoleh secara cepat. Hasil serapan senyawa kompleks yang terbentuk diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimal 700 nm. Mekanisme kerja dari metode FRAP yaitu menginaktivasi adanya radikal bebas dengan cara transfer elektron. Rentang konsentrasi standar pengujian menggunakan metode ini disesuaikan dengan reaktivitas daya reduksi setiap standar terhadap Fe^{3+} yang umumnya berbeda-beda serta berdasarkan batas nilai serapan minimum dan maksimum dari sampel yang terbaca secara akurat dan presisi oleh spektrofotometer UV-Vis (Maesaroh, 2018).

c. FIC (*Ferrous Ion Chelating*)

Metode FIC merupakan metode dengan reaksi kelat atau pembentukan senyawa kompleks. Rentang konsentrasi standar untuk reaktivitas daya kelat setiap standar terhadap Fe^{3+} biasanya berbeda-beda dan harus disesuaikan oleh nilai batas serapan minimum serta maksimum dari hasil pengujian sampel yang terbaca

secara akurat dan presisi pada spektrofotometer. Metode FIC melakukan pengukuran suatu kemampuan senyawa antioksidan dilakukan yang bersaing dengan ferrozine dan membentuk kelat dengan ion besi. Suatu ekstrak sampel yang mempunyai kemampuan *chelating* logam dapat menangkan ion besi sebelum pembentukan kompleks. Bahan alam yang dapat dilakukan pengujian antioksidan menggunakan metode FIC haruslah memiliki kandungan senyawa fenol dan flavonoid, hal ini karena kedua senyawa tersebut dapat mengkelat logam Fe^{3+} . Pengkelatan adalah proses pengikatan logam besi dengan ligan yang mengikatnya pada dua atau lebih posisi ikatan (Afgatiani et al., 2020).

d. ABTS (*2,2-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfonat*)

Prinsip pengujian antioksidan menggunakan metode ABTS adalah mengetahui kemampuan antioksidan untuk dapat menstabilkan radikal bebas yang dilihat dari perubahan warna. Radikal kation ABTS⁺ yang semula berwarna biru kehijauan akan tereduksi oleh antioksidan sehingga membentuk non radikal yang tidak berwarna. Pengukuran kemampuan antioksidan untuk dapat mereduksi ABTS diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 734 nm (Theafelicia & Wulan, 2023). ABTS merupakan radikal yang atom pusatnya adalah nitrogen dan mempunyai karakteristik

warna biru kehijauan. Proses produksi ABTS dilakukan melalui oksidasi kalium persulfat ($K_2S_2O_8$) sebelum penambahan antioksidan (Saputri et al., 2020). Kelebihan menggunakan metode ABTS dibandingkan metode-metode lainnya yaitu dapat bekerja pada rentang pH yang tidak terbatas, reaksi berlangsung secara cepat, dan bisa digunakan untuk sistem air dan organik. Akan tetapi, metode ini juga memiliki kekurangan yaitu sangat sensitif terhadap cahaya dan membutuhkan waktu inkubasi yang lama (Theafelicia & Wulan, 2023).

e. TBA (*Thiobarbituric Acid*)

Metode TBA merupakan salah satu metode pengujian antioksidan yang berbasis lemak. Pengujian menggunakan metode TBA dilakukan dengan cara mengukur absorbansi dari senyawa kompleks yang terbentuk dari adanya reaksi antara TBA dan asam melanodialdehid (MDA), pengukuran dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 530 nm. Senyawa kompleks yang terbentuk menghasilkan warna merah muda. Metode TBA merupakan lanjutan dari metode FIC, pada metode FIC dilakukan pengukuran jumlah peroksida pada tahap awal peroksida lipid, kemudia pada metode TBA dilakukan pengukuran peroksida pada tahap kedua peroksida lipid dan radikal bebas setelah terjadi oksidasi peroksida. Metode TBA memiliki kekurangan yaitu hanya

dapat menunjukkan persen penghambatan peroksida, metode ini tidak dapat menunjukkan konsentrasi yang paling efektif dari variasi konsentrasi sampel yang diujikan (Mau, 2021).

7. *Sun Protection Factor (SPF)*

Efektifitas tabir surya untuk melindungi kulit dari paparan sinar ultraviolet ditunjukkan berdasarkan nilai SPF (*Sun Protection Factor*). Semakin tinggi nilai SPF, maka semakin efektif untuk melindungi kulit dari paparan sinar ultraviolet (Wiraningtyas et al., 2019). SPF merupakan jumlah energi yang dibutuhkan untuk dapat mencapai MED (*Minimal Erythema Dose*) pada kulit yang terlindungi oleh pemakaian tabir surya, dengan jumlah energi UV yang dibutuhkan untuk mencapai MED pada kulit yang tidak menggunakan tabir surya. MED merupakan jangka waktu terendah dari sinar UV yang diperlukan untuk terjadi proses *erythema* (Sari & Fitrianingsih, 2020). Nilai SPF dapat diukur menggunakan metode secara *in vitro*. Metode *in vitro* terbagi menjadi dua tipe, yang pertama yaitu mengukur nilai serapan UV melalui lapisan produk tabir surya pada media perantara, contohnya seperti biomembran dan plat kuarsa. Tipe kedua adalah menentukan karakteristik serapan dari tabir surya dengan cara menganalisis larutan hasil pengenceran dari sampel tabir surya (Nugroho et al., 2022).

Perhitungan nilai SPF dilakukan menggunakan persamaan 2.1.

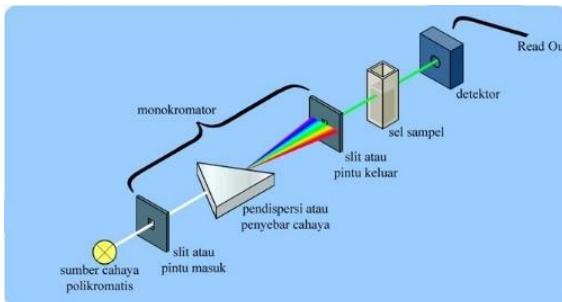
$$SPF = \sum_{290}^{320} [EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs] \times CF \quad (2.1)$$

Tabel 2.2 Kategori proteksi nilai SPF (Widyawati et al., 2019)

Nilai SPF	Kategori Proteksi SPF
2-4	Minimal
4-6	Sedang
6-8	Ekstra
8-15	Maksimal
≥ 15	Ultra

8. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis adalah salah satu jenis spektroskopi yang sering digunakan pada analisis kimia dan biologi. Penggunaan spektrofotometer ini didasarkan dengan adanya interaksi materi dengan radiasi elektromagnetik. Spektrofotometer merupakan alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer akan menghasilkan sinar yang berasal dari spektrum pada panjang gelombang tertentu, sedangkan fotometer berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan dan diemisikan dari panjang gelombang (Syarif, 2017).



Gambar 2.10 Prinsip kerja spektrofotometer (Firgiansyah, 2016)

Prinsip kerja spektrofotometer UV-Vis yaitu adanya penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu dari setiap sampel yang diujikan. Setiap sampel memiliki panjang gelombang khas yang berbeda-beda. Panjang gelombang dengan absorbansi tertinggi dipakai untuk mengukur sampel yang akan diujikan. Kadar zat berbanding lurus dengan banyaknya cahaya yang diabsorbsi (Helwandi, 2016). Cara kerja alat spektrofotometer yaitu cahaya yang datang adalah sinar polikromatis yang akan dilewatkan melalui monokromator sehingga berubah menjadi sinar monokromatis, sinar ini kemudian diteruskan melalui sel yang berisi sampel. Sebagian dari sinar ini akan merubah energi cahaya menjadi energi listrik yang berfungsi untuk memberikan sinyal pada detektor sehingga dapat menghasilkan nilai serapan (absorbansi) dari suatu sampel yang dianalisis (Miarti, 2022).

Penggunaan Spektrofotometer UV-Vis dapat digunakan untuk sampel berbentuk gas, larutan dan uap. Sampel berwarna yang akan dilakukan pengujian harus diubah menjadi larutan jernih terlebih dahulu. Terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi apabila ingin melakukan pengujian sampel larutan, yaitu:

- a. Pelarutan sampel dilakukan sampai homogen
- b. Pelarut yang digunakan tidak boleh memiliki struktur molekul berikatan rangkap terkonjugasi dan tidak boleh berwarna
- c. Memiliki kemurnian yang tinggi
- d. Tidak menyebabkan interaksi dengan senyawa molekul yang akan dianalisis

(Abrasyi, 2022)

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian ini mengacu pada beberapa jurnal ilmiah dan skripsi yang sudah melakukan penelitian mengenai uji antioksidan dan *Sun Protection Factor* (SPF) ekstrak serta fraksi daun jambu kristal (*Psidium guajava* L. ‘Kristal’) secara *in vitro*.

1. Syarif (2017) melakukan penelitian mengenai uji potensi tabir surya menggunakan ekstrak etanol daun jambu biji putih (*Psidium guajava* L.) Berdasarkan hasil pengujian,

pada konsentrasi 250 ppm merupakan konsentrasi yang memiliki nilai SPF terbaik yaitu 104,24 dengan kategori proteksi ultra.

2. Furi et al (2019) melakukan penelitian uji aktivitas tabir surya dengan membandingkan daging buah jambu biji merah dan daging buah jambu biji putih. Berdasarkan pengujian, nilai SPF paling tinggi diperoleh dari konsentrasi 250 ppm yaitu pada daging jambu biji merah adalah 8,228 kategori proteksi maksimal dan daging jambu biji putih 8,945 kategori proteksi maksimal. Proses ekstraksi pada penelitian ini dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol. Hasil ekstrak dan rendemen daging jambu biji merah lebih sedikit dibandingkan daging jambu biji putih. Ekstrak yang diperoleh dari daging jambu biji merah sebanyak 14,1885g dan rendemen sebesar 15,765% sedangkan ekstrak daging jambu biji putih 16,345 g dengan rendemen 18,2%.
3. Amsiyah & Mardiyanti (2021) melakukan penelitian mengenai perhitungan nilai *Sun Protection Factor* (SPF) dari ekstrak etanol daun jambu biji putih (*Psidium guajava* L.) dan ekstrak etanol daun jambu biji putih yang dijadikan sebagai lotion. Berdasarkan hasil pengujian, nilai SPF yang paling besar yaitu pada konsentrasi 250 ppm. Nilai SPF ekstrak etanol daun jambu biji putih (*Psidium guajava* L.) yaitu 15,17 kategori proteksi ultra. Sedangkan lotion

dari ekstrak etanol daun jambu biji putih menghasilkan nilai SPF sebesar 13,31 kategori proteksi maksimal.

4. Salsabila et al (2021) melakukan penelitian tentang perhitungan nilai *Sun Protection Factor* (SPF) lotion yang terbuat dari ekstrak etanol daun jambu air (*Syzygium aqueum*). Pengambilan ekstrak daun jambu air dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, nilai SPF yang diperoleh dari ekstrak daun jambu air pada konsentrasi 1000 ppm yaitu 35,56 kategori proteksi ultra, sedangkan nilai SPF lotion ekstrak daun jambu air 1000 ppm adalah 8,46 kategori proteksi maksimal.
5. Bintarti (2019) melakukan penelitian mengenai kemampuan daun jambu biji (*Psidium guajava* L.) sebagai antioksidan. Pengujian ini dilakukan menggunakan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*). Sampel daun jambu kristal dilakukan proses ekstraksi menggunakan etanol kemudian difraksinasi menggunakan n-heksana, etil asetat dan etanol air. Berdasarkan pengujian perbandingan pelarut, hasil IC₅₀ aktivitas antioksidan paling baik diperoleh dari ekstrak etanol dan fraksi air. Nilai IC₅₀ ekstrak etanol adalah 42,06 $\mu\text{g}/\text{ml}$ dan fraksi etanol-air 49,4 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Sedangkan nilai IC₅₀ fraksi n-heksana yaitu 58,15 $\mu\text{g}/\text{ml}$ dan fraksi etil asetat 51,60 $\mu\text{g}/\text{ml}$.

6. Larasati et al (2023) juga melakukan uji aktivitas antioksidan dari hasil ekstrak etanol dan fraksinasi menggunakan tiga pelarut yang berbeda kepolarannya sama seperti penelitian Bintarti (2019). Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit jambu biji Australia (*Psidium guajava* L.) Hasil ekstraksi menggunakan etanol difraksinasi menggunakan n-heksana, etil asetat dan air kemudian diujikan menggunakan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*). Berdasarkan nilai IC₅₀ yang diperoleh, fraksi air dari ekstrak adalah kulit jambu biji Australia (*Psidium guajava* L.) memiliki aktivitas antioksidan paling baik dengan nilai IC₅₀ 3,312 µg/ml. Nilai IC₅₀ dari ekstrak etanol adalah 4,406 µg/ml sedangkan untuk fraksi n-heksana yaitu 4,313 µg/ml dan fraksi etil asetat 3,812 µg/ml.
7. Tefi (2023) melakukan penelitian efektivitas daun jambu biji putih (*Psidium guajava* L.) sebagai antioksidan. Daun jambu biji putih diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol. Hasil ekstrak kemudian dilakukan pengujian menggunakan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*). Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, nilai IC₅₀ dari ekstrak daun jambu biji putih yaitu 45,58 µg/ml, hal ini menunjukkan bahwa

antioksidan dari daun jambu biji putih tergolong antioksidan yang kuat.

8. Putri et al (2022) melakukan pengujian perbandingan efektivitas antioksidan dari ekstrak etanol dan krim *body scrub* ekstrak etanol dari daun jambu biji (*Psidium guajava* L.). Pengujian dilakukan dengan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*). Berdasarkan pengujian yang dilakukan, krim *body scrub* dari ekstrak etanol menghasilkan nilai IC_{50} 125,84 $\mu\text{g}/\text{ml}$, sedangkan ekstrak etanol yang tidak dijadikan *body scrub* nilai IC_{50} yaitu 32,33 $\mu\text{g}/\text{ml}$.

C. Hipotesis

Pada penelitian ini, hipotesis yang diajukan yaitu terdapat kandungan senyawa flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, fenolik, steroid, triterpenoid pada ekstrak etanol, fraksi n-heksana, fraksi etil asetat serta fraksi etanol-air dari daun jambu kristal (*Psidium guajava* L. ‘Kristal’) sehingga memiliki potensi antioksidan dan *Sun Protection Factor* (SPF) sebagai tabir surya.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Adapun waktu pelaksanaan penelitian dimulai sejak tanggal 03 Oktober 2024 hingga 06 Desember 2024. Tempat penelitian yaitu di Laboratorium Kimia Dasar, Kimia Fisika dan Kimia Analitik Fakultas Sains dan Teknologi.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis (Orion Aquamate 8000), oven (Memmert), timbangan analitik (AND HR-200), bejana maserasi, Beaker glass (Iwaki), batang pengaduk (Iwaki), spatula, rotary evaporator (IKA HB 10 Basic), blender (Philips), ayakan mesh no 60, gelas ukur (Pyrex), corong pisah (Pyrex), pipet tetes (Pyrex), corong (Iwaki), tabung reaksi (Pyrex), kaki tiga, kawat kasa, bunsen, Erlenmeyer (Iwaki), labu ukur (Iwaki), cawan porselin (Pyrex), desikator (Duran), botol vial.

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu daun jambu kristal, etanol 96% (Merck), etil asetat (Merck), aquadest (Merck), n-heksana (Merck), HCl pekat (Merck),

kertas saring, FeCl_3 1% (Merck), asam asetat anhidrat (Merck), asam sulfat pekat (Merck), DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*) (Merck), quercetin (Merck), pereaksi dragendroff (Merck), pereaksi wagner (Merck), pereaksi mayer (Merck), plastik warpping, kloroform pekat (Merck), ammonia pekat (Merck), alumunium foil, pereaksi Liebermann-Burchard (Merck).

C. Prosedur Kerja

1. Preparasi Sampel

Preparasi sampel dilakukan dengan cara mengambil daun jambu kristal secara acak pada pohonnya. Sampel daun jambu kristal diperoleh dari kampung jambu kristal Wates, Kecamatan Ngaliyan. Sampel daun jambu kristal dipisahkan dari tulang daunnya dan dipotong kecil-kecil, kemudian dicuci menggunakan akuades lalu di angin-anginkan selama 2 hari. Setelah 2 hari, daun di blender agar menjadi serbuk kemudian diayak menggunakan ayakan mesh no.60 untuk memperoleh ukuran serbuk yang seragam. Pengeringan selanjutnya dilakukan dengan cara mengoven serbuk sampel pada suhu 60°C selama 24 jam (Agustina et al., 2018).

2. Uji Kadar Air

Metode yang digunakan untuk penentuan kadar air adalah gravimetri. Cawan porselin kosong dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit, kemudian

dimasukkan dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang. Sebanyak 5 g serbuk daun jambu kristal dimasukkan ke dalam cawan porselin yang sudah diketahui beratnya lalu di oven selama 30 menit. Setelah di oven, cawan porselin berisi sampel dimasukkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Perlakuan yang sama dilakukan berulang kali hingga diperoleh bobot konstan (Fitriyah et al., 2022). Perhitungan kadar air dilakukan menggunakan persamaan 3.1.

$$\% \text{Kadar air} = \frac{[(\text{Berat cawan} + \text{sampel awal}) - (\text{Berat cawan} + \text{sampel kering})]}{[(\text{Berat cawan} + \text{sampel awal}) - (\text{Berat cawan tanpa sampel})]} \times 100\% \quad (3.1)$$

3. Ekstraksi Sampel

Metode yang digunakan untuk proses ekstraksi adalah maserasi. Merasasi dilakukan dengan cara menimbang serbuk daun jambu kristal sebanyak 250 g lalu dimasukkan ke dalam bejana maserasi, kemudian ditambahkan 1.000 mL etanol 96%. Wadah maserasi ditutup rapat lalu didiamkan selama 3 hari dan diaduk setiap 12 jam sekali. Setelah 3 hari, dilakukan penyaringan untuk memisahkan filtrat dan residunya. Residu hasil penyaringan kembali direndam dengan etanol 96% sebanyak 750 mL, kemudian didiamkan selama 2 hari dan diaduk setiap 12 jam sekali. Filtrat yang diperoleh dari hasil maserasi 3 hari dan 2 hari digabungkan kemudian disaring kembali untuk memisahkan dari zat-zat pengotor. Filtrat hasil penyaringan

kemudian dievaporasi pada suhu 50°C untuk menguapkan pelarut sehingga diperoleh ekstrak kental daun jambu kristal (EJK) (Aponno et al., 2014). Perhitungan rendemen ekstrak dihitung menggunakan persamaan 3.2.

$$\% \text{Rendemen ekstrak} = \frac{\text{Berat ekstrak yang diperoleh}}{\text{Berat sampel awal}} \times 100\% \quad (3.2)$$

4. Fraksinasi

Fraksinasi merupakan teknik pemisahan suatu senyawa berdasarkan kepolarnya. Proses fraksinasi dilakukan dengan metode ekstraksi cair-cair menggunakan corong pisah. Pelarut yang digunakan pada proses ini adalah pelarut polar, semi polar dan non polar. Pelarut polar yang digunakan adalah etanol-air (1:1), pelarut semi polar adalah etil asetat dan pelarut non polar yaitu n-heksana. Proses penambahan pelarut saat fraksinasi diurutkan berdasarkan kepolarnya.

Sebanyak 15 g EJK dilarutkan menggunakan 100 mL etanol 96% kemudian dimasukkan dalam corong pisah. Proses fraksinasi dilakukan secara bertahap dengan cara memasukkan 100 mL pelarut n-heksana sebanyak 14 kali ke dalam corong pisah kemudian dikocok dan didiamkan hingga membentuk dua lapisan. Lapisan atas merupakan n-heksana sedangkan lapisan bawah yaitu etanol. Lapisan yang berisi n-heksana diambil, sehingga yang tersisa di

corong pisah hanya etanol. Setelah pelarut n-heksana, kemudian dimasukkan 100 mL akuades dan 100 mL etil asetat sebanyak 7 kali ke dalam corong pisah dan dikocok lalu didiamkan hingga terbentuk dua lapisan. Lapisan atas adalah etil asetat dan lapisan bawah yaitu etanol-air. Larutan yang berisi etil asetat diambil, sehingga yang tersisa pada corong pisah adalah larutan etanol-air. Ekstrak hasil fraksinasi n-heksana (FNH) dievaporasi pada 50°C, sedangkan untuk ekstrak hasil fraksi etil asetat (FE) dan fraksi etanol-air (FEA) dievaporasi pada suhu 55°C. Proses evaporasi dilakukan dengan tujuan menguapkan pelarut sehingga diperoleh ekstrak FNH, FE, dan FEA kental (Rahmadani, 2021).

5. Uji Fitokimia

Uji fitokimia merupakan pengujian kualitatif yang bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa yang terdapat pada sampel (Ulfa et al., 2022). Pengujian fitokimia pada sampel daun jambu kristal bertujuan untuk mengetahui apakah pada sampel tersebut terdapat kandungan senyawa flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, steroid, triterpenoid dan fenolik, sehingga dapat dimanfaatkan untuk pembuatan tabir surya dan antioksidan. Sampel yang diujikan adalah ekstrak hasil maserasi dan fraksinasi.

a. Uji Kandungan Flavonoid

Sebanyak 1 mL sampel (EJK, FNH, FE, dan FEA) dimasukkan dalam tabung reaksi lalu ditambahkan 0,1 g serbuk Mg dan 5 tetes HCl pekat lalu di homogenkan (Fajriyani et al., 2022). Kemudian larutan pada tabung reaksi dipanaskan selama 10-15 menit dan diamati perubahannya (Muthmainnah, 2017). Hasil positif mengandung flavonoid ditunjukkan dengan perubahan larutan menjadi berwarna merah atau kuning.

b. Uji Kandungan Saponin

Sebanyak 1 mL sampel (EJK, FNH, FE, dan FEA) dimasukkan dalam tabung reaksi lalu ditambahkan 5 mL akuades hangat, kemudian larutan dikocok dan diamati busa yang terbentuk. Apabila saat pengocokan busa tidak hilang (buih yang stabil) selama 5 menit dengan tinggi 1-10 cm maka menunjukkan hasil positif adanya kandungan saponin (Kirana et al., 2019).

c. Uji Kandungan Tanin

Sebanyak 1 mL sampel (EJK, FNH, FE, dan FEA) dimasukkan dalam tabung reaksi dan ditambahkan 1 mL larutan FeCl_3 1% dan diamati perubahannya. Apabila warna larutan berubah menjadi berwarna hijau kehitaman maka menunjukkan hasil positif adanya kandungan tanin (Fajriyani et al., 2022).

d. Uji Kandungan Alkaloid

Sebanyak 1 mL sampel (EJK, FNH, FE, dan FEA) dimasukkan dalam tabueng reaksi kemudian ditambahkan 5 mL ammonia pekat, 5 mL kloroform pekat dan 10 tetes asam sulfat pekat. Larutan dikocok dan didiamkan hingga membentuk dua lapisan, lapisan atas kemudian diambil dan dibagi ke dalam tiga tabung reaksi. Tabung 1 ditambahkan 3 tetes pereaksi Dragendroff, tabung 2 ditambahkan 3 tetes pereaksi Wagner, dan tabung 3 ditambahkan 3 tetes pereaksi Mayer. Hasil positif terdapat kandungan alkaloid ditunjukkan dengan terbentuknya endapan, reaksi dengan pereaksi Dragendroff membentuk endapan merah jingga, reaksi dengan pereaksi Wagner membentuk endapan merah kecoklatan dan reaksi dengan pereaksi Mayer membentuk endapan putih (Qurrota & Laily, 2011).

e. Uji Kandungan Fenolik

Sebanyak 1 mL sampel (EJK, FNH, FE, dan FEA) dimasukkan dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 3 tetes larutan FeCl_3 1% dan diamati perubahannya. Apabila warna larutan berubah menjadi berwarna hitam atau biru tua maka menunjukkan hasil positif adanya kandungan fenolik (Suwarna, 2020).

f. Uji Kandungan Steroid

Sebanyak 1 mL sampel (EJK, FNH, FE, dan FEA) dimasukkan dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 1 mL kloroform pekat, 5 tetes asam sulfat pekat, dan 5 tetes asam asetat anhidrat kemudian diamati perubahannya. Hasil positif mengandung steroid ditandai dengan terbentuknya cincin berwarna biru atau hijau pada larutan (Larasati et al., 2023).

g. Uji Kandungan Triterpenoid

Sebanyak 1 mL sampel (EJK, FNH, FE, dan FEA) dimasukkan dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 10 tetes pereaksi Liebermann-Burchard dan diamati perubahannya. Hasil positif mengandung triterpenoid ditandai dengan berbentuknya cincin merah atau coklat (Larasati et al., 2023).

6. Uji Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*). Metode DPPH adalah metode pengukuran antioksidan yang paling sederhana, cepat dan tidak membutuhkan banyak reagen.

a. Pembuatan Larutan Induk DPPH

Sebanyak 10 mg DPPH ditimbang kemudian dimasukkan dalam labu ukur 100 mL yang telah ditutup dengan alumunium foil, ditambahkan etanol 96% hingga tanda batas dan dihomogenkan, sehingga diperoleh larutan

DPPH 100 ppm. Larutan di inkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C lalu diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400-800 nm untuk memperoleh panjang gelombang maksimum (Larasati et al., 2023).

b. Pembuatan Blanko

Sebanyak 2 mL larutan DPPH 100 ppm dimasukkan ke dalam botol vial gelap, kemudian ditambahkan 3 mL etanol 96%. Larutan di inkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C lalu diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum (Wulandari, 2021).

c. Pembuatan Standar Quercetin

Sebanyak 10 mg quercetin dimasukkan dalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan etanol 96% hingga tanda batas dan dihomogenkan, sehingga diperoleh larutan standar quercetin 100 ppm. Larutan induk 100 ppm diencerkan menjadi beberapa variasi konsentrasi larutan yaitu 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm, untuk membuat variasi konsentrasi larutan tersebut diambil 0,25 ; 0,5 ; 0,75 ; 1 dan 1,25 mL dari larutan konsentrasi 100 ppm, dimasukkan dalam labu ukur 25 mL lalu ditambah etanol 96% hingga tanda batas dan dihomogenkan. Masing-masing variasi konsentrasi larutan diambil sebanyak 3 mL dan ditambah 2 mL larutan DPPH 100 ppm, kemudian di inkubasi

selama 30 menit pada suhu 37°C lalu diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum (Andriani & Murtisiwi, 2020). Perhitungan %inhibisi dihitung menggunakan persamaan 3.3, sedangkan untuk menghitung nilai IC₅₀ dihitung menggunakan persamaan 3.4.

d. Uji Aktivitas Antioksidan

Sebanyak 10 mg sampel (EJK, FE, dan FEA) dimasukkan dalam labu ukur 100 mL, kemudian ditambahkan etanol 96% hingga tanda batas dan dihomogenkan, sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 100 ppm. Larutan induk 100 ppm diencerkan menjadi beberapa variasi konsentrasi, untuk sampel EJK dan FE yaitu 5, 10, 15, 20 dan 25 ppm, dengan cara mengambil 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 dan 2,5 mL dari larutan induk 100 ppm. Sedangkan untuk sampel FEA yaitu 10, 15, 20, 25, dan 30 ppm, dengan cara mengambil 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 dan 3 mL dari larutan induk 100 ppm. Kemudian untuk sampel FNH ditimbang sebanyak 100 mg lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan etanol 96% hingga tanda batas dan dihomogenkan, sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 1000 ppm. Larutan kemudian diencerkan menjadi beberapa variasi konsentrasi yaitu 50, 100, 150, 200 dan 250 ppm, dengan cara mengambil 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 dan 2,5 mL dari larutan induk 1000 ppm. Larutan

dimasukkan dalam labu ukur 10 mL dan ditambahkan etanol 96% hingga tanda batas lalu dihomogenkan (Nurhasnawati et al., 2017).

Masing-masing variasi konsentrasi larutan diambil sebanyak 3 mL lalu ditambah 2 mL larutan DPPH 100 ppm. Larutan di inkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C lalu diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Efektivitas sampel sebagai antioksidan dilihat berdasarkan penurunan DPPH. Nilai serapan DPPH sebelum dan sesudah penambahan sampel dihitung menggunakan persen (%) inhibisi. Perhitungan dilakukan menggunakan persamaan 3.3.

$$\% \text{Inhibisi} = \frac{\text{Abs blanko} - \text{Abs sampel}}{\text{Abs blanko}} \times 100\% \quad (3.3)$$

Keterangan:

Abs blanko : Absorbansi DPPH tidak mengandung sampel

Abs sampel : Absorbansi DPPH mengandung sampel

Kemudian dihitung keefektifan sampel sebagai antioksidan melalui perhitungan harga *Inhibition Concentration 50%* (IC₅₀). Perhitungan dilakukan menggunakan persamaan 3.4.

$$\text{IC}_{50} = ax + b \quad (3.4)$$

Keterangan:

a : Absortifitas

b : Tebal kuvet

x : Konsentrasi

7. Uji Aktivitas *Sun Protection Factor (SPF)*

Pengujian aktivitas tabir surya dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan sampel dalam menangkal sinar ultraviolet B. Sebanyak 100 mg sampel (EJK, FNH, FET, dan FEA) dimasukkan dalam labu ukur 100 mL, kemudian ditambahkan etanol 96% hingga tanda batas dan dihomogenkan, sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 1000 ppm. Larutan induk 1000 ppm diencerkan menjadi beberapa variasi konsentrasi yaitu 50, 100, 150, 200, dan 250 ppm, dengan cara mengambil 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 dan 2,5 mL dari larutan induk 1000 ppm. Larutan dimasukkan dalam labu ukur 10 mL dan ditambahkan etanol 96% hingga tanda batas lalu dihomogenkan. Selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 290-320 nm (Amsiyah & Mardiyanti, 2021). Nilai SPF UV B dihitung menggunakan persamaan 3.5.

$$SPF = \sum_{290}^{320} [EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs] \times CF \quad (3.5)$$

Keterangan:

EE : Spektrum efek eritemal

I : Intensitas spektrum sinar

Abs : Absorbansi

CF = *Correction Factor* (nilai 10)

Table 3.1 Nilai EE x I pada panjang gelombang 290–320 nm
(Nugraheni et al., 2021)

Panjang gelombang (nm)	EE x I
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0839
320	0,0180
Total	1

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah daun jambu kristal. Sampel diperoleh dari kampung jambu kristal Wates, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang. Tulang daun jambu kristal dipisahkan terlebih dahulu, kemudian daun dicuci menggunakan akuades agar kotoran yang menempel pada daun akan hilang. Setelah itu, daun diangin-anginkan selama 2 hari dan di blender hingga menjadi serbuk. Serbuk daun yang diperoleh diayak menggunakan ayakan mesh no.60 agar memperoleh ukuran serbuk yang segaram, hal ini bertujuan untuk memperluas permukaan sampel dan terpecahnya dinding sel agar senyawa aktif dapat terekstraksi oleh pelarut secara optimal (Anggarain et al., 2022). Selanjutnya sampel dikeringkan kembali menggunakan oven pada suhu 60°C selama 24 jam. Sampel yang sudah kering berwarna hijau seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Sampel Daun Jambu Kristal

B. Uji Kadar Air

Pengujian kadar air pada sampel dilakukan untuk mengetahui persentase kandungan air dalam sampel. Uji kadar air dilakukan karena kandungan air yang terlalu banyak pada sampel akan berpengaruh terhadap hasil pengujian. Persentase kadar air yang terdapat pada sampel sebaiknya kurang dari 10%, apabila kandungan air lebih dari 10% dapat menyebabkan pertumbuhan mikroba karena air adalah media pertumbuhan bakteri dan jamur yang dapat menyebabkan kerusakan senyawa-senyawa aktif pada sampel (Syamsul et al., 2020). Berdasarkan pengujian yang dilakukan, kandungan air yang terdapat pada sampel yaitu sebesar 7%.

C. Ekstraksi Sampel

Proses ekstraksi dilakukan untuk memisahkan kandungan senyawa metabolit sekunder dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Metode yang diaplikasikan untuk proses ekstraksi adalah maserasi menggunakan pelarut etanol 96%. Metode ini dipilih karena metodenya sederhana, tidak membutuhkan biaya mahal, tidak menggunakan suhu tinggi sehingga dapat menghindari kerusakan senyawa metabolit sekunder yang tidak tahan terhadap suhu terlalu panas, dan memungkinkan banyak mengekstrak senyawa walaupun terdapat beberapa senyawa yang mempunyai kelarutan terbatas pada proses ekstraksi di suhu ruang (Candra et al., 2021). Pemilihan etanol sebagai

pelarut dikarenakan etanol merupakan pelarut dengan tingkat toksitas rendah, mampu menarik senyawa aktif lebih banyak dibanding pelarut organik lainnya, memiliki titik didih rendah sehingga membutuhkan panas yang lebih sedikit untuk proses pemekatan (Hasanah & Novian, 2020). Maserasi dilakukan dengan cara merendam 250 g sampel dengan 1.000 mL etanol 96% (1:4) selama 3x24 jam dan dilakukan pengadukan setiap 12 jam sekali. Tujuan dilakukan pengadukan yaitu agar sampel dan pelarut bercampur sempurna sehingga senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam sampel dapat terekstrak. Proses ekstraksi dilakukan secara berulang (remaserasi) dengan menggunakan 750 mL etanol 96% (1:3) selama 2x 24 jam. Remaserasi dilakukan untuk memaksimalkan proses pengekstrakan senyawa metabolit yang terkandung dalam sampel. Hasil maserasi dan remaserasi disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan filtrat dan residunya. Filtrat yang diperoleh kemudian diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50°C dan kecepatan 80 rpm. Prinsip kerja *rotary evaporator* adalah pemisahan ekstrak dari pelarut dengan adanya pemanasan serta penurunan tekanan pada sistem, sehingga pelarut akan menguap pada suhu lebih rendah dari titik didihnya (Rahmaniati et al., 2018). Penguapan dilakukan untuk menghilangkan pelarut sehingga diperoleh ekstrak kental.



Gambar 4.2 Ekstrak kental daun jambu kristal

Ekstrak kental yang didapat memiliki aroma khas daun jambu dan berwarna hijau tua. Massa ekstrak kental yang diperoleh yaitu sebanyak 39,447 g dengan persen rendemen sebesar 15,779%.

D. Fraksinasi

Metode yang digunakan untuk melakukan fraksinasi pada ekstrak kental adalah metode ekstraksi cair-cair. Tujuan dilakukan fraksinasi yaitu untuk memisahkan senyawa-senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak kental berdasarkan jenis kepolarnya (Lestari et al., 2014). Proses fraksinasi menggunakan tiga pelarut yang mempunyai tingkat kepolaran berbeda-beda. Pelarut non polar yang digunakan adalah n-heksana, pelarut semi polar yaitu etil asetat dan pelarut polar adalah etanol-air (1:1) (Faqih et al., 2023). Penambahan pelarut saat fraksinasi diurutkan berdasarkan tingkat kepolarnya.

Ekstrak kental diambil sebanyak 15 g kemudian dilarutkan dengan 100 mL etanol 96% lalu ditambahkan larutan n-heksana dan dilakukan penggocokan. Larutan n-heksana

ditambahkan sebanyak 100 mL dalam 14 kali pengulangan. Setelah dilakukan pengocokan, larutan didiamkan hingga membentuk dua lapisan.



Gambar 4.3 Fraksinasi n-heksana dengan etanol

Lapisan atas yang terbentuk merupakan fraksi n-heksana, sedangkan lapisan bawah adalah fraksi etanol. Hasil fraksi n-heksana dilakukan penguapan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50°C dengan kecepatan 80 rpm. Sedangkan fraksi etanol ditambahkan 100 mL air (1:1), lalu dilakukan fraksinasi menggunakan pelarut etil asetat. Penambahan air dilakukan untuk meningkatkan kepolaran. Larutan etil asetat ditambahkan sebanyak 100 mL dalam 7 kali pengulangan. Setelah semua larutan dicampurkan dalam corong pisah, selanjutnya dilakukan pengocokan dan didiamkan hingga larutan terbentuk dua lapisan.



Gambar 4.4 Fraksinasi etil asetat dengan etanol air

Lapisan atas merupakan hasil fraksi etil asetat, sedangkan lapisan bawah adalah fraksi etanol air. Hasil kedua fraksi ini diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 55°C dengan kecepatan 80 rpm.

Ekstrak kental yang diperoleh dari masing-masing fraksinasi yaitu sebanyak 3,9159 g fraksi n-heksana, 5,6792 g fraksi etil asetat, dan 4,7874 g fraksi etanol air. Hasil ini dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Persen rendemen hasil fraksinasi

No	Fraksinasi	Berat fraksi (g)	%Rendemen
1	N-Heksana	3,92	26,11
2	Etil Asetat	5,68	37,86
3	Etanol-Air	4,79	31,92

E. Uji Fitokimia

Ekstrak kental yang diperoleh dari hasil maserasi dan fraksinasi dilakukan pengujian fitokimia untuk mengetahui

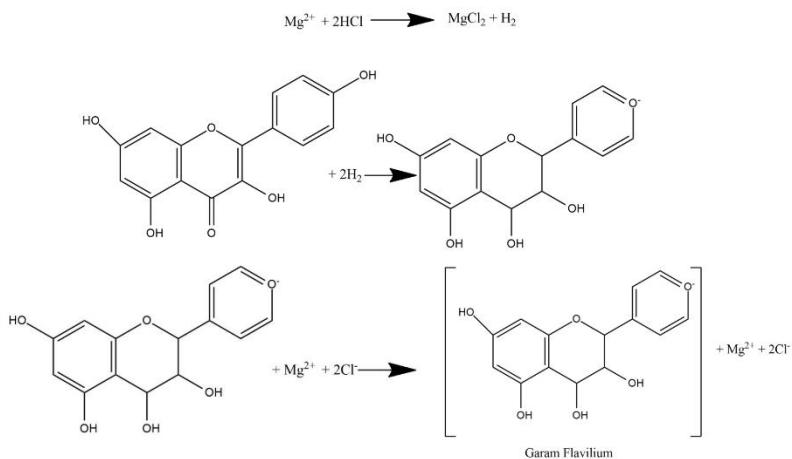
kandungan senyawa metabolit sekunder di dalam ekstrak kental tersebut. Hasil pengujian metabolit sekunder dari ekstrak daun jambu kristal (EJK), fraksi n-heksana (FNH), fraksi etil asetat (FE), dan fraksi etanol-air (FEA) dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil uji fitokimia EJK, FNH, FE dan FEA

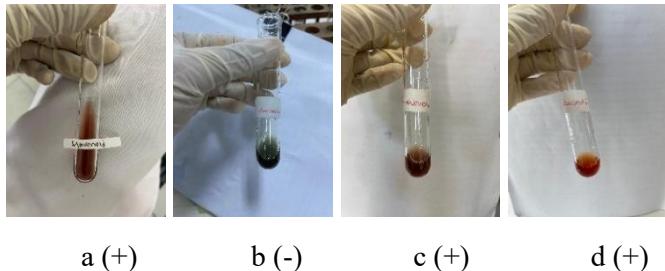
Metabolit Sekunder	EJK	FNH	FE	FEA	Warna yang terbentuk
a. Flavonoid	+	-	+	+	Merah maron
b. Saponin	+	-	-	+	Busa stabil
c. Tanin	+	-	+	+	Hijau kehitaman
d. Alkaloid					Endapan
1. Wagner	+	-	-	-	merah kecoklatan
2. Mayer	-	-	-	-	Hijau
3. Dragend roff	+	-	+	+	Endapan merah jingga
e. Fenolik	+	+	+	+	Hitam
f. Steroid	+	+	-	-	Cincin hijau
g. Triterpenoid	+	+	+	+	Cincin merah

1. Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang memiliki struktur dasar C6-C3-C6, senyawa ini merupakan golongan fenolik. Pengujian flavonoid dilakukan dengan menambahkan 0,1 serbuk Mg dan 5 tetes larutan HCl pekat. Penambahan serbuk Mg dan HCl pekat bertujuan untuk mereduksi inti benzopiron yang terdapat pada senyawa flavonoid sehingga membentuk garam flavilium. Sedangkan tujuan dilakukannya pemanasan adalah untuk mempercepat proses terjadinya reaksi. Reaksi yang terjadi pada sampel menghasilkan larutan berwarna merah bata, hal ini menunjukkan bahwa pada EJK, FE, dan FEA positif mengandung senyawa flavonoid. Pada fraksi n-heksana tidak ditemukan kandungan senyawa flavonoid karena flavonoid merupakan senyawa polar, sehingga sulit diidentifikasi dalam sampel non polar. Reaksi yang terjadi pada pengujian flavonoid ditunjukkan oleh gambar 4.5.



Gambar 4.5 Reaksi uji flavonoid

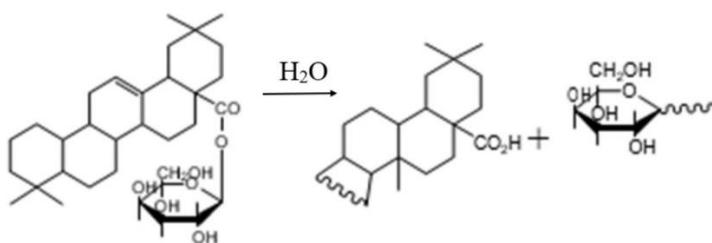


Gambar 4.6 Hasil uji flavonoid: a(EJK), b(FNH), c(FE), d(FEA)

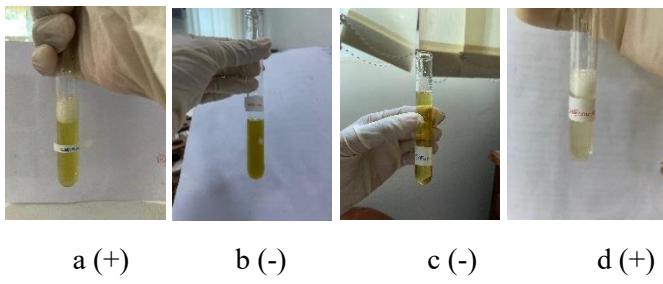
2. Saponin

Pengujian saponin dilakukan dengan cara menambahkan akuades hangat pada sampel, kemudian dilakukan pengocokan. Hasil positif saponin ditunjukkan dengan terbentuknya busa yang stabil selama 5 menit dengan tinggi 1-10 cm. Saponin dapat menghasilkan busa

kerena memiliki gugus yang larut dalam air (hidrofilik) dan gugus yang sukar larut dalam air (hidrofobik). Busa yang terbentuk pada pengujian ini disebabkan karena senyawa yang mempunyai gugus polar dan non polar akan bersifat aktif, sehingga membentuk struktur misel (Agustina et al., 2016). Pada struktur misel gugus polar akan menghadap keluar dan gugus polar menghadap kedalam, oleh karena itu terlihat jelas seperti busa (Manongko et al., 2020). Hasil pengujian menunjukkan bahwa EJK dan FEA positif mengandung saponin karena busa stabil selama 5 menit dengan tinggi 1 cm., sedangkan FNH dan FE tidak mengandung saponin karena busa yang dihasilkan tidak stabil. Reaksi yang terjadi ditunjukkan pada gambar 4.7. Saponin mempunyai gugus OH yang berfungsi untuk membentuk busa ketika dilakukan pengujian (Riwanti & Izazih, 2019).



Gambar 4.7 Reaksi uji saponin

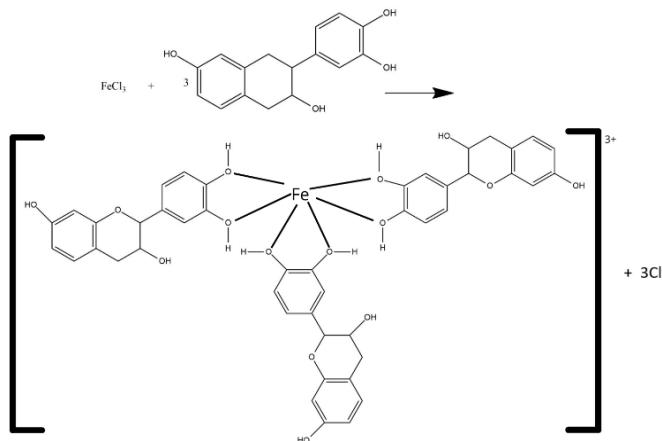


Gambar 4.8 Hasil uji saponin: a(EJK), b(FNH), c(FE), d(FEA)

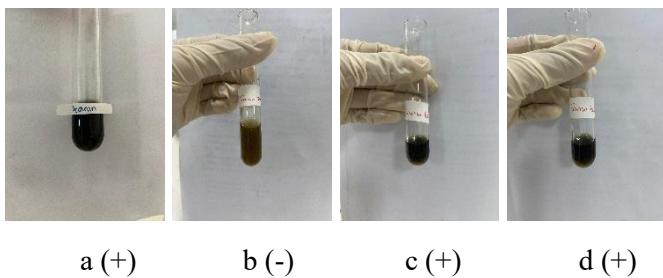
3. Tanin

Pengujian tanin dilakukan dengan cara menambahkan 1 mL larutan FeCl_3 1%. Hasil positif ditunjukkan dengan perubahan larutan menjadi berwarna hijau kehitaman. Tanin merupakan senyawa yang bersifat polar karena memiliki gugus OH, oleh karena itu saat FeCl_3 dicampurkan akan bereaksi dengan salah satu gugus hidroksil pada tanin sehingga menghasilkan warna hijau kehitaman (Kurniawan et al., 2019). Reaksi antara tanin dengan FeCl_3 akan membentuk senyawa kompleks, hal ini karena tanin bereaksi dengan ion Fe^{3+} . Berdasarkan hasil pengujian, diketahui bahwa EJK, FE dan FEA positif terdapat senyawa tanin, sedangkan FNH tanin. Tanin sulit diidentifikasi pada pelarut non polar sebab sifatnya polar.

Reaksi yang terjadi pada pengujian tanin ditunjukkan oleh gambar 4.9.



Gambar 4.9 Reaksi uji tanin



Gambar 4.10 Hasil uji tanin: a(EJK), b(FNH), c(FE), d(FEA)

4. Alkaloid

Pengujian alkaloid dilakukan dengan cara menambahkan larutan ammonia pekat, kloroform dan asam sulfat pekat ke dalam sampel. Penambahan larutan

ammonia dan kloroform bertujuan untuk memisahkan senyawa alkaloid yang terikat pada garamnya. Sedangkan asam sulfat pekat digunakan untuk meningkatkan kelarutan alkaloid, hal ini karena senyawa alkaloid bersifat basa sehingga untuk melarutkannya diperlukan larutan yang bersifat asam. Penambahan ketiga larutan tersebut menghasilkan larutan terbentuk menjadi dua lapisan, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.11. Lapisan atas yang berwarna kuning diambil lalu dimasukkan ke dalam tiga tabung reaksi dan ditambahkan reagen dragendorff, mayer, serta wagner. Hasil positif mengandung senyawa alkaloid ditunjukkan dengan terbentuknya endapan. Prinsip pengujian alkaloid adalah terjadinya reaksi pengendapan yang disebabkan karena adanya pertukaran ligand.



Gambar 4.11 Larutan campuran sampel dengan ammonia pekat, kloroform dan asam sulfat pekat

Hasil pengujian menunjukkan bahwa EJK positif mengandung alkaloid ketika direaksikan dengan reagen

wargner karena membentuk endapan merah kecoklatan dan reagen dragendroff membentuk endapan merah jingga. Sedangkan FE dan FEA positif mengandung alkaloid karena ketika ditambahkan reagen dragendroff membentuk endapan merah jingga. Pada FNH, tidak mengandung senyawa alkaloid, hal ini karena pada semua reagen yang ditambahkan tidak ada yang terbentuk endapan. Hasil pengujian ditunjukkan pada gambar 4.12.



a (+)



b (-)

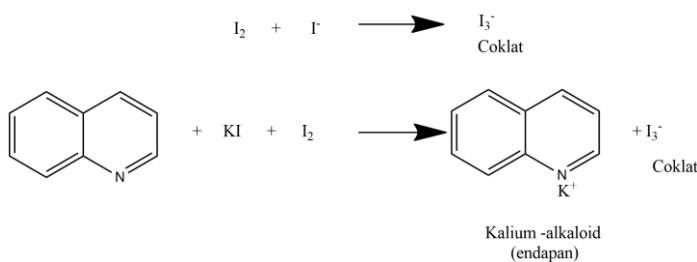
c (+)

d (+)

Gambar 4.12 Hasil uji alkaloid: a(EJK), b(FNH), c(FE), d(FEA)

Terbentuknya endapan merah kecoklatan ketika sampel ditambahkan reagen mayer karena reaksi

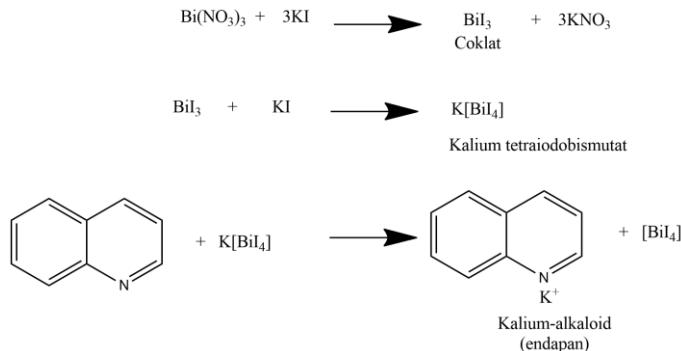
pembentukan senyawa alkaloid. Pada pembuatan reagen wagner, iodin akan bereaksi dengan ion I^- yang berasal dari kalium iodida, sehingga menghasilkan ion I_3^- . Penambahan reagen wagner membuat ion K^+ membentuk ikatan kovalen koordinat dengan nitrogen yang ada pada senyawa alkaloid, sehingga membentuk kompleks kalium-alkaloid yang ditandai dengan terbentuknya endapan merah kecoklatan. Reaksi yang terjadi pada pengujian dengan reagen wagner ditunjukkan oleh gambar 4.13.



Gambar 4.13 Reaksi uji alkaloid dengan reagen wagner

Sedangkan pada penambahan reagen dragendorff dihasilkan endapan merah jingga karena adanya pergantian ligan. Atom nitrogen yang ada pada alkaloid memiliki dua pasangan elektron bebas, sehingga ketika direaksikan dengan reagen dragendorff akan membentuk ikatan kovalen koordinat dengan ion K^+ dari kalium tetraiodobismutat dan menghasilkan kompleks kalium-alkaloid yang ditandai terbentuk endapan merah jingga.

Reaksi yang terjadi pada pengujian dengan reagen dragendorff ditunjukkan oleh gambar 4.14.

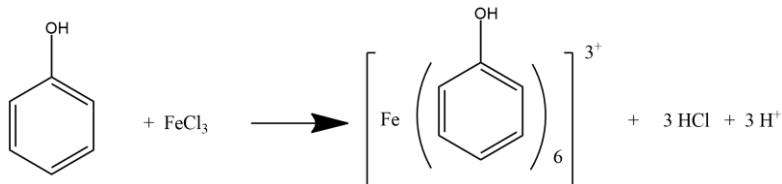


Gambar 4.14 Reaksi uji alkaloid dengan reagen dragendorff

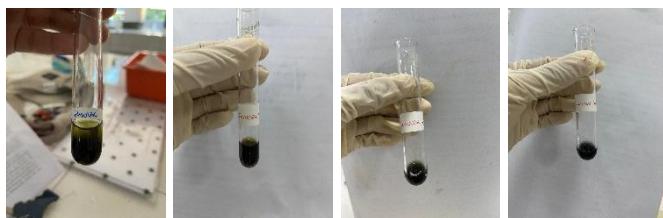
5. Fenolik

Pengujian senyawa fenolik dilakukan dengan menambahkan 3 tetes larutan FeCl_3 1%. Hasil positif ditunjukkan dengan perubahan larutan menjadi berwarna hitam. Perubahan warna yang terbentuk disebabkan karena larutan FeCl_3 berinteraksi dengan gugus OH. Kompleks warna yang terbentuk merupakan besi(III) heksafenolat, hal ini disebabkan karena ion Fe^{3+} mengalami hibridisasi orbital d^2sp^3 sehingga membentuk ion Fe^{3+} ($4s^03d^5$) yang mempunyai 6 orbital kosong sehingga diisi oleh pendorong pasangan elektron yaitu atom hidrogen, karena pada senyawa fenolik atom hidrogen memiliki pasangan elektron bebas (Habibi et al., 2018). Berdasarkan

pengujian yang dilakukan, EJK, FNH, FE, dan FEA positif mengandung senyawa fenolik. Reaksi yang terjadi pada pengujian ditunjukkan oleh gambar 4.15.



Gambar 4.15 Reaksi uji fenolik



Gambar 4.16 Hasil uji fenolik: a(EJK), b(FNH), c(FE), d(FEA)

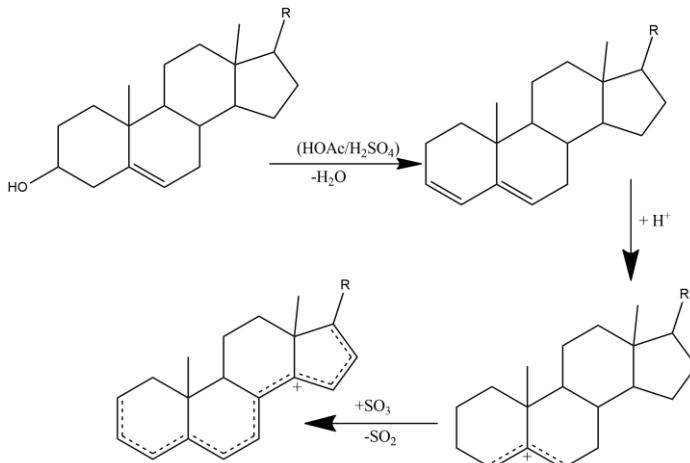
6. Steroid

Pengujian steroid dilakukan dengan menambahkan larutan kloroform, asam sulfat pekat dan asam asetat anhidrat. Hasil positif adanya kandungan senyawa steroid ditunjukkan dengan terbentuknya cincin biru atau hijau pada larutan. Steroid merupakan senyawa yang mudah

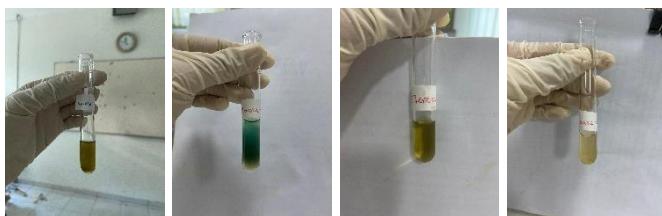
terekstraksi pada pelarut non polar dan semi polar (Baud et al., 2014).

Penambahan kloroform dilakukan untuk melarutkan senyawa steroid yang terkandung di dalam ekstrak, sedangkan asam asetat anhidrat berfungsi untuk membentuk turunan asetil. Akan tetapi, apabila terdapat kandungan molekul air maka tidak dapat terbentuk turunan asetil. Terbentuknya cincin hijau atau biru pada pengujian disebabkan karena senyawa steroid mengalami dehidrasi yang disebabkan oleh penambahan asam kuat yaitu asam sulfat pekat, sehingga terjadi reaksi oksidasi dengan pembentukan ikatan rangkap terkonjugasi (Purnamasari et al., 2022). Berdasarkan pengujian yang dilakukan, pada EJK dan FNH terdapat senyawa steroid sedangkan pada FE dan FEA tidak ditemukan senyawa steroid.

Reaksi yang terjadi pada pengujian steroid ditunjukkan oleh gambar 4.17.



Gambar 4.17 Reaksi uji steroid



a (+)

b (+)

c (-)

d (-)

Gambar 4.18 Hasil uji steroid: a(EJK), b(FNH), c(FE), d(FEA)

7. Triterpenoid

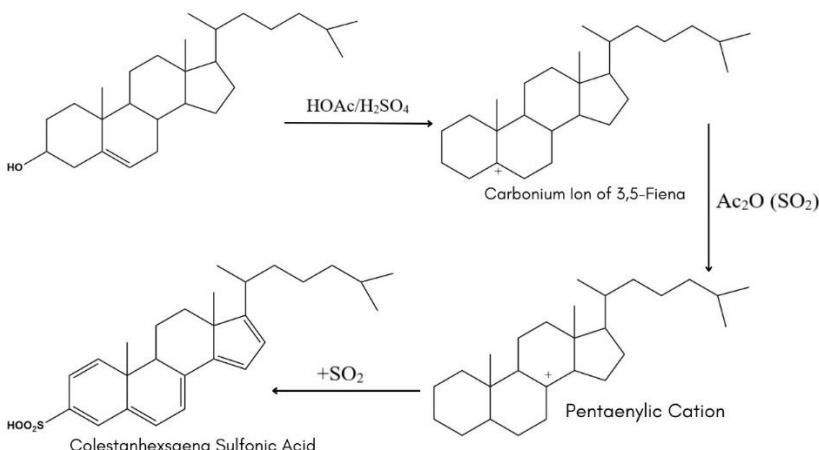
Pengujian senyawa triterpenoid dilakukan dengan menambahkan pereaksi Liebermann-Burchard. Pereaksi ini terdiri dari campuran antara asam asetat anhidrat dan

asam sulfat. Hasil positif adanya kandungan senyawa triterpenoid ditunjukkan dengan terbentuknya cincin merah atau coklat. Tujuan dilakukannya penambahan asam sulfat yaitu untuk mendestruksi kompleks asetil triterpenoid.

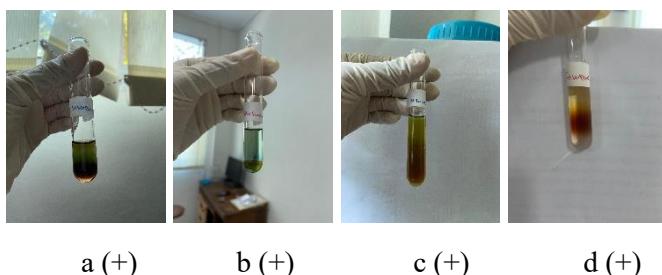
Prinsip pengujian menggunakan pereaksi Liebermann-Burchard yaitu terjadi pelepasan H_2O dan adanya penggabungan karbokation. Reaksi yang terjadi diawali dengan proses asetilasi gugus hidroksil karena adanya asam asesat anhidrat, kemudian gugus asetil akan membentuk ikatan rangkap. Setelah itu, terjadi juga pelepasan oksigen dan elektronnya yang mengakibatkan perpindahan ikatan rangkap. Senyawa triterpenoid mengalami resonansi sehingga berperan sebagai karbokation. Adanya serangan pada karbokation menyebabkan adisi elektrofilik, dengan adanya pelepasan hidrogen, gugus oksigen serta elektronnya. Hal inilah yang mengakibatkan adanya perpanjangan konjugasi sehingga terbentuk cincin merah pada larutan.

Triterpenoid merupakan senyawa yang dapat dengan mudah terekstraksi pada pelarut non polar dan semi polar (Baud et al., 2014). Perbedaan warna yang terbentuk antara steroid dan triterpenoid dikarenakan adanya perbedaan gugus yang terikat pada atom C-4. Hasil pengujian menunjukkan bahwa EJK, FNH, FE, dan FEA

positif mengandung senyawa triterpenoid yang ditandai dengan terbentuknya cincin merah pada larutan. Reaksi yang terjadi pada pengujian ditunjukkan oleh gambar 4.19.



Gambar 4.19 Reaksi uji triterpenoid



Gambar 4.20 Hasil uji triterpenoid: a(EJK), b(FNH), c(FE), d(FEA)

F. Uji Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*). Tujuan

dilakukannya pengujian aktioksidan adalah untuk mengetahui kemampuan dari masing-masing sampel (EJK, FNH, FE dan FEA) dalam menghambat radikal bebas. Metode DPPH dipilih karena metode ini merupakan metode yang paling sederhana, cepat dan tidak memerlukan banyak reagen. Pada pengujian ini, DPPH berperan sebagai radikal bebas dimana ketika bereaksi dengan antioksidan akan berubah warna larutan yang semula ungu menjadi kuning pucat atau merah muda.

Parameter pada pengujian antioksidan menggunakan metode DPPH dilihat berdasarkan nilai *Inhibition Concentration* (IC_{50}). Nilai *Inhibition Concentration* (IC_{50}) merupakan nilai besarnya konsentrasi sampel sehingga dapat menghambat aktivitas radikal bebas sebesar 50%. Semakin kecil nilai IC_{50} dari suatu sampel, maka semakin kuat aktivitas antioksidannya dalam menghambat radikal bebas.

Langkah awal pada pengujian aktivitas antioksidan adalah menentukan panjang gelombang maksimum dari larutan DPPH, dimana panjang gelombang maksimum ini akan digunakan untuk mengukur sampel serta larutan pembanding.

1. Pengukuran panjang maksimum DPPH

Pengukuran panjang gelombang bertujuan mengetahui panjang gelombang yang tepat untuk pengukuran sampel dan larutan pembanding agar pengukuran dapat secara maksimal serta meminimalisir kesalahan. Larutan DPPH ditimbang sebanyak 10 mg lalu

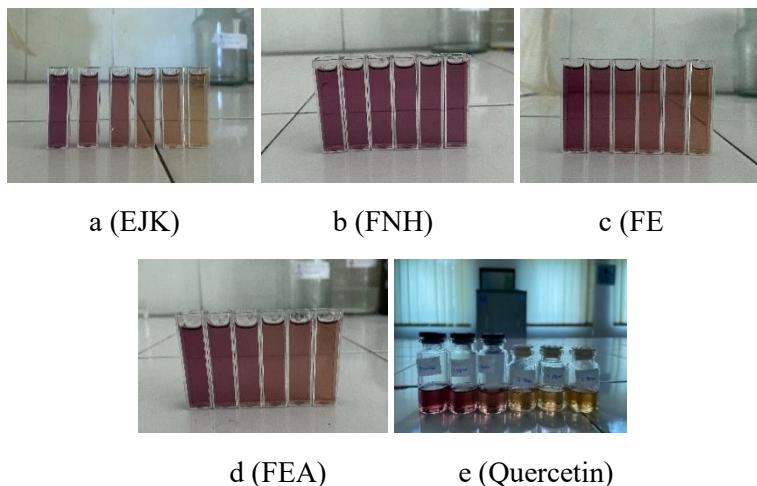
dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, ditambahkan etanol 96% hingga tanda batas dan dihomogenkan sehingga diperoleh larutan DPPH dengan konsentrasi 100 ppm. Kemudian larutan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400-800 nm. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa panjang gelombang maksimum larutan DPPH yaitu 517 nm dengan absorbansi 1,241.

2. Pengujian aktivitas antioksidan EJK, FNH, FE, FEA dan Quercetin

Pengujian aktivitas antioksidan pada sampel dan larutan pembanding dilakukan dengan cara mengambil 3 mL dari masing-masing variasi konsentrasi, kemudian ditambahkan 2 mL larutan DPPH 100 ppm dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang dalam keadaan gelap. Proses inkubasi dilakukan agar reaksi terjadi secara optimal. Inkubasi dilakukan dalam keadaan gelap karena larutan DPPH sangat sensitif, sehingga apabila terkena cahaya langsung maka akan mengakibatkan senyawa DPPH mudah rusak.

Reaksi yang terjadi ketika sampel direaksikan dengan larutan DPPH yaitu adanya perubahan warna yang semula berwarna ungu menjadi kuning seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.21. Munculnya warna ungu pada larutan disebabkan karena adanya radikal bebas pada

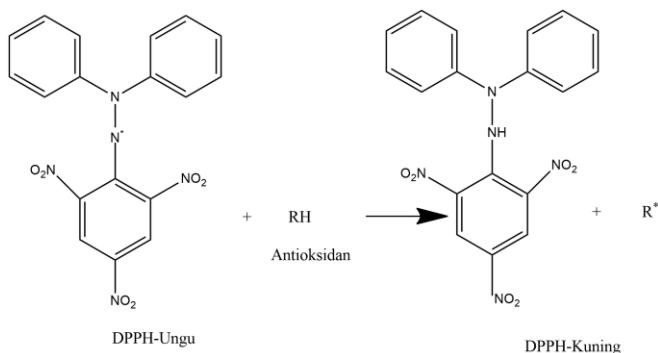
DPPH dengan elektron yang tidak berpasangan, sedangkan perubahan warna menjadi kuning diakibatkan karena elektron tersebut telah berpasangan sehingga menjadi lebih stabil.



Gambar 4.21 Hasil reaksi DPPH dengan sampel: a(EJK), b(FNH), c(FE), d(FEA) dan e(Quercetin)

Prinsip kerja dari metode DPPH adalah adanya penangkapan atom hidrogen dari senyawa radikal bebas sehingga membuat senyawa radikal bebas berubah menjadi senyawa non radikal bebas karena senyawa lebih stabil, yang ditandai dengan terjadinya perubahan warna dari ungu menjadi kuning (Konda et al., 2020). Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi sampel maka perubahan warna yang terjadi semakin kuning. Hal ini

menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka kandungan aktivitas antioksidan yang terkandung semakin kuat sebab semakin banyak atom hidrogen yang disumbangkan kepada radikal bebas, ditandai dengan nilai %inhibisi yang semakin besar (Fatmawati et al., 2023). Berdasarkan perubahan warna yang terjadi diantara pengujian beberapa sampel, pada fraksi n-heksana tidak menunjukkan perubahan warna kuning yang signifikan hal ini menunjukkan bahwa fraksi n-heksana memiliki aktivitas antioksidan paling lemah dibandingkan ekstrak daun jambu kristal, fraksi etil asetat, fraksi etanol-air, dan quercetin. Sedangkan perubahan warna larutan menjadi kuning yang paling terlihat jelas terjadi pada quercetin, karena quercetin memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Reaksi yang terjadi antara DPPH dengan antioksidan ditunjukkan pada gambar 4.22.

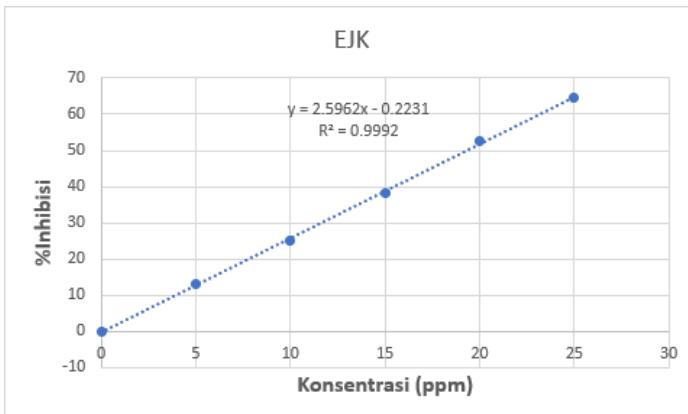


Gambar 4.22 Reaksi uji antioksidan

Semua sampel dengan variasi konsentrasi dilakukan pengukuran nilai absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Kemudian dihitung %inhibisi penangkapan radikal bebas. Nilai %inhibisi dan konsentrasi dibuat kurva dengan sumbu x adalah konsentrasi dan sumbu y adalah %inhibisi untuk memperoleh persamaan regresi linier sehingga dapat menghitung nilai IC_{50} .

Tabel 4.3 Hasil %inhibisi ekstrak daun jambu kristal

Konsentrasi (ppm)	%Inhibisi ± SD
5	13,093 ± 2,288
10	24,914 ± 3,343
15	38,215 ± 2,663
20	52,733 ± 2,882
25	64,424 ± 3,661

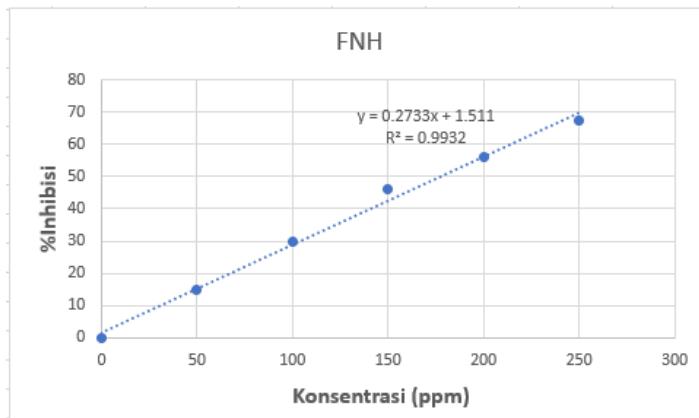


Gambar 4.23 Kurva aktivitas antioksidan ekstrak daun jambu kristal

Hasil pengujian aktivitas antioksidan dari sampel EJK diperoleh persamaan regresi yaitu $y=2,5962x-0,2231$ dan $R^2=0,9992$. Berdasarkan persamaan tersebut, diperoleh nilai IC_{50} sebesar $19,346 \mu\text{g/mL}$.

Tabel 4.4 Hasil %inhibisi fraksi n-heksana

Konsentrasi (ppm)	%Inhibisi \pm SD
50	$14,612 \pm 1,728$
100	$29,693 \pm 4,884$
150	$46,132 \pm 4,310$
200	$56,151 \pm 2,106$
250	$67,436 \pm 4,191$

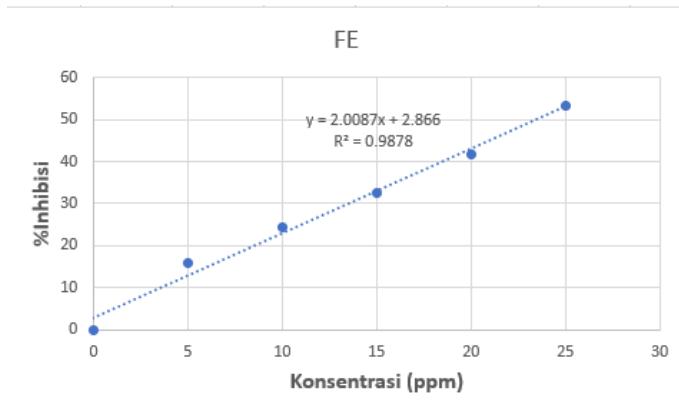


Gambar 4.24 Kurva aktivitas antioksidan fraksi n-heksana

Hasil pengujian aktivitas antioksidan dari sampel EJK diperoleh persamaan regresi yaitu $y=0,2733x+1,511$ dan $R^2=0,9932$. Berdasarkan persamaan tersebut, diperoleh nilai IC_{50} sebesar 177,420 μ g/mL.

Tabel 4.5 Hasil %inhibisi fraksi etil asetat

Konsentrasi (ppm)	%Inhibisi \pm SD
5	16,007 \pm 4,451
10	24,281 \pm 8,063
15	32,694 \pm 2,685
20	41,604 \pm 1,188
25	53,265 \pm 5,143

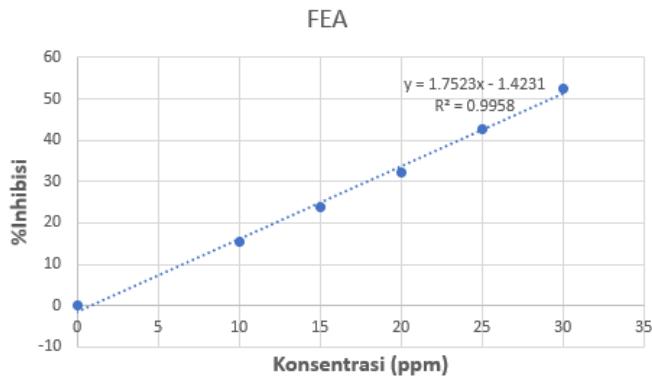


Gambar 4.25 Kurva aktivitas antioksidan fraksi etil asetat

Hasil pengujian aktivitas antioksidan dari sampel EJK diperoleh persamaan regresi yaitu $y=2,0087x+2,866$ dan $R^2=0,9878$. Berdasarkan persamaan tersebut, diperoleh nilai IC_{50} sebesar 23,465 $\mu\text{g/mL}$.

Tabel 4.6 Hasil %inhibisi fraksi etanol-air

Konsentrasi (ppm)	%Inhibisi \pm SD
10	15,281 \pm 4,727
15	23,884 \pm 1,663
20	32,233 \pm 4,593
25	42,837 \pm 5,116
30	52,459 \pm 1,131

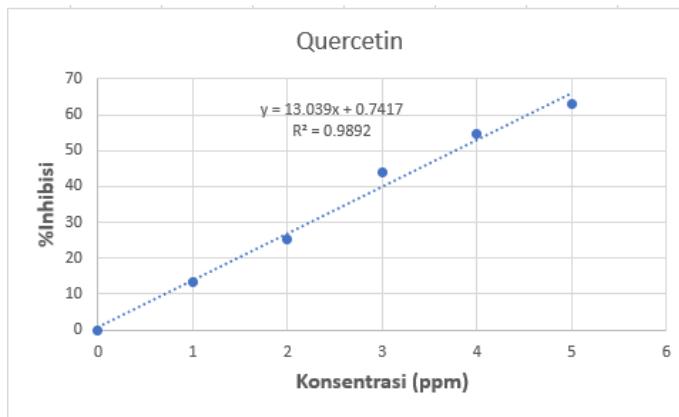


Gambar 4.26 Kurva aktivitas antioksidan fraksi etanol-air

Hasil pengujian aktivitas antioksidan dari sampel EJK diperoleh persamaan regresi yaitu $y=1,7523x+1,4231$ dan $R^2=0,9958$. Berdasarkan persamaan tersebut, diperoleh nilai IC₅₀ sebesar 29,346 µg/mL.

Tabel 4.7 Hasil %inhibisi quercetin

Konsentrasi (ppm)	%Inhibisi ± SD
1	13,474 ± 1,011
2	25,176 ± 4,828
3	43,957 ± 3,855
4	54,559 ± 3,768
5	62,863 ± 5,608



Gambar 4.27 Kurva aktivitas antioksidan quercetin

Hasil pengujian aktivitas antioksidan dari sampel EJK diperoleh persamaan regresi yaitu $y=13,039x+0,7417$ dan $R^2=0,9892$. Berdasarkan persamaan tersebut, diperoleh nilai IC_{50} sebesar 3,777 μ g/mL.

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi maka nilai absorbansi akan semakin kecil sehingga nilai %inhibisi semakin meningkat seiring bertambahnya konsentrasi. Pada pengujian ini quercetin berperan sebagai larutan pembanding. Quercetin dipilih karena merupakan flavonol dari golongan senyawa flavonoid polifenol yang banyak dijumpai pada tanaman dan memiliki aktivitas antioksidan yang kuat (Aminah et al., 2017).

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sampel yang memiliki aktivitas antioksidan paling kuat adalah EJK, FE dan

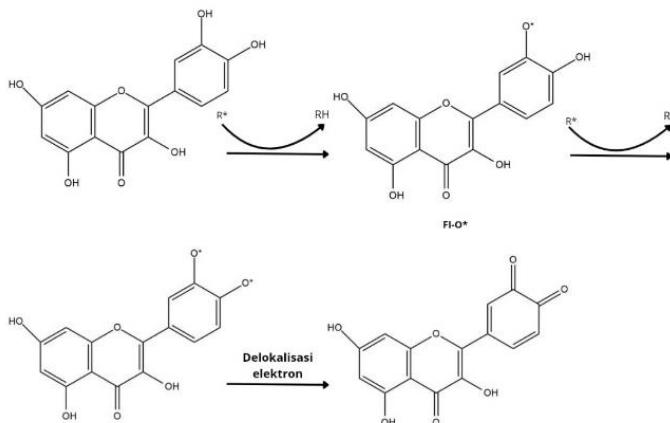
FEA dengan nilai IC_{50} yaitu 19,346 $\mu\text{g/mL}$; 23,465 $\mu\text{g/mL}$ dan 29,346 $\mu\text{g/mL}$, sedangkan FNH memiliki aktivitas antioksidan yang sangat lemah dengan nilai IC_{50} sebesar 177,420 $\mu\text{g/mL}$. Hasil nilai IC_{50} dari masing-masing sampel dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil IC_{50} dari masing-masing sampel

Sampel	IC_{50}	Kategori (Putri et al., 2015)
EJK	19,346 $\mu\text{g/mL}$	Sangat kuat
FNH	177,420 $\mu\text{g/mL}$	Sedang
FE	23,465 $\mu\text{g/mL}$	Sangat kuat
FEA	29,346 $\mu\text{g/mL}$	Sangat kuat
Quercetin	3,777 $\mu\text{g/mL}$	Sangat kuat

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa semakin kecil nilai IC_{50} maka aktivitas antioksidan dalam menghambat radikal bebas semakin kuat. Ekstrak daun jambu kristal mempunyai aktivitas antioksidan paling kuat karena di dalam ekstrak tersebut kandungan senyawa metabolit sekunder yang masih lengkap yaitu meliputi flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, fenolik, steroid dan triterpenoid. Pada senyawa metabolit sekunder, senyawa yang memiliki peran penting dalam aktivitas antioksidan adalah flavonoid dan fenolik karena di kedua senyawa ini memiliki banyak gugus hidroksil (-OH), gugus ini dapat membentuk ikatan

hidrogen intramolekuler (IHB) sehingga mampu meningkatkan aktivitas antioksidan (Kurang & Kamengon, 2021). Senyawa yang memiliki gugus hidroksil lebih banyak mempunyai aktivitas antioksidan lebih kuat karena mampu lebih banyak menghambat radikal bebas dengan cara mendonorkan atom hidrogen (Hasibuan & Mardiana, 2018). Salah satu contoh reaksi peredaman radikal bebas oleh senyawa yang memiliki gugus hidroksil adalah flavonoid. Reaksi yang terjadi ditunjukkan pada gambar 4.28. Flavonoid dapat berperan sebagai antioksidan dengan cara penangkapan radikal bebas secara langsung atau yang disebut dengan *direct scavenging*, penghambatan radikal bebas terjadi melalui sumbangan atom hidrogen (FI-OH menjadi FI-O) sehingga membuat radikal bebas yang lebih stabil. Berdasarkan reaksi yang terjadi, R^* merupakan radikal bebas, sedangkan $FI-O^*$ adalah radikal fenoksil. Aktivitas antioksidan senyawa flavonoid dipengaruhi oleh pengaturan gugus fungsi struktur inti, dimana susunan dan jumlah seluruh gugus OH dalam konteks signifikan dapat menstimulasi reaksi flavonoid sebagai antioksidan (Ayu et al., 2024).



Gambar 4.28 Reaksi penghambatan radikal bebas oleh flavonoid

Sedangkan untuk hasil fraksinasi, fraksi etil asetat memiliki aktivitas antioksidan lebih kuat dibandingkan fraksi etanol-air, meskipun jika dilihat berdasarkan metabolit sekunder yang terkandung fraksi etanol-air lebih banyak jumlah metabolit sekunder yang terkandung, pada fraksi etil asetat mengandung lima senyawa metabolit sekunder diantaranya yaitu flavonoid, tanin, alkaloid, fenolik, dan triterpenoid, sedangkan pada fraksi etanol-air mengandung enam senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, fenolik, dan triterpenoid. Hal ini disebabkan karena kadar senyawa metabolit sekunder lebih banyak terekstrak pada fraksi etil asetat. Seperti halnya senyawa flavonoid dan fenolik lebih banyak larut dalam pelarut semi polar yaitu etil asetat, selain itu berdasarkan kepolarannya etil asetat merupakan pelarut semi

polar sehingga dapat mengekstrak senyawa metabolit sekunder yang bersifat polar dan non polar (Astuti et al., 2024).

Fraksi n-heksana mempunyai aktivitas antioksidan paling lemah dibandingkan fraksi-fraksi lainnya, hal ini dipengaruhi karena pada fraksi n-heksana hanya mengandung sedikit senyawa metabolit sekunder yaitu fenolik, steroid dan triterpenoid. Fraksi n-heksana memiliki aktivitas antioksidan lemah sebab tidak adanya kandungan metabolit sekunder yang memiliki potensi tinggi sebagai antioksidan, seperti flavonoid atau tanin, pada fraksi ini hanya senyawa fenolik yang berperan sebagai antioksidan (Khafiz, 2021). Dilihat berdasarkan kepolaran pelarut, n-heksana merupakan pelarut non polar oleh karena itu tidak banyak senyawa metabolit sekunder yang terekstrak pada fraksi ini, sehingga mengakibatkan aktivitas antioksidan yang dimiliki menjadi lemah. Beberapa faktor yang menyebabkan kuat lemahnya aktivitas antioksidan adalah sifat metabolit sekunder yang mudah rusak apabila terpapar suhu tinggi dan karena masih banyak mengandung senyawa aktif serta non aktif sebab pengujian sampel masih berupa ekstrak dan fraksi (Putri & Hidajati, 2015).

G. Uji Aktivitas *Sun Protection Factor (SPF)*

Pengujian aktivitas *Sun Protection Factor (SPF)* dilakukan untuk mengetahui efektivitas bahan aktif tabir surya terhadap sinar UV B. *Sun Protection Factor (SPF)* adalah indikator untuk menunjukkan efisiensi produk tabir surya,

dimana semakin tinggi nilai SPF yang terkandung dalam sampel maka semakin kuat perlindungannya untuk menangkal sinar UV B.

Masing-masing sampel (EJK, FNH, FE dan FEA) dibuat menjadi beberapa variasi konsentrasi yang bertujuan untuk mengetahui nilai SPF paling efektif dari variasi tersebut. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi, nilai absorbansi yang diperoleh semakin besar juga. Menurut hukum Lambert-Beer, terdapat hubungan linearitas antara absorbansi dengan konsentrasi dimana semakin besar konsentrasi maka semakin besar nilai absorbansinya. Nilai absorbansi yang diperoleh dari setiap sampel dihitung menggunakan persamaan 3.5 untuk mengetahui nilai SPF UV B. Pengujian dilakukan pada panjang gelombang 290 – 320 nm.

Tabel 4.9 Nilai SPF UV B ekstrak daun jambu kristal

Konsentrasi	Nilai SPF	Kategori proteksi tabir surya (Widyawati et al., 2019)
50 ppm	2,944	Proteksi minimal
100 ppm	5,264	Proteksi sedang
150 ppm	7,517	Proteksi ekstra
200 ppm	10,041	Proteksi maksimal
250 ppm	12,609	Proteksi maksimal

Ekstrak daun jambu kristal memiliki nilai SPF paling baik dibandingkan hasil fraksi lainnya karena kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat di ekstrak lebih banyak dibandingkan pada fraksi yaitu meliputi flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, fenolik, steroid dan triterpenoid, sehingga kemampuan aktivitas *Sun Protection Factor* (SPF) semakin kuat.

Tabel 4.10 Nilai SPF UV B fraksi n-heksana

Konsentrasi	Nilai SPF	Kategori proteksi tabir surya (Widyawati et al., 2019)
50 ppm	2,054	Proteksi minimal
100 ppm	3,272	Proteksi minimal
150 ppm	4,432	Proteksi sedang
200 ppm	5,342	Proteksi sedang
250 ppm	6,698	Proteksi ekstra

Nilai SPF yang diperoleh dari fraksi n-heksana lebih kecil dibandingkan pada ekstrak, hal ini dipengaruhi karena kandungan metabolit sekunder yang terekstrak pada fraksi n-heksana hanya sedikit yaitu fenolik, steroid, dan triterpenoid.

Tabel 4.11 Nilai SPF UV B fraksi etil asetat

Konsentrasi	Nilai SPF	Kategori proteksi tabir surya (Widyawati et al., 2019)
50 ppm	2,192	Proteksi minimal
100 ppm	4,724	Proteksi sedang
150 ppm	7,432	Proteksi ekstra
200 ppm	9,753	Proteksi maksimal
250 ppm	12,041	Proteksi maksimal

Fraksi etil asetat memiliki nilai SPF lebih besar dibandingkan fraksi n-heksana, hal ini karena jumlah kandungan metabolit sekunder pada fraksi etil asetat lebih banyak yaitu flavonoid, tanin, alkaloid, fenolik dan triterpenoid.

Tabel 4.12 Nilai SPF UV B fraksi etanol-air

Konsentrasi	Nilai SPF	Kategori proteksi tabir surya (Widyawati et al., 2019)
50 ppm	1,158	Tidak memenuhi kriteria
100 ppm	2,068	Proteksi minimal
150 ppm	3,107	Proteksi minimal
200 ppm	3,732	Proteksi minimal
250 ppm	4,740	Proteksi sedang

Nilai SPF yang diperoleh pada fraksi etanol-air lebih kecil dibandingkan fraksi n-heksana dan fraksi etil asetat, meskipun pada fraksi etanol-air memiliki kandungan metabolit sekunder lebih banyak dibandingkan kedua fraksi lainnya diantaranya yaitu flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, fenolik, dan triterpenoid. Hal ini karena ketika proses fraksinasi, fraksi etanol-air merupakan tahapan yang terakhir sehingga kadar kandungan metabolit sekunder hanyalah sisa dari yang sudah terekstrak pada fraksi-fraksi sebelumnya. Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai SPF pada tabir surya yaitu bahan aktif yang terkandung pada sampel, polaritas pelarut, dan pH sediaan (Mbanga et al., 2014). Berdasarkan analisa yang dilakukan, diketahui bahwa semakin tinggi nilai konsentrasi maka nilai SPF yang diperoleh akan semakin besar. Pada pengujian ini diketahui bahwa sampel yang mempunyai potensi aktivitas nilai SPF UV B paling kuat adalah ekstrak daun jambu kristal, kemudian fraksi etil asetat, fraksi n-heksana dan sampel dengan potensi aktivitas paling lemah yaitu fraksi etanol-air. Sinar UV B merupakan radiasi sinar UV dari matahari yang masuk ke dalam permukaan bumi dengan panjang gelombang 290-320 nm. UV B lebih berpotensi menyebabkan kerusakan bagi kulit dibandingkan UV A. Efek paparan sinar UV B dapat mengakibatkan banyak kerusakan pada kulit hingga berpotensi mengakibatkan kanker kulit (Wadoe et al., 2020). Nilai SPF berguna untuk menunjukkan efektivitas dari suatu tabir surya

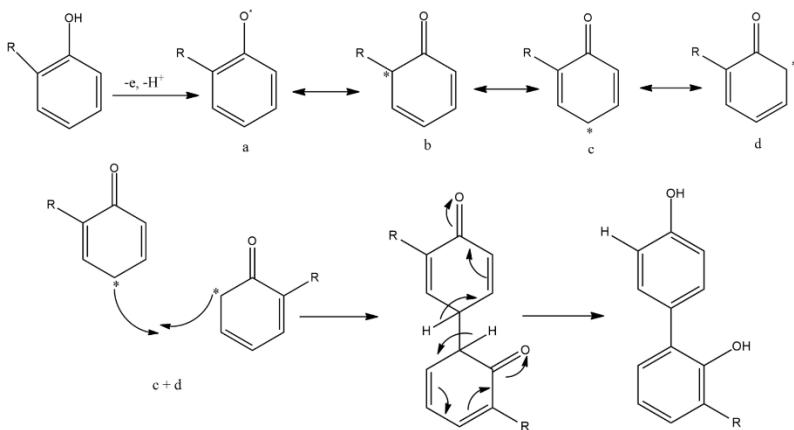
dalam melindungi kulit dari paparan sinar ultraviolet, yang didefinisikan sebagai jumlah energi yang diperlukan untuk mencapai *Minimal Erythema Dose* (MED) pada kulit yang dilindungi dengan tabir surya, dibagi dengan jumlah energi UV yang dibutuhkan untuk mencapai MED pada kulit yang tidak dilindungi oleh tabir surya (Wood & Murphy, 2000).

Senyawa flavonoid dan fenolik merupakan senyawa golongan polifenol yang berpotensi sebagai UV *protector*, selain kedua senyawa tersebut, golongan polifenol yang juga memiliki potensi sebagai UV *protector* adalah tanin dan terpenoid (Astuti et al., 2024). Apabila semakin tinggi kadar senyawa fenolik dan flavonoid yang terkandung pada sampel maka kemampuan untuk melindungi kulit dari paparan sinar UV akan semakin baik, sehingga nilai SPF yang dihasilkan semakin besar (Abdiana et al., 2017). Fenolik merupakan senyawa aromatik yang dapat memberikan serapan pada spektrum sinar UV sebab memiliki ikatan yang saling terkonjugasi sehingga ketika terpapar sinar UV akan terjadi resonansi yang menyebabkan akan menurunkan energi dan melindungi kulit (Marliana et al., 2023). Senyawa-senyawa yang berpotensi sebagai tabir surya disebabkan karena senyawa tersebut memiliki gugus kromofor. Gugus kromofor adalah sistem aromatik terkonjugasi yang mempunyai kemampuan untuk menyerap sinar UV A dan UV B (Prasiddha et al., 2016).

Pada pengujian nilai SPF, fraksi n-heksana memiliki potensi lebih kuat dibandingkan fraksi etanol-air, hal ini berbanding terbalik dengan pengujian antioksidan dimana fraksi etanol-air lebih berpotensi kuat sebagai antioksidan. Hasil ini menunjukkan bahwa senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada n-heksana yaitu meliputi fenolik, steroid, dan triterpenoid mempunyai potensi lebih kuat sebagai UV *protector* dibandingkan sebagai antioksidan. Gugus kromofor yang terdapat pada senyawa fenolik yaitu gugus kromofor aromatik, pada senyawa steroid yaitu -C=O- dan pada senyawa triterpenoid adalah -C=C-. Gugus-gugus kromofor inilah yang berperan untuk menyerap sinar UV sehingga dapat melindungi kulit. Senyawa flavonoid dan fenolik lebih banyak larut dalam pelarut semi polar yaitu etil asetat, oleh karena itu fraksi etanol-air memiliki nilai SPF lebih kecil dibandingkan fraksi etil asetat. Selain itu, faktor yang mengakibatkan fraksi etanol-air memiliki nilai SPF paling kecil adalah lebih rendahnya konsentrasi senyawa polar pada fraksi ini dan dipengaruhi oleh efek sinergis yaitu karena banyaknya interaksi senyawa yang terjadi didalamnya. Konsentrasi senyawa aktif polar lebih kecil pada fraksi etanol-air sebab sudah melewati proses partisi berdasarkan kepolarnya, sehingga mengakibatkan kemampuan seyawa aktif dalam menyerap sinar UV lebih kecil (Marliana et al., 2023).

Antioksidan dan SPF mempunyai hubungan dalam hal perlindungan kulit dari paparan sinar ultraviolet. Antioksidan adalah zat yang mampu mencegah kerusakan oksidatif pada kulit yang disebabkan oleh radikal bebas, dengan cara membuat radikal bebas menjadi lebih stabil (Maesaroh et al., 2018). Sedangkan SPF digunakan untuk menentukan efektivitas tabir surya dalam melindungi kulit dari sinar Ultaviolet (Wiraningtyas et al., 2019). Tabir surya yang baik harus memiliki kandungan satu atau lebih bahan aktif yang bersifat antioksidan agar dapat mencapai efek fotoproteksi yang baik, antioksidan berkaitan dengan nilai SPF sebab antioksidan mampu membantu meningkatkan efek fotoproteksi kulit dari tabir surya (Indarto et al., 2022). Berdasarkan penelitian Himawan et al (2018), menunjukkan bahwa semakin kuat aktivitas antioksidan yang terkandung pada sampel maka akan membuat nilai SPF semakin besar. Salah satu senyawa metabolit sekunder yang memiliki peran sebagai antioksidan dan SPF adalah senyawa fenolik. Senyawa fenolik berperan sebagai antioksidan karena bisa bereaksi dengan radikal bebas dan dapat membentuk radikal fenoksil yang stabil sehingga mampu menghambat radikal bebas. Sedangkan peran senyawa fenolik pada tabir surya untuk mencegah efek yang merugikan akibat radiasi sinar ultraviolet pada kulit sebab antioksidan sebagai fotoprotektif, oleh karena itu SPF dan antioksidan memiliki keterkaitan karena SPF merupakan indikator untuk

mengetahui efektivitas dari suatu tabir surya (Wungkana et al., 2013). Menurut Janeiro & Brett (2004), senyawa fenolik mempunyai mekanisme sebagai antioksidan karena kemampuan gugus fenol untuk mengikat radikal bebas dengan mendonorkan atom hidrogennya melalui transfer elektron, sehingga fenol akan berubah menjadi radikal fenoksil seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.29. Melalui efek resonansi, radikal fenoksil yang terbentuk dari adanya reaksi fenolik dengan radikal bebas akan mengalami penstabilan (Asih et al., 2022).



Gambar 4.29 Reaksi pembentukan dan penggabungan radikal fenoksil

Akan tetapi, pada hasil penelitian diketahui bahwa fraksi etanol-air mempunyai aktivitas antioksidan kategori sangat kuat akan

tetapi kandungan SPF yang terkandung lebih potensial fraksi n-heksana yang memiliki aktivitas antioksidan kategori sedang. Hasil menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan tidak selalu memiliki pengaruh terhadap nilai SPF. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti perbedaan komponen aktif, efek sinergis ataupun antagonis antara komponen aktif yang terkandung (Novadi et al., 2020).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Metabolit sekunder yang terkandung dalam daun jambu kristal berbeda-beda tergantung pada jenis ekstrak dan fraksinya. Ekstrak etanol mengandung flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, fenolik, steroid, dan triterpenoid. Fraksi n-heksana mengandung fenolik, steroid, dan triterpenoid. Fraksi etil asetat mengandung flavonoid, tanin, alkaloid, fenolik, dan triterpenoid. Fraksi etanol-air mengandung flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, fenolik, dan triterpenoid. Kandungan jenis metabolit sekunder yang berbeda ini menunjukkan pengaruh pelarut dalam menentukan banyaknya senyawa yang diekstraksi.
2. Hasil uji aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa nilai IC_{50} dari ekstrak etanol, fraksi n-heksana, fraksi etil asetat, dan fraksi etanol-air dari daun jambu kristal secara berturut-turut adalah **19,346 μ g/mL**, **177,420 μ g/mL**, **23,465 μ g/mL** dan **29,346 μ g/mL**. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol mempunyai potensi aktivitas antioksidan paling tinggi karena memiliki nilai IC_{50} paling kecil. Sedangkan fraksi n-

heksana memiliki potensi antioksidan paling lemah, yang ditandai dengan nilai IC_{50} paling besar diantara yang lainnya.

3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai SPF (*Sun Protection Factor*) untuk perlindungan UV B dari ekstrak etanol, fraksi n-heksana, fraksi etil asetat, dan fraksi etanol-air daun jambu kristal pada konsentrasi 250 ppm secara berturut-turut adalah 12,609; 6,698; 12,042; 4,740. Nilai tersebut menunjukkan bahwa setiap ekstrak dan fraksi memiliki potensi perlindungan terhadap sinar ultraviolet dengan variasi efektifitas yang berbeda, tegantung pada jenis ekstrak dan fraksinya.

B. Saran

Penelitian lebih lanjut terhadap ekstrak hasil fraksinasi dengan cara dilakukannya pemurnian, isolasi dan karakterisasi untuk mengetahui spesifik senyawa metabolit sekunder yang berperan aktif sebagai antioksidan dan *Sun Protection Factor* (SPF). Selain itu, ditambahkan juga pengujian kuantitatif untuk senyawa metabolit sekunder yang berperan aktif pada antioksidan dan *Sun Protection Factor* (SPF). Pengujian terhadap UV A juga perlu dilakukan karena radiasi sinar UV A dapat mengakibatkan kerusakan terhadap kulit.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdiana, R., & Anggraini, D. I. (2017). Rambut Jagung (*Zea mays* L. Sebagai Alternatif Tabir Surya. *Jurnal Majority*, 7(1), 31–35.
<https://juke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/majority/article/view/1741/1695>
- Abrasyi, R. (2022). Perbandingan Nilai Sun Protection Factor (SPF) dan pH Krim Tabir Surya dari Ekstrak Biji Rambutan (*Nephelium lappaceum*) Dengan Produk Tabir Surya Komersial Menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis. *Skripsi*.
- Afgatiani, P. M., Husni, A., & Budhiyanti, S. A. (2020). Aktivitas Antioksidan Bubuk *Sargassum hystrix* Selama Penyimpanan pada Suhu Berbeda. *AgriTECH*, 40(3), 175.
<https://doi.org/10.22146/agritech.18134>
- Agustina, E., Andiarna, F., Lusiana, N., Purnamasari, R., & Hadi, M. I. (2018). Identifikasi Senyawa Aktif dari Ekstrak Daun Jambu Air (*Syzygium aqueum*) dengan Perbandingan Beberapa Pelarut pada Metode Maserasi. *Biotropic: The Journal of Tropical Biology*, 2(2), 108–118.
<https://doi.org/10.29080/biotropic.2018.2.2.108-118>
- Agustina, S., Ruslan, & Wiraningtyas, A. (2016). Skrining Fitokimia Tanaman Obat Di Kabupaten Bima. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 4(1), 71–76.
- Amiliza, M., & Leni, L. (2022). Ketidakpastian Pengukuran Analisa Kadar Biuret, Kadar Nitrogen, dan Kadar Oil Pada Pupuk Urea Di Laboratorium Kontrol Produksi PT Pupuk Sriwidjaja Palembang. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(1), 69–76.
- Aminah, A., Tomayahu, N., & Abidin, Z. (2017). Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol Kulit Buah Alpukat (*Persea americana* Mill.) Dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 4(2), 226–230.

<https://doi.org/10.33096/jffi.v4i2.265>

- Amsiyah, S., & Mardiyanti, S. (2021). Formulasi Dan Penetapan Nilai SPF Sediaan Losion Tabir Surya Mengandung Ekstrak Daun Jambu Biji Berdaging Putih (*Psidium guajava L.*) Secara In Vitro. *PharmaCine: Journal of Pharmacy, Medical and Health Science*, 2(2), 29–42.
- Anam, K. (2015). Isolasi Senyawa Triterpenoid dari Alga Merah (*Eucheuma cottoni*) Menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dan Analisisnya Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dan FTIR. *Skripsi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang*, 22–23.
- Andriani, D., & Murtisiwi, L. (2020). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol 70% Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*) dari Daerah Sleman dengan Metode DPPH. *Pharmacon: Jurnal Farmasi Indonesia*, 17(1), 70–76. <https://doi.org/10.23917/pharmacon.v17i1.9321>
- Anggarain, D. I. i, Kusuma, E. W., & Murti, N. R. (2022). Uji Aktivitas Antidiabetes Kombinasi Ekstrak Etanol Bunga Turi Merah (*Sesbania grandiflora L.*) dan Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*) secara In Vitro. *Jurnal Farmasi Sains Dan Terapan*, 9(2), 53–59. <https://doi.org/10.33508/jfst.v9i2.3776>
- Aponno, J. V, Yamlean, P. V. Y., & Supriati, H. S. (2014). Uji Efektivitas Sediaan Gel Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji (*Psidium guajava Linn.*) Terhadap Penyembuhan Luka yang Terinfeksi Bakteri *Staphylococcus Aureus* Pada Kelinci (*Orytolagus cuniculus*). *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi UNSRAT*, 3(3), 2302–2493.
- Apriyani, T. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan & SPF (Sun Protection Factor) Ekstrak Polar & Non Polar Daun Kedondong (*Spondias dulcis Parkinson*) secara In Vitro. *Skripsi*.

- Arifin, B., & Ibrahim, S. (2018). Struktur, Bioaktivitas Dan Antioksidan Flavonoid. *Jurnal Zarah*, 6(1), 21–29. <https://doi.org/10.31629/zarah.v6i1.313>
- Ariyani, F., Eka Setiawan, L., & Edi Soetaredjo, F. (2008). Ekstraksi Minyak Atsiri dari Tanaman Sereh dengan Menggunakan Pelarut Metanol, Aseton, dan N-heksana. *Widya Teknik*, 7(2), 124-133. <https://doi.org/10.33508/wt.v7i2.1267>.
- Asih, D. J., Kadek Warditiani, N., Gede, I., Wiarsana, S., & Kunci, K. (2022). Review Artikel: Aktivitas Antioksidan Ekstrak Amla (*Phyllanthus emblica* / *Emblica officinalis*). *Jurnal Ilmiah Multi Displin Indonesia*, 1(6), 674–687.
- Asjur, A. V., Santi, E., Musdar, T. A., Saputro, S., & Rahman, R. A. (2023). Formulasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Sediaan Face Mist Ekstrak Etanol Kulit Apel Hijau (*Pyrus malus* L.) dengan Metode DPPH. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 5(3), 297–305. <https://doi.org/10.25026/jsk.v5i3.1750>
- Astuti, F. W., Saptawati, T., & Sa, A. (2024). Analisis Nilai SPF Ekstrak Etanol, Fraksi N-heksana, Fraksi Etil Asetat, dan Fraksi Air Kulit Batang Kawista (*Limonia Acidissima* Groff). *Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(3).
- Ayu, I. W., Putu Nyoman, N., Udayani, W., & Putri, G. A. (2024). Artikel Review : Peran Antioksidan Flavonoid dalam Menghambat Radikal Bebas. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)*, 6(2), 188–197.
- Azhari, D. (2015). Identifikasi interaksi padatan pada sistem biner kuersetin-nikotinamida. *Skripsi, Padang*, Universitas Andalas.
- Azkiyah, S. Z. (2013). Isolasi Senyawa Aktif Antioksidan dari Fraksi N-heksana Tumbuhan Paku *Nephrolepis falcata* (Cav.) C. Chr. Skripsi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, 1-82.

[Shttp://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/26473/1/Siti Zamilatul Azkiyah-FKI.pdf](http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/26473/1/Siti%20Zamilatul%20Azkiyah-FKI.pdf)

- Baud, G. S., Sangi, M. S., & Koleangan, H. S. J. (2014). Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Batang Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli* L.) dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). *Jurnal Ilmiah Sains*, 14(2), 106. <https://doi.org/10.35799/jis.14.2.2014.6065>
- Bintarti, T. (2019). Skrining Fitokimia dan Uji Kemampuan Sebagai Antioksidan Dari Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.). *Jurnal Ilmiah PANNMED (Pharmacist, Analyst, Nurse, Nutrition, Midwivery, Environment, Dentist)*, 9(1), 40–44. <https://doi.org/10.36911/pannmed.v9i1.341>
- Bintoro, A., Ibrahim, A. M., & Situmeang, B. (2017). Analisis Dan Identifikasi Senyawa Saponin Dari Daun Bidara (*Zhizipus mauritania* L.). *Jurnal Itekima*, 2(1), 84–94.
- Cahyani, L. D. (2018). Fraksi Senyawa Antituberkulosis dari Ekstrak Larut n-Heksan Daun Jati Merah (*Tectona grandis* L F). *Skripsi*, 1–83.
- Cahyani, M. (2017). Formulasi Dan Uji Pelepasan Kuersetin Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Pada Mikroemulsi Dalam Basis Gel Menggunakan Virgin Coconut Oil (VCO) Sebagai Fase Minyak. *Skripsi*, 1–94.
- Candra, L. M. M., Andayani, Y., & Wirasisya, D. G. (2021). Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Kandungan Fenolik Total dan Flavonoid Total Pada Ekstrak Etanol Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). *Jurnal Pijar Mipa*, 16(3), 397–405. <https://doi.org/10.29303/jpm.v16i3.2308>
- Damanis, F. V. M., Wewengkang, D. S., & Antasionasti, I. (2020). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol *Ascidian Herdmania* dengan Metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl). *Jurnal Pharmacon*, 9, 464–469.

- Damayanti, N. T. R. I. (2016). Potensi Pengembangan Tanaman Jambu Kristal (*Psidium guajava* L. 'Kristal') Berdasarkan Aspek Agroklimat di Jawa Barat. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Djapiala, F. Y., Montolalu, L. A., & Mentang, F. (2013). Kandungan Fenol Total Dalam Rumput Laut (*Caulerpa racemosa*) yang Berpotensi Sebagai Antioksidan. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 1(2). <https://doi.org/10.35800/mthp.1.2.2013.1859>
- Erlina Yulianti, Adelsa, A., & Putri, A. (2015). Penentuan Nilai SPF (Sun Protection Factor) Ekstrak Etanol 70% Temu Mangga (Curcuma mangga) dan Krim Ekstrak Etanol 70% Temu Mangga (Curcuma mangga) Secara in Vitro Menggunakan Metode Spektrofotometri. *Majalah Kesehatan FKUB*, 2(1), 41–50.
- Faqih, M., & Kunti, D. A. (2023). Aktivitas Antibakteri Fraksi-Faksi Daun Mangga (*Mangifera indica* L.) Harum Manis terhadap Bakteri *Bacillus subtilis*. *Jurnal Ilmu Farmasi Dan Farmasi Klinik*, 1, 11. <https://doi.org/10.31942/jiffk.v0i1.9388>
- Fathurrachman, D.A. (2014). Pengaruh Konsentrasi Pelarut Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Sirsak (*Annona muricata* Linn.) dengan Metode Peredaman Radikal Bebas DPPH. *Skripsi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah*, 20-21.
- Fatmawati, I. S., Haeruddin, & Mulyana, W. O. (2023). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etil Asetat Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dengan Metode DPPH. *Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 12(1), 41–49. <http://sains.uho.ac.id/index.php/journal>
- Fauziyyah, R. N. P., Komariah, M., & Herliani, Y. K. (2023). Sunlight Exposure and Protection Behavior as Prevention of

- Skin Cancer in Nursing Students. *Indonesian Journal of Cancer*, 17(1), 1. <https://doi.org/10.33371/ijoc.v17i1.921>
- Febryana, siti fitrianti aminah. (2020). Uji Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Jambu Biji Ungu (*Psidium guajava L.*) Menggunakan Pelarut yang Berbeda. *Sustainability (Switzerland)*, 14(2), 1–4.
- Firgiansyah, A. (2016). Perbandingan Kadar Glukosa Darah Menggunakan Spektrofotometer dan Glukometer. *Skripsi*, Fakultas Ilmu Keperawatan Dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang, 13(1), 1–71.
- Fitriyah, T. A., Setiawan, S. H., Halik, A., Utami, R. R., & Afriyanto, M. (2022). Guava (*Psidium guajava Linn*) Leaf Extract as Additional Ingredients in Tiramisu Chocolate Candy. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 17(1), 1–12.
- Furi, M., Rizaldi, R., Fernando, A., & Nasution, M. R. (2019). Uji Aktivitas Tabir Surya Ekstrak Etanol Daging Buah Jambu Biji Merah dan Jambu Biji Putih (*Psidium guajava L.*). *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, 7(2), 57–60.
- Habibi, A. I., Firmansyah, R. A., & Setyawati, S. M. (2018). Skrining fitokimia ekstrak n-Heksan korteks batang salam (*Syzygium polyanthum*). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(1), 1–4.
- Handarni, D., Putri, S. H., & Tensiska, T. (2020). Skrining Kualitatif Fitokimia Senyawa Antibakteri pada Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava L.*). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 8(2), 182–188. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2020.008.02.08>
- Handayani, P. A., & Nurcahyanti, H. (2015). Ekstraksi Minyak Atsiri Daun Zodia (*Evodia suaveolens*) dengan Metode Maserasi dan Distilasi Air. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.15294/jbat.v3i1.3095>
- Handayani, S., Wirasutisna, K. R., & Insanu, M. (2017). Penapisan

- Fitokimia dan Karakterisasi Simplicia Daun Jambu Mawar (*Syzygium jambos* Alston). *Jurnal Farmasi UIN Alauddin*, 5(3), 10.
- Hapsah Isfardiyana, S., & Ririn Safitri, S. (2014). Pentingnya Melindungi Kulit Dari Sinar Ultraviolet Dan Cara Melindungi Kulit Dengan Sunblock Buatan Sendiri. *Jurnal Inovasi Dan Kewirausahaan*, 3(2), 126–133.
- Hasanah, N., & Novian, D. R. (2020). Analisis Ekstrak Etanol Buah Labu Kuning (Cucurbita Moschata D.). *Parapemikir : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 9(1), 54. <https://doi.org/10.30591/pjif.v9i1.1758>
- He, H., Li, A., Li, S., Tang, J., Li, L., & Xiong, L. (2021). Natural components in sunscreens: Topical formulations with sun protection factor (SPF). *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 134(October 2020). <https://doi.org/10.1016/j.bioph.2020.111161>
- Helwandi, I. (2016). Validasi Metode Spektrofotometri UV-Vis Analisis Tiga Panjang Gelombang Untuk Penetapan Kadar Tablet Prednison Yang Mengandung Zat Pewarna. *Skripsi*, 101. http://repository.unair.ac.id/56266/13/FF_KF_52-16_Hel_v.pdf
- Hidayah, N. (2016). Pemanfaatan Senyawa Metabolit Sekunder Tanaman (Tanin dan Saponin) dalam Mengurangi Emisi Metan Ternak Ruminansia. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 11(2), 89–98.
- Himawan, H. C., Masaenah, E., & Putri, V. C. E. (2018). Aktivitas Antioksidan dan SPF Sediaan Krim Tabir Surya dari Ekstrak Etanol 70% Kulit Buah Pisang Ambon (*Musa acuminata Colla*). *Jurnal Farmamedika (Pharmamedica Journal)*, 3(2), 73–81. <https://doi.org/10.47219/ath.v3i2.14>
- Ikhlas, N. (2013). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Herba Kemangi (*Ocimum americanum* Linn) dengan Metode DPPH

- (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil). *Skripsi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah*.
- Indarto, I., Isnanto, T., Muyassaroh, F., & Putri, I. (2022). Efektivitas Kombinasi Ekstrak Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) dan Mikroalga (*Haematococcus pluvialis*) sebagai Krim Tabir Surya: Formulasi, Uji In Vitro, dan In Vivo. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 12(1), 11–24. <https://doi.org/10.22435/jki.v0i0.5085>
- Injilia Wungkana, Edi Suryanto, L. (2013). Aktivitas Antioksidan dan Tabir Surya Fraksi Fenolik dari Limbah Tongkol Jagung (*Zea mays L.*). *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 2(04), 149–155.
- Istiqomah. (2013). Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Sokletasi Terhadap Kadar Piperin Buah Cabe Jawa (*Piperis retrofracti fructus*). In *Skripsi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah* (Vol. 13, Issue 7). [https://doi.org/10.1016/0192-0561\(91\)90052-9](https://doi.org/10.1016/0192-0561(91)90052-9)
- Janeiro, P., & Oliveira Brett, A. M. (2004). Catechin electrochemical oxidation mechanisms. *Analytica Chimica Acta*, 518(1–2), 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2004.05.038>
- Khafiz, M. F. Al. (2021). Profil fitokimia dan aktivitas antioksidan ekstrak N-Heksana Fissidens Sp. dari kawasan wisata Dieng. *Jurnal Bina Cipta Husada*, 17(2), 86–96.
- Khairunnisa, N. (2017). Uji aktivitas antioksidan pada ekstrak daun zaitun (*Olea europaea L.*) menggunakan pelarut air dengan metode DPPH. *Skripsi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah*, 1–62.
- Khotimah, K. (2016). Skrining Fitokimia dan Identifikasi Metabolit Sekunder Senyawa Karpain Pada Ekstrak Metanol Daun *Carica pubescens* Lenne dan *K. Koch* Dengan LC/MS. *Uin Maulana Malik Ibrahim Malang*, 1–69.
- Khowas, A. D. F. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan dan Fitokimia

- Daun Beluntas (*Pluchea indica* L.) Hasil Ekstraksi Ultrasonik dengan Variasi Pelarut. *Skripsi of Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang*, 6.
- Kiki Maesaroh, Dikdik Kurnia, J. A. A. (2018). Perbandingan Metode Uji Aktivitas Antioksidan DPPH, FRAP dan FIC Terhadap Asam Askorbat, Asam Galat dan Kuersetin. *Jurnal Unpad*, 6(2), 93–100.
- Kirana Jati, N., Tri Prasetya, A., & Mursiti, S. (2019). Isolasi, Identifikasi, dan Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Alkaloid pada Daun Pepaya Info Artikel. *Jurnal MIPA*, 42(1), 1–6. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JM>
- Konda, J. P., Siampa, J. P., Tallei, T. E., Kepel, B. J., & Fatimawali, F. (2020). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Biji Langsat (*Lansium domesticum* var. *pubescens*) dan Duku (*Lansium domesticum* var. *domesticum*) dengan Metode DPPH. *Jurnal Ilmiah Sains*, 20(2), 113. <https://doi.org/10.35799/jis.20.2.2020.28835>
- Kurang, R. Y., & Kamengon, R. Y. (2021). Phytochemical Test and Antioxidant Activity of Methanol Extract in Arabica Coffee Leaves by Using DPPH Method (1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl). *Walisongo Journal of Chemistry*, 4(2), 113–118. <https://doi.org/10.21580/wjc.v4i2.8032>
- Kurniawan, A.K., Meiske, S.S., & Maureen, G. K. (2019). Skrining Fitokimia dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Dari Daun Turi (*Sesbania grandiflora* Pers). *Jurnal Chemistry Progress Universitas Sam Ratulangi*, 38–46. <https://doi.org/10.35799/cp.8.1.2015.9442>.
- Larasati, M. D., Permatasari, D. A. I., & Khasanah, I. N. (2023). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Buah Jambu Biji Australia (*Psidium Guajava* L .) Metode DPPH. *Journal of Educational Innovation and Public Health*, 1(4), 186–202.
- Lestari, P. P., Kusrini, D., & Anam, K. (2014). Anthocyanin

- Identification of Methanol-HCl Extract Active Fraction in Rosella (*Hibiscus Sabdariffa* L) and Its Potential as Xanthine Oxidase Inhibitor. *Jurnal Sains Dan Matematika*, 22(3), 72–78.
- Mahardani, O. T., & Yuanita, L. (2021). Efek Metode Pengolahan Dan Penyimpanan Terhadap Kadar Senyawa Fenolik Dan Aktivitas Antioksidan. *Unesa Journal of Chemistry*, 10(1), 64–78. <https://doi.org/10.26740/ujc.v10n1.p64-78>
- Manongko, P. S., Sangi, M. S., & Momuat, L. I. (2020). Uji Senyawa Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli* L.). *Jurnal MIPA*, 9(2), 64. <https://doi.org/10.35799/jmuo.9.2.2020.28725>
- Marliana, E., Isyahro, N. R., & Widodo, N. T. (2023). Uji Aktivitas Tabir Surya Ekstrak Metanol, Fraksi N-Heksana, Etil Asetat Dan Metanol-Air Daun Keledang (*Artocarpus lanceifolius Roxb*) Secara In Vitro. *Jurnal Ilmiah Sains*, 23(2), 158–167. <https://doi.org/10.35799/jis.v23i2.51543>
- Martunus, & Helwani, Z. (2007). Ekstraksi Dioksin Dalam Limbah Air Buangan Industri Pulp Dan Kertas Dengan Pelarut Toluuen. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 6(1), 1–4.
- Matheos, H., Runtuwene, M. R. J., & Sudewi, S. (2014). Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Daun Kayu Bulan (*Pisonia alba*). *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 3(3), 235–246.
- Mau, M. Y. (2021). Penetapan Kandungan Fenolik Total dan Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi Etil Asetat Ekstrak Metanol Daun Dudu (*Piper sarmentosum* Robx.). *Jurnal Ilmiah Sosial*, 3(2), 107–118.
- Mayadewi, N. N. A., & Sukewijaya, I. M. (2019). Perbaikan Kualitas Buah Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Kultivar Getas Merah melalui Aplikasi GA3, sebagai Upaya Meningkatkan Daya Saing Buah Lokal. *Agrotrop : Journal on Agriculture Science*, 9(1), 23.

<https://doi.org/10.24843/ajoas.2019.v09.i01.p03>

- Mbanga, L., Mpiana, P. T., Bokolo, K., Mvingu, K., Ngoy, B., Muwara, K., & Mulenga, M. (2014). Sun Protection Factor (SPF) Determination of Cosmetic Formulations Made in Kinshasa (DR Congo) by in-vitro Method Using UV-VIS Spektrophotometer. *Journal of Physycal and Chemical Sciences*, 2(1), 1–5. <http://scienceq.org/Journals/JPCS.php>
- Mbangan, L., Mulenga, M., Mpiana, P., Bokolo, K., Mumbwa, M., & Mvingu, K. (2014). Determination of Sun Protection Factor (SPF) of Some Body Creams and Lotions Marketed in Kinshasa by Ultraviolet Spectrophotometry. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science (IJARCS)*, 1(8), 7–13.
- Misfadhila, S., Chandra, B., Wahyuni, Y., Kadar, P., Total, F., Uji, D. A. N., Erma, A., Sari, N., Puspitasari, A. D., Setyowati, D. A., No, V., Desiyana, L. S., Husni, M. A., Zhafira, S., Farmasi, J., Mipa, F., Kuala, U. S., & Aceh, D. B. (2020). Pengaruh Fraksi Air, Etil Asetat dan N-heksan dari Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbii* L.) Terhadap Kelarutan Kalsium Batu Ginjal Secara In Vitro. *Jurnal Farmasi Higea*, 12(2), 115–123.
- Muthmainnah. (2017). Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Etanol Buah Delima (*Punica granatum* L.) dengan Metode Uji Warna. *Media Farmasi Poltekkes Makasar*, 53(4), 130.
- Nabillah, A.-Z., & Chatri, M. (2024). Peranan Senyawa Metabolit Sekunder Untuk Pengendalian Penyakit Pada Tanaman. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 15900–15911.
- Noer, S., Pratiwi, R. D., & Gresinta, E. (2018). Penetapan Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin dan Flavonoid) sebagai Kuersetin Pada Ekstrak Daun Inggu (*Ruta angustifolia* L.). *Jurnal Eksakta*, 18(1), 19–29. <https://doi.org/10.20885/eksakta.vol18.iss1.art3>

- Novadi Rahmatulla, A., Sugihartini, N., & Susanti, H. (2020). Aktivitas Antioksidan dan Nilai SPF (Sun Protection Factor) Ekstrak Etanol (*Carica Papaya L.*) yang Diperoleh dari Simplisia dan Buah Segar. *Jurnal Surya Medika*, 5(2), 146–152.
- Noviyanty, Y. (2022). Fraksinasi dan Skrining Fraksi Ekstrak Etanol Daun Binahong (*Anredera Cordifolia (Ten) Steenis*) Dengan Menggunakan Metode Kromatografi Lapis Tipis. *Jurnal Ilmiah Pharmacy*, 9(2), 83–90. <https://doi.org/10.52161/jiphar.v9i2.417>
- Nugraheni, B., Rininingsih, U., & Swandari, M. T. K. (2021). Pengaruh Konsentrasi Etanol dan Konsentrasi Ekstrak Bunga Mawar Merah (*Rosa hybrida Hora Syn. damascena Mill.*) terhadap Nilai Sun Protection Factor (SPF). *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 4(1), 45–50. <https://doi.org/10.35473/ijpnp.v4i1.635>
- Nugroho, W., Ayuchecaria, N., & Aryzki, S. (2022). Penentuan Nilai Sun Protecting Factor (SPF) Dan Uji Karakteristik Sifat Fisik-Kimia Sediaan Nanoherbal Bedak Dayak. *Journal Pharmaceutical Care and Sciences*, 3(1), 140–146. <https://doi.org/10.33859/jpcs.v3i1.255>
- Nurhasnawati, H., Sukarmi, S., & Handayani, F. (2017). Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Sokletasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Jambu Bol (*Syzygium malaccense L.*). *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 3(1), 91–95. <https://doi.org/10.51352/jim.v3i1.96>
- Permatasari, S. D. A. (2021). Formulasi dan Uji Potensi Sediaan Krim Tabir Surya Ekstrak Etanol Daun Alpukat (*Persea americana*) Secara In Vitro. *Skripsi*, 3(2), 6.
- Prashant Tiwari, Bimlesh Kumar, Mandeep Kaur, Gurpreet Kaur, H. K. (2017). Phytochemical Screening and Extraction: A Review. *Hepatology*, 66(6), 1866–1884. <https://doi.org/10.1002/hep.29375>

- Prasiddha, I. J., Laeliocattleya, R. A., & Estiasih, T. (2016). Potensi senyawa bioaktif rambut jagung (*zea mays L*) untuk tabir surya alami: Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 4(1), 40–45.
- Pratiwi, 2018. (2017). Skrining Uji Efek Antimitosis Ekstrak Daun Botto ' -botto ' (*Chromolaena odorata L*) Menggunakan Sel Telur Bulubabi (*Tripneustus gratilla L*). *Jurnal Farmasi Indonesia*, 2, 55–60.
- Prayitno, S. A., & Rahim, A. R. (2020). The Comparison of Extracts (Ethanol And Aquos Solvents) *Muntingia calabura* Leaves on Total Phenol, Flavonid And Antioxidant (IC₅₀) Properties. *Kontribusia (Research Dissemination for Community Development)*, 3(2), 319. <https://doi.org/10.30587/kontribusia.v3i2.1451>
- Pupunk Fajriyani, Aulia Nur Rahmawati, & Novena Yety Lindawati. (2022). Aktivitas Antibakteri Fraksi Etil Asetat Daun Jambu Air (*Syzygium aqueum*) Terhadap *Shigella dysentriiae*. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 8(2), 266–276. <https://doi.org/10.51352/jim.v8i2.630>
- Purnamasari Rezki, A., Astuti, W., & Marliana, E. (2022). Daya Antibakteri Ekstrak Metanol Batang *Melicope glabra* (BI .) T . G . Hartley. *Jurnal Atomik*, 07(1).
- Purwaningsih, S., Salamah, E., & Adnin, M. N. (2015). Efek Fotoprotektif Krim Tabir Surya dengan Penambahan Karaginan dan Buah Bakau Hitam (*Rhizopora mucronata* Lamk.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(1), 1–14. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v7i1.9819>
- Putri, A. A. S., & Hidajati, N. (2015a). Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Fenolik Ekstrak Metanol Kulit Batang Tumbuhan Nyiri Batu (*Xylocarpus moluccensis*). *Unesa Journal of Chemistry*, 4(1), 1–6. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/unesa-journal-of-chemistry/article/viewFile/10820/10386>

- Putri, A. A. S., & Hidajati, N. (2015b). Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Fenolik Ekstrak Metanol Kulit Batang Tumbuhan Nyiri Batu (*Xylocarpus moluccensis*). *UNESA Journal of Chemistry*, 4(1), 37–42.
- Putri, N. R., Agustin, D., & Nisa, K. (2022). Formulasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Krim Biji dan Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji (*Psidium guajava L.*) sebagai Body Scrub. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 12(1), 50–57. <https://doi.org/10.22435/jki.v0i0.4673>
- Qurrota, A., & Laily, A. N. (2011). Ananlisis Fitokimia Daun Pepaya (*Carica Papaya L*) Di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Kendalpayak, Malang. *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*, 134–137.
- Rachman, E. A. (2022). Uji Toksisitas Fraksi N-heksana, Etil Asetat, Dan Etanol-Air Daun Kersen (*Muntingia calabura*) Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). *Skripsi*, 9, 356–363.
- Rahmadani, D. dan N. (2021). Potensi Antioksidan Fraksi Etil Asetat Dan Fraksi N-Heksana Terhadap Penangkapan Radikal Bebas Potential Antioxidants Of Ethlacetate Fraction And N-Hexana Fraction Of Ethanol Extract Of Java Acid Fruit (*Tamarindus Indica L*). *Farmasainkes*, 1(1), 28–37.
- Rahmaniati M, A., Ulfah, M., & Mulangsari, D. A. K. (2018). Standarisasi Parameter Non Spesifik Ekstrak Etanol Daun Pegagan (*Centella asiatica L.*) Di Dua Tempat Tumbuh. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 3(1). <https://doi.org/10.31942/inteka.v3i1.2128>
- Rahmawati, F. (2015). Optimisasi Penggunaan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) Pada Pemisahan Senyawa Alkaloid Daun Pulai (*Alstonia scholaris L.R.Br*). *Skripsi*, 151, 10–17.
- Rauf, A., SuryaNingsi, & Yasin, R. A. (2017). Penentuan Aktivitas Potensi Tabir Surya Ekstrak Kulit Buah Jeruk (*Citrus*

- aurantifolia) Secara in Vitro. *Jurnal Fik Uinam*, 5(3), 193–198.
- Rina Budi Satiyarti, Yuli Yana, F. (2019). Penggunaan Ekstrak Daun Jambu Biji (Psidium Guajava L .). *Al-Kimiya*, 6(1), 32–35.
- Riwanti, P., & Izazih, F. (2019). Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol 96% *Sargassum polycystum* dan Profile dengan Spektrofotometri Infrared. *Acta Holistica Pharmaciana*, 2(1), 34–41.
- Romanhole, R. C., Fava, A. L. M., Tundisi, L. L., Macedo, L. M. de, Santos, É. M. dos, Ataide, J. A., & Mazzola, P. G. (2020). Unplanned absorption of sunscreen ingredients: Impact of formulation and evaluation methods. *International Journal of Pharmaceutics*, 591(October). <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2020.120013>
- Rustani, D., & Susanto, S. (2019). Kualitas Fisik dan Kimia Buah Jambu ‘Kristal’ pada Letak Cabang yang Berbeda. *Buletin Agrohorti*, 7(2), 123–129. <https://doi.org/10.29244/agrob.7.2.123-129>
- Salsabila, S., Rahmiyani, I., & Sri Zustika, D. (2021). Nilai Sun Protection Factor (SPF) pada Sediaan Lotion Ekstrak Etanol Daun Jambu Air (*Syzygium aqueum*). *Majalah Farmasetika*, 6(Suppl 1), 123. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i0.36664>
- Santosa, I. E., & Harmita, A. N. I. (2020). Pengukuran etilen hasil proses peroksidasi lipid pada biocream yang diinduksi sinar ultraviolet menggunakan detektor fotoakustik. *Jurnal Fisika*, 10(2), 27–34.
- Saputri, A. P., Augustina, I., & Fatmaria. (2020). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminate* x *Musa balbisiana*). *Jurnal Kedokteran*, 8(1), 973–980.

- Sari, D. E. M., & Fitrianingsih, S. (2020). Analisis Kadar Nilai Sun Protection Factor (SPF) pada Kosmetik Krim Tabir Surya yang Beredar di Kota Pati Secara In Vitro. *Cendekia Journal of Pharmacy*, 4(1), 69–79. <https://doi.org/10.31596/cjp.v4i1.81>
- Sari, F., Kurniaty, I., & Susanty. (2021). Aktivitas antioksidan ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava* L) sebagai zat tambah pembuatan sabun cair. *Jurnal Konversi*, 10(1), 7. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/konversi/article/view/10239>
- Sarianggari, D. (2017). Aktivitas Antibakteri Fraksi N-heksana, Etil Asetat dan Air Ekstrak Etanol 70% Daun Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Terhadap *Shigella dysenteriae* ATCC 9361 dengan Metode Difusi. *Skrpsi Universitas Setia Budi*, 1–14.
- Sembiring, B. B., Bermawie, N., Rizal, M., & Kartikawati, A. (2020). Pengaruh Teknik Ekstraksi Daun Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas*) dan Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*) terhadap Aktivitas Antioksidan. *Jurnal Jamu Indonesia*, 5(1), 22–32.
- Sholikhah, R. M. (2016). Identifikasi senyawa triterpenoid dari fraksi n-heksan ekstrak rumput bambu (*Lophantherum gracile* Brongn.) dengan metode UPLC-MS. *Uin Malang*, 61–62.
- Susanti, Y., Purba, A. V., & Rahmat, D. (2020). Nilai Antioksidan dan Spf dari Kombinasi Minyak Biji Wijen (*Sesamum indicum* L.) dan Minyak Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.). *Majalah Farmaseutik*, 16(1), 107. <https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v16i1.52243>
- Suwarna, E. R. (2020). Isolasi Senyawa Aktif Fraksi N-Heksana dari Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) dan Uji Aktivitas Antikanker Payudara dalam Formula Sediaan Nanopartikel Self-Nano Emulsifying Drug Delivery

- System (SNEDDS) Terhadap Sel T47D dan MCF-7. *SKRIPSI Universitas Islam Indonesia*, 69.
- Syamsul, E. S., Supomo, & Jubaidah, S. (2020). Karakterisasi Simplisia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Daun Pidada Merah (*Sonneratia caseolaris* L). *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 6(3), 184–190. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2020.v6.i3.15319>
- Syarif, S. U. (2017). Uji Potensi Tabir Surya Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Berdaging Putih Secara In Vitro. *Skripsi*, 5(1), 1–8.
- Tando, E. (2018). Review: Potensi Senyawa Metabolit Sekunder dalam Sirsak (*Annona Muricata*) dan Srikaya (*Annona squamosa*) sebagai Pestisida Nabati untuk Pengendalian Hama dan Penyakit pada Tanaman. *Jurnal Biotropika*, 6(1), 21–27.
- Taufikurohmah, T. (2019). Uji Aktifitas Tabir Surya Nano-Titanium Oksida Untuk Mendukung Formula Kosmetik Antiaging Khusus Menghambat Penuaan Akibat Sinar Matahari. *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 2(2), 19. <https://doi.org/10.26740/icaj.v2n2.p19-24>
- Tefi, N. S. (2023). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji Putih (*Psidium guajava* L.) Dengan Metode DPPH (2, 2-Diphenyl-1-Picrylhidrazil). *Skripsi Universitas dr. Soebandi*.
- Theafelicia, Z., & Narsito Wulan, S. (2023). Perbandingan Berbagai Metode Pengujian Aktivitas Antioksidan(DPPH, ABTS, dan FRAP) Pada Teh Hitam (*Camellia sinensis*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 24(1), 35–44. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2023.024.01.4>
- Ulfa, S. M., Iftitah, E. D., & Rahman, M. F. (2022). Training On Phytochemical Tests Of Secondary Metabolites Of Secang (*Caesalpinia Sappan* L.) To The Indonesia Chemical Science

- Educator Association (Ppski). *Journal of Innovation and Applied Technology*, 08(01), 1371–1376.
- Wadoe, M., Syifaudin, D. S., Alfianna, W., Aifa, F. F., D. P., N., Savitri, R. A., Andri, M. D., Iksan, N. D. M., Manggala, A., Fauzi, I. Q. K., Ayu, N., Mutrikah, M., & Sulistyarini, A. (2020). Penggunaan Dan Pengetahuan Sunscreen Pada Mahasiswa Unair. *Jurnal Farmasi Komunitas*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.20473/jfk.v6i1.21821>
- Widyawati, E., Dida Ayuningtyas, N., & Pitarisa, A. P. (2019). Penentuan Nilai SPF Ekstra dan Losion Tabir Surya Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 1(3), 189–202.
- Wiraningtyas, A., Ruslan, R., Agustina, S., & Hasanah, U. (2019). Penentuan Nilai Sun Protection Factor (SPF) dari Kulit Bawang Merah. *Jurnal Redoks (Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia)*, 2(01), 34–43. <https://doi.org/10.33627/re.v2i01.140>
- World Health Organization. (2023). Working Under the Sun Causes 1 in 3 Deaths from Non-melanoma Skin Cancer, Say WHO and ILO. Geneva, Switzerland: WHO.
- Wulandari R.T. (2021). Uji Antioksidan Ekstra N-Heksana dari Kulit Umbi Wortel (*Daucus carota* L.) dengan Metode DPPH (1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil). *Skripsi*, 3–45.
- Yuhernita, & Juniarti. (2011). Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak Metanol Daun Surian yang Berpotensi sebagai Antioksidan. *Makara Journal of Science*, 15(1), 48–52.
- Zaitun Hasibuan, P. A., & Mardiana. (2018). Antioxidant Activity of n-Hexane, Ethyl Acetate and Ethanol Extract from Lakoocha Leaves (*Artocarpus lacucha* Buch.-Ham) using DPPH Method. *Indonesian Journal of Pharmaceutical and*

Clinical Research, 1(2), 41–47.
<https://doi.org/10.32734/ijpcr.v1i2.433>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Kadar Air

$$\begin{aligned}\% \text{Kadar air} &= \frac{[(\text{Berat cawan+sampel awal}) - (\text{Berat cawan+sampel kering})]}{[(\text{Berat cawan+sampel awal}) - (\text{Berat cawan tanpa sampel})]} \times 100\% \\ &= \frac{35,88 - 35,53}{35,88 - 30,88} \times 100\% \\ &= \frac{0,35}{5} \times 100\% \\ &= 7\%\end{aligned}$$

Lampiran 2. Perhitungan Persen Rendemen

$$\begin{aligned}\% \text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak yang diperoleh}}{\text{Berat sampel awal}} \times 100\% \\ \% \text{Rendemen EJK} &= \frac{39,4469}{250} \times 100\% = 15,779\% \\ \% \text{Rendemen FNH} &= \frac{3,9159}{15} \times 100\% = 26,11\% \\ \% \text{Rendemen FE} &= \frac{5,6792}{15} \times 100\% = 37,86\% \\ \% \text{Rendemen FEA} &= \frac{4,7874}{15} \times 100\% = 31,92\%\end{aligned}$$

Lampiran 3. Perhitungan Uji Antioksidan

1. Perhitungan pembuatan larutan induk DPPH

$$\begin{aligned}100 \text{ mg/L} &= \frac{100 \text{ mg}}{\text{L}} \\ \frac{100 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} &= \frac{\text{X}}{100 \text{ mL}}\end{aligned}$$

$$X = \frac{100 \text{ mg} \times 100 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}}$$

$$X = 10 \text{ mg}$$

Jadi, untuk membuat 100 ppm larutan induk DPPH ditimbang sebanyak 10 mg DPPH.

2. Perhitungan pembuatan standar quercetin

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

$$\frac{100 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} = \frac{X}{100 \text{ mL}}$$

$$X = \frac{100 \text{ mg} \times 100 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}}$$

$$X = 10 \text{ mg}$$

Jadi, untuk membuat larutan quercetin 100 ppm ditimbang quercetin sebanyak 10 mg.

Pengenceran:

a. 1 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \times 1 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{25 \text{ mL/ppm}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,25 \text{ mL}$$

b. 2 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 25 \text{ mL} \times 2 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL/ppm}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ mL}$$

c. 3 ppm

$$\begin{aligned}
 V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\
 V_1 \times 100 \text{ ppm} &= 25 \text{ mL} \times 3 \text{ ppm} \\
 V_1 &= \frac{75 \text{ mL/ppm}}{100 \text{ ppm}} \\
 V_1 &= 0,75 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

d. 4 ppm

$$\begin{aligned}
 V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\
 V_1 \times 100 \text{ ppm} &= 25 \text{ mL} \times 4 \text{ ppm} \\
 V_1 &= \frac{1000 \text{ mL/ppm}}{100 \text{ ppm}} \\
 V_1 &= 1 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

e. 5 ppm

$$\begin{aligned}
 V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\
 V_1 \times 100 \text{ ppm} &= 25 \text{ mL} \times 5 \text{ ppm} \\
 V_1 &= \frac{125 \text{ mL/ppm}}{100 \text{ ppm}} \\
 V_1 &= 1,25 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan uji aktivitas antioksidan

$$\begin{aligned}
 100 \text{ mg/L} &= \frac{100 \text{ mg}}{\text{L}} \\
 \frac{100 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} &= \frac{X}{100 \text{ mL}} \\
 X &= \frac{100 \text{ mg} \times 100 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \\
 X &= 10 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

Jadi, untuk membuat 100 ppm larutan pengujian sampel EJK, FE dan FEA ditimbang sebanyak 10 mg sampel.

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

$$\frac{1000 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} = \frac{\text{X}}{100 \text{ mL}}$$

$$\text{X} = \frac{1000 \text{ mg} \times 100 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}}$$

$$\text{X} = 100 \text{ mg}$$

Jadi, untuk membuat 1000 ppm larutan pengujian sampel FNH ditimbang sebanyak 100 mg.

Pengenceran:

a. 5 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \times 5 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL/ppm}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ mL}$$

b. 10 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \times 10 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{100 \text{ mL/ppm}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

c. 15 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \times 15 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{150 \text{ mL/ppm}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1,5 \text{ mL}$$

d. 20 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \times 20 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{200 \text{ mL/ppm}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 2 \text{ mL}$$

e. 25 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \times 25 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{250 \text{ mL/ppm}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 2,5 \text{ mL}$$

f. 30 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 100 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \times 30 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{300 \text{ mL/ppm}}{100 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 3 \text{ mL}$$

g. 50 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

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

$$V_1 = \frac{500 \text{ mL/ppm}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ mL}$$

h. 100 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \times 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{1000 \text{ mL/ppm}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

i. 15 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \times 150 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{1500 \text{ mL/ppm}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1,5 \text{ mL}$$

j. 20 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \times 200 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{2000 \text{ mL/ppm}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 2 \text{ mL}$$

k. 25 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \times 250 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{2500 \text{ mL/ppm}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 2,5 \text{ mL}$$

Kurva panjang gelombang maksimum DPPH



Persen penghambatan DPPH oleh ekstrak daun jambu kristal
(*Psidium guajava* L. ‘Kristal’)

No	konsentrasi	Abs blanko	Abs sampel	%inhibisi	Rata-rata %inhibisi
1	5	0.829	0.741	10.61519903	13.09322376
	5	0.909	0.788	13.31133113	
	5	0.895	0.751	16.08938547	
	5	0.874	0.766	12.35697941	
2	10	0.829	0.654	21.10977081	24.91440253
	10	0.909	0.659	27.50275028	
	10	0.895	0.645	27.93296089	
	10	0.874	0.672	23.11212815	
3	15	0.829	0.498	39.92762364	38.21519622
	15	0.909	0.536	41.03410341	
	15	0.895	0.571	36.20111732	
	15	0.874	0.562	35.6979405	
4	20	0.829	0.365	55.97104946	52.73342344
	20	0.909	0.415	54.34543454	
	20	0.895	0.443	50.5027933	
	20	0.874	0.436	50.11441648	
5	25	0.829	0.255	69.24004825	64.42357066
	25	0.909	0.357	60.72607261	
	25	0.895	0.313	65.02793296	
	25	0.874	0.326	62.70022883	

Keterangan:

Konsentrasi sampel = Sampel (ppm)

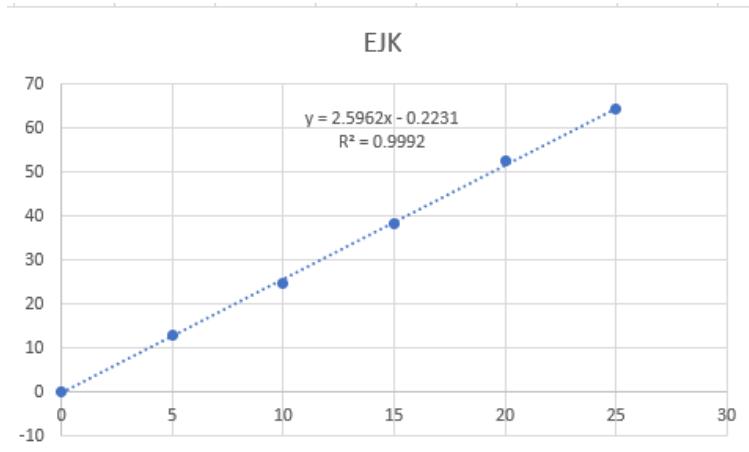
Abs Blanko = Absorbansi blanko

Abs Sampel

= Absorbansi sampel

% Inhibisi

= Persentase penghambatan (%)



Contoh perhitungan persentase penghambatan (%inhibisi) DPPH

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Abs blanko} - \text{Abs sampel}}{\text{Abs blanko}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Inhibisi (5 ppm)} &= \frac{0,829 - 0,741}{0,829} \times 100\% \\ &= 0,10615 \times 100\% \\ &= 10,615\% \end{aligned}$$

Perhitungan konsentrasi penghambatan 50% (IC₅₀)

$$y = ax + b$$

$$y = 2,5962x + (-0,2231)$$

$$50 = 2,5962x - 0,2231$$

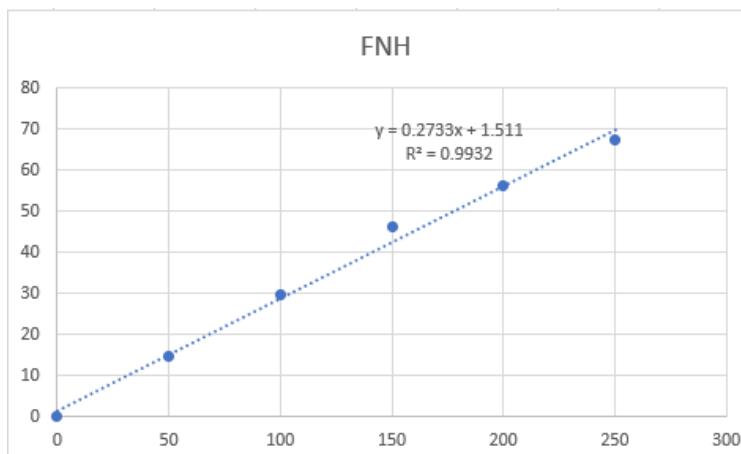
$$x = \frac{50 + 0,2231}{2,5962}$$

$$x = \frac{50,2231}{2,5962}$$

$$x = 19,345$$

Persen penghambatan DPPH oleh fraksi n-heksana

No	konsentrasi	Abs blanko	Abs sampel	%Inhibisi	Rata-rata %Inhibisi
1	50	0.801	0.68	15.10611735	14.6115811
	50	0.794	0.661	16.75062972	
	50	0.764	0.658	13.87434555	
	50	0.755	0.659	12.71523179	
2	100	0.801	0.565	29.46317104	29.69282616
	100	0.794	0.536	32.49370277	
	100	0.764	0.505	33.90052356	
	100	0.755	0.582	22.91390728	
3	150	0.801	0.464	42.07240949	46.13168418
	150	0.794	0.38	52.14105793	
	150	0.764	0.413	45.94240838	
	150	0.755	0.42	44.37086093	
4	200	0.801	0.331	58.67665418	56.15071876
	200	0.794	0.364	54.15617128	
	200	0.764	0.328	57.06806283	
	200	0.755	0.342	54.70198675	
5	250	0.801	0.296	63.04619226	67.43561911
	250	0.794	0.246	69.01763224	
	250	0.764	0.21	72.51308901	
	250	0.755	0.263	65.16556291	



Perhitungan konsentrasi penghambatan 50% (IC_{50})

$$y = ax + b$$

$$y = 0,2733x + 1,511$$

$$50 = 0,2733x + 1,511$$

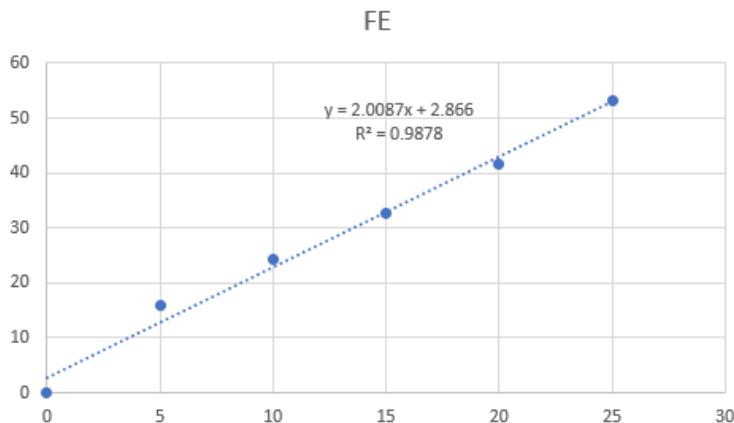
$$x = \frac{50 - 1,511}{0,2733}$$

$$x = \frac{48,489}{0,2733}$$

$$x = 177,420$$

Persen penghambatan DPPH oleh fraksi etil asetat

No	konsentrasi	Abs blanko	Abs sampel	%inhibisi	Rata-rata %Inhibisi
1	5	1.042	0.831	20.24952015	16.00725241
	5	1.039	0.934	10.10587103	
	5	1.035	0.844	18.45410628	
	5	1.025	0.869	15.2195122	
2	10	1.042	0.678	34.9328215	24.28068732
	10	1.039	0.809	22.13666987	
	10	1.035	0.781	24.5410628	
	10	1.025	0.866	15.51219512	
3	15	1.042	0.668	35.8925144	32.69350352
	15	1.039	0.703	32.3387873	
	15	1.035	0.731	29.37198068	
	15	1.025	0.685	33.17073171	
4	20	1.042	0.59	43.378119	41.60413763
	20	1.039	0.613	41.00096246	
	20	1.035	0.609	41.15942029	
	20	1.025	0.606	40.87804878	
5	25	1.042	0.413	60.3646833	53.26527881
	25	1.039	0.533	48.70067372	
	25	1.035	0.513	50.43478261	
	25	1.025	0.476	53.56097561	



Perhitungan konsentrasi penghambatan 50% (IC₅₀)

$$y = ax + b$$

$$y = 2,0087x + 2,866$$

$$50 = 2,0087x + 2,866$$

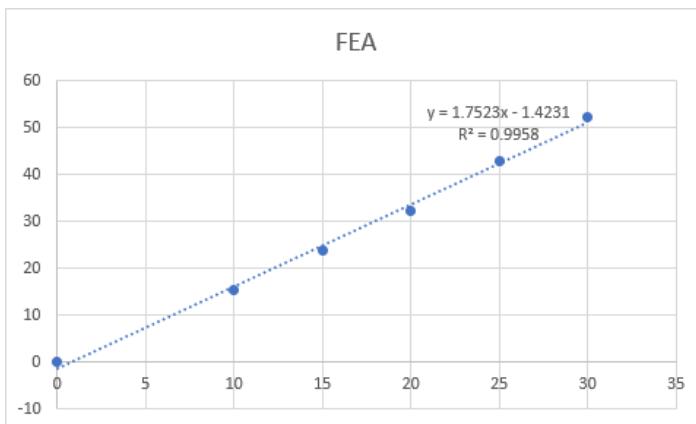
$$x = \frac{50 - 2,866}{2,0087}$$

$$x = \frac{47,134}{2,0087}$$

$$x = 23,465$$

Persen penghambatan DPPH oleh fraksi etanol air

No	konsentrasi	Abs blanko	Abs sampel	%Inhibisi	Rata-rata %Inhibisi
1	10	0.988	0.781	20.951417	15.28115288
	10	0.969	0.85	12.28070175	
	10	0.99	0.885	10.60606061	
	10	0.995	0.823	17.28643216	
2	15	0.988	0.742	24.89878543	23.88383044
	15	0.969	0.761	21.46542828	
	15	0.99	0.742	25.05050505	
	15	0.995	0.755	24.12060302	
3	20	0.988	0.699	29.25101215	32.2326896
	20	0.969	0.617	36.32610939	
	20	0.99	0.719	27.37373737	
	20	0.995	0.637	35.9788995	
4	25	0.988	0.538	45.5465587	42.83663994
	25	0.969	0.545	43.75644995	
	25	0.99	0.528	46.66666667	
	25	0.995	0.643	35.37688442	
5	30	0.988	0.484	51.01214575	52.45920284
	30	0.969	0.459	52.63157895	
	30	0.99	0.471	52.42424242	
	30	0.995	0.46	53.76884422	



Perhitungan konsentrasi penghambatan 50% (IC_{50})

$$y = ax + b$$

$$y = 1,7523x - 1,4231$$

$$50 = 1,7523x - 1,4231$$

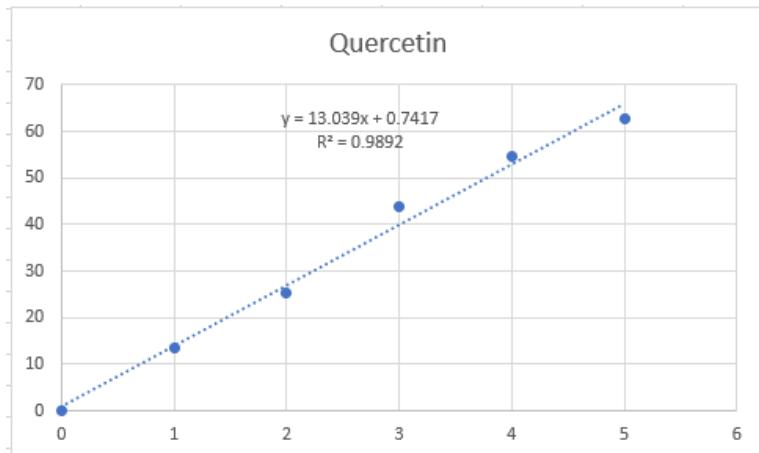
$$x = \frac{50+1,4231}{1,7523}$$

$$x = \frac{51,4231}{1,7523}$$

$$x = 29,346$$

Persen penghambatan DPPH oleh quercetin

No	konsentrasi	Abs blanko	Abs sampel	%Inhibisi	Rata-rata %Inhibisi
1	1	0.749	0.637	14.95327103	13.47412892
	1	0.728	0.635	12.77472527	
	1	0.715	0.62	13.28671329	
	1	0.753	0.656	12.88180611	
2	2	0.749	0.533	28.83845127	25.1760836
	2	0.728	0.554	23.9010989	
	2	0.715	0.58	18.88111888	
	2	0.753	0.534	29.08366534	
3	3	0.749	0.387	48.33110814	43.95719163
	3	0.728	0.401	44.91758242	
	3	0.715	0.436	39.02097902	
	3	0.753	0.425	43.55909695	
4	4	0.749	0.3	59.94659546	54.55880314
	4	0.728	0.336	53.84615385	
	4	0.715	0.349	51.18881119	
	4	0.753	0.352	53.25365206	
5	5	0.749	0.296	60.48064085	62.86270817
	5	0.728	0.318	56.31868132	
	5	0.715	0.246	65.59440559	
	5	0.753	0.233	69.05710491	



Perhitungan konsentrasi penghambatan 50% (IC₅₀)

$$y = ax + b$$

$$y = 13,039x + 0.7417$$

$$50 = 13,039x + 0,7417$$

$$x = \frac{50 - 0,7417}{13,039}$$

$$x = \frac{49,2583}{13,039}$$

$$x = 3,777$$

Lampiran 4. Perhitungan Uji Aktivitas *Sun Protection Factor (SPF)*

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

$$\frac{1000 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} = \frac{X}{100 \text{ mL}}$$

$$X = \frac{1000 \text{ mg} \times 100 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}}$$

$$X = 100 \text{ mg}$$

Jadi, untuk membuat 1000 ppm larutan induk uji aktivitas SPF ditimbang sampel sebanyak 100 mg.

Pengenceran:

a. 50 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

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

$$V_1 = \frac{500 \frac{\text{mL}}{\text{ppm}}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ mL}$$

b. 100 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \times 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{1000 \frac{\text{mL}}{\text{ppm}}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

c. 150 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \times 150 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{1500 \frac{\text{mL}}{\text{ppm}}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 1,5 \text{ mL}$$

d. 200 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \times 200 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{2000 \frac{\text{mL}}{\text{ppm}}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 2 \text{ mL}$$

e. 250 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 10 \text{ mL} \times 250 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{2500 \frac{\text{mL}}{\text{ppm}}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 2,5 \text{ mL}$$

Contoh perhitungan menentukan nilai SPF UV B

$$\text{SPF 50 ppm} = \sum_{290}^{320} [\text{EE}(\lambda) \times \text{I}(\lambda) \times \text{Abs}] \times \text{CF}$$

$$= [(0,5405 \times 0,0150) + (0,40975 \times 0,0817) + (0,269 \times 0,2874) + (0,2285 \times 0,3278) + (0,196 \times 0,1864) + (0,682 \times 0,0839) + (0,154 \times 0,0180)] \times 10$$

$$= 2,944$$

Hasil perhitungan SPF UV B ekstrak daun jambu kristal (*Psidium guajava* L. 'Kristal')

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
50 ppm	290	A	0,525	0,0150	0,007875	0,0081075
		B	0,945	0,0150	0,014175	
		C	0,423	0,0150	0,006345	
		D	0,269	0,0150	0,004035	
	295	A	0,395	0,0817	0,0322715	0,033476575
		B	0,703	0,0817	0,0574351	
		C	0,321	0,0817	0,0262257	
		D	0,220	0,0817	0,017974	
	300	A	0,276	0,2874	0,0793224	0,0773106
		B	0,404	0,2874	0,1161096	
		C	0,194	0,2874	0,0557556	
		D	0,202	0,2874	0,0580548	
	305	A	0,236	0,3278	0,0773608	0,079023
		B	0,329	0,3278	0,1078462	
		C	0,164	0,3278	0,0537592	
		D	0,185	0,3278	0,060643	
	310	A	0,202	0,1864	0,0376528	0,0365344
		B	0,280	0,1864	0,052192	
		C	0,137	0,1864	0,0255368	
		D	0,165	0,1864	0,030756	
	315	A	0,176	0,0839	0,0147664	0,0572198
		B	0,243	0,0839	0,0203877	
		C	0,115	0,0839	0,0096485	
		D	0,148	0,0839	0,0124172	
	320	A	0,157	0,0180	0,002826	0,002772
		B	0,219	0,0180	0,003942	
		C	0,104	0,0180	0,001872	
		D	0,136	0,0180	0,002448	
\sum_{320}^{290}					0,2944	
Nilai SPF					2,944	

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
100 ppm	290	A	1,071	0,0150	0,016065	0,057045
		B	0,966	0,0150	0,01449	
		C	0,776	0,0150	0,01164	
		D	0,990	0,0150	0,01485	
	295	A	0,899	0,0817	0,0734483	0,063297075
		B	0,751	0,0817	0,0613567	
		C	0,640	0,0817	0,052288	
		D	0,809	0,0817	0,0660953	
	300	A	0,598	0,2874	0,1718652	0,1514598
		B	0,503	0,2874	0,1445622	
		C	0,483	0,2874	0,1388142	
		D	0,524	0,2874	0,1505976	
	305	A	0,512	0,3278	0,1678336	0,1481656
		B	0,427	0,3278	0,1399706	
		C	0,422	0,3278	0,1383316	
		D	0,447	0,3278	0,1465266	
	310	A	0,439	0,1864	0,0818296	0,0723698
		B	0,369	0,1864	0,0687816	
		C	0,365	0,1864	0,068036	
		D	0,388	0,1864	0,070832	
	315	A	0,379	0,0839	0,0317981	0,028526
		B	0,321	0,0839	0,0269319	
		C	0,319	0,0839	0,0267641	
		D	0,341	0,0839	0,0286099	
	320	A	0,339	0,0180	0,006102	0,0055125
		B	0,290	0,0180	0,00522	
		C	0,288	0,0180	0,005184	
		D	0,308	0,0180	0,005544	
\sum_{320}^{290}					0,5264	
Nilai SPF					5,264	

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
150 ppm	290	A	1,419	0,0150	0,021285	0,063465
		B	1,161	0,0150	0,017415	
		C	0,697	0,0150	0,010455	
		D	0,954	0,0150	0,01431	
	295	A	1,188	0,0817	0,0970596	0,073713825
		B	0,961	0,0817	0,0785137	
		C	0,642	0,0817	0,0524514	
		D	0,818	0,0817	0,0668306	
	300	A	0,902	0,2874	0,2592348	0,22280685
		B	0,791	0,2874	0,2273334	
		C	0,661	0,2874	0,1899714	
		D	0,747	0,2874	0,2146878	
	305	A	0,780	0,3278	0,255684	0,22593615
		B	0,697	0,3278	0,2284766	
		C	0,606	0,3278	0,1986468	
		D	0,674	0,3278	0,2209372	
	310	A	0,672	0,1864	0,1252608	0,1126322
		B	0,612	0,1864	0,1140768	
		C	0,533	0,1864	0,0993512	
		D	0,600	0,1864	0,11184	
	315	A	0,582	0,0839	0,0488298	0,044571875
		B	0,541	0,0839	0,0453899	
		C	0,469	0,0839	0,0393491	
		D	0,533	0,0839	0,04047187	
	320	A	0,519	0,0180	0,0009342	
		B	0,489	0,0180	0,0008802	0,008613
		C	0,423	0,0180	0,0007614	
		D	0,483	0,0180	0,0008694	
\sum_{320}^{290}						0,7517
Nilai SPF						7,517

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
200 ppm	290	A	1,177	0,0150	0,017655	0,019575
		B	1,584	0,0150	0,02376	
		C	1,196	0,0150	0,01794	
		D	1,263	0,0150	0,018945	
	295	A	1,046	0,0817	0,0854582	0,095589
		B	1,392	0,0817	0,1137264	
		C	1,088	0,0817	0,0888896	
		D	1,154	0,0817	0,0942818	
	300	A	0,976	0,2874	0,2805024	0,3042129
		B	1,155	0,2874	0,331947	
		C	1,005	0,2874	0,288837	
		D	1,098	0,2874	0,3155652	
	305	A	0,901	0,3278	0,2953478	0,3235386
		B	1,070	0,3278	0,350746	
		C	0,934	0,3278	0,3061652	
		D	1,043	0,3278	0,3418954	
	310	A	0,833	0,1864	0,1552712	0,17242
		B	1,008	0,1864	0,1878912	
		C	0,866	0,1864	0,1614224	
		D	0,993	0,1864	0,1850952	
	315	A	0,771	0,0839	0,0646869	0,073517375
		B	0,968	0,0839	0,0812152	
		C	0,806	0,0839	0,0676234	
		D	0,960	0,0839	0,080544	
	320	A	0,722	0,0180	0,012996	0,0152055
		B	0,953	0,0180	0,017154	
		C	0,756	0,0180	0,013608	
		D	0,948	0,0180	0,017064	
\sum_{320}^{390}						1,0041
Nilai SPF						10,041

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
250 ppm	290	A	1,542	0,0150	0,023175	0,0236775
		B	1,521	0,0150	0,022815	
		C	1,766	0,0150	0,02649	
		D	1,482	0,0150	0,02223	
	295	A	1,444	0,0817	0,1179748	0,12022155
		B	1,424	0,0817	0,1163408	
		C	1,652	0,0817	0,1349684	
		D	1,366	0,0817	0,1116022	
	300	A	1,346	0,2874	0,3868404	0,3825294
		B	1,326	0,2874	0,3810924	
		C	1,359	0,2874	0,3905766	
		D	1,293	0,2874	0,3716082	
300 ppm	305	A	1,260	0,3278	0,413028	0,40655395
		B	1,240	0,3278	0,406472	
		C	1,247	0,3278	0,4087666	
		D	1,214	0,3278	0,3979492	
	310	A	1,182	0,1864	0,2203248	0,2161774
		B	1,157	0,1864	0,2156648	
		C	1,159	0,1864	0,2160376	
		D	1,141	0,1864	0,2126824	
	315	A	1,125	0,0839	0,0943875	0,09241585
		B	1,095	0,0839	0,0918705	
		C	1,097	0,0839	0,0920383	
		D	1,089	0,0839	0,0913671	
320 ppm	320	A	1,097	0,0180	0,019746	0,0193095
		B	1,063	0,0180	0,019134	
		C	1,065	0,0180	0,01917	
		D	1,066	0,0180	0,019188	
	\sum_{320}^{290}					1,2609
	Nilai SPF					12,609

Hasil perhitungan SPF UV B fraksi n-heksana

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
50 ppm	290	A	0,584	0,0150	0,00876	0,00589125
		B	0,163	0,0150	0,002445	
		C	0,213	0,0150	0,003195	
		D	0,611	0,0150	0,009165	
	295	A	0,425	0,0817	0,0347225	0,025796775
		B	0,162	0,0817	0,0132354	
		C	0,215	0,0817	0,0175655	
		D	0,461	0,0817	0,0376637	
	300	A	0,235	0,2874	0,067539	0,0622221
		B	0,157	0,2874	0,0451218	
		C	0,211	0,2874	0,0606414	
		D	0,263	0,2874	0,0755862	
300 ppm	305	A	0,197	0,3278	0,0645766	0,06285565
		B	0,149	0,3278	0,0488422	
		C	0,202	0,3278	0,0662156	
		D	0,219	0,3278	0,0717882	
	310	A	0,177	0,1864	0,0329928	0,0326666
		B	0,139	0,1864	0,0259096	
		C	0,190	0,1864	0,035416	
		D	0,195	0,1864	0,036348	
	315	A	0,158	0,0839	0,0132562	0,013424
		B	0,127	0,0839	0,0106553	
		C	0,181	0,0839	0,0151859	
		D	0,174	0,0839	0,0145986	
320 ppm	320	A	0,138	0,0180	0,002484	0,002592
		B	0,110	0,0180	0,00198	
		C	0,173	0,0180	0,003114	
		D	0,155	0,0180	0,00279	
	\sum_{320}^{290}					0,2054
Nilai SPF						2,054

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
100 ppm	290	A	0,347	0,0150	0,005205	0,006855
		B	0,713	0,0150	0,010695	
		C	0,301	0,0150	0,004515	
		D	0,467	0,0150	0,007005	
	295	A	0,346	0,0817	0,0282682	0,034661225
		B	0,560	0,0817	0,045752	
		C	0,301	0,0817	0,0245917	
		D	0,490	0,0817	0,040033	
	300	A	0,335	0,2874	0,096279	0,1024581
		B	0,365	0,2874	0,104901	
		C	0,292	0,2874	0,0839208	
		D	0,434	0,2874	0,1247316	
	305	A	0,311	0,3278	0,1019458	0,10465015
		B	0,315	0,3278	0,103257	
		C	0,272	0,3278	0,0891616	
		D	0,379	0,3278	0,1242362	
	310	A	0,284	0,1864	0,0529376	0,0530774
		B	0,283	0,1864	0,0527512	
		C	0,252	0,1864	0,0469728	
		D	0,320	0,1864	0,059648	
	315	A	0,257	0,0839	0,0215623	0,0213945
		B	0,254	0,0839	0,0213106	
		C	0,231	0,0839	0,0193809	
		D	0,278	0,0839	0,0233242	
	320	A	0,229	0,0180	0,004122	0,0040635
		B	0,222	0,0180	0,003996	
		C	0,202	0,0180	0,003636	
		D	0,250	0,0180	0,0045	
\sum_{320}^{290}					0,3272	
Nilai SPF					3,272	

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
150 ppm	290	A	0,862	0,0150	0,01293	0,0087075
		B	0,487	0,0150	0,007305	
		C	0,480	0,0150	0,0072	
		D	0,493	0,0150	0,007395	
	295	A	0,721	0,0817	0,0589057	0,044628625
		B	0,484	0,0817	0,0395428	
		C	0,481	0,0817	0,0392977	
		D	0,499	0,0817	0,0407683	
	300	A	0,509	0,2874	0,1462866	0,13744705
		B	0,469	0,2874	0,1347906	
		C	0,463	0,2874	0,1330662	
		D	0,472	0,2874	0,13565528	
	305	A	0,445	0,3278	0,145871	0,14234715
		B	0,432	0,3278	0,1416096	
		C	0,427	0,3278	0,1399706	
		D	0,433	0,3278	0,1419374	
	310	A	0,402	0,1864	0,0749328	0,0739542
		B	0,396	0,1864	0,0738144	
		C	0,392	0,1864	0,0730688	
		D	0,397	0,1864	0,0740008	
	315	A	0,363	0,0839	0,0304557	0,030266925
		B	0,360	0,0839	0,030204	
		C	0,359	0,0839	0,0301201	
		D	0,361	0,0839	0,0302879	
	320	A	0,325	0,0180	0,00585	0,005814
		B	0,322	0,0180	0,005796	
		C	0,323	0,0180	0,005814	
		D	0,322	0,0180	0,005796	
\sum_{320}^{290}					0,4432	
Nilai SPF					4,432	

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
200 ppm	290	A	1,028	0,0150	0,01542	0,01059375
		B	0,584	0,0150	0,00876	
		C	0,645	0,0150	0,009675	
		D	0,568	0,0150	0,00852	
	295	A	0,888	0,0817	0,0725496	0,054555175
		B	0,582	0,0817	0,0475494	
		C	0,645	0,0817	0,0526965	
		D	0,556	0,0817	0,0454252	
	300	A	0,675	0,2874	0,193995	0,1685601
		B	0,531	0,2874	0,1526094	
		C	0,619	0,2874	0,1779006	
		D	0,521	0,2874	0,1497354	
	305	A	0,598	0,3278	0,1960244	0,17168525
		B	0,467	0,3278	0,1530826	
		C	0,570	0,3278	0,186846	
		D	0,460	0,3278	0,150788	
	310	A	0,542	0,1864	0,1010288	0,0871886
		B	0,405	0,1864	0,075492	
		C	0,525	0,1864	0,09786	
		D	0,399	0,1864	0,0743736	
	315	A	0,494	0,0839	0,0441142	0,03527565
		B	0,339	0,0839	0,0284421	
		C	0,483	0,0839	0,0405237	
		D	0,334	0,0839	0,0280226	
	320	A	0,446	0,0180	0,008028	0,0063225
		B	0,262	0,0180	0,004716	
		C	0,438	0,0180	0,007884	
		D	0,259	0,0180	0,004662	
\sum_{320}^{290}					0,5342	
Nilai SPF					5,342	

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
250 ppm	290	A	1,205	0,0150	0,018075	0,01289625
		B	0,740	0,0150	0,0111	
		C	0,773	0,0150	0,011595	
		D	0,721	0,0150	0,010815	
	295	A	1,076	0,0817	0,0879092	0,0670757
		B	0,730	0,0817	0,059641	
		C	0,772	0,0817	0,0630724	
		D	0,706	0,0817	0,0576802	
	300	A	0,856	0,2874	0,2460144	0,21145455
		B	0,682	0,2874	0,1960068	
		C	0,740	0,2874	0,212676	
		D	0,665	0,2874	0,191121	
	305	A	0,760	0,3278	0,249128	0,21577435
		B	0,605	0,3278	0,198319	
		C	0,678	0,3278	0,2222484	
		D	0,590	0,3278	0,193402	
	310	A	0,692	0,1864	0,1289888	0,110209
		B	0,533	0,1864	0,0993512	
		C	0,622	0,1864	0,1159408	
		D	0,518	0,1864	0,0965552	
	315	A	0,634	0,0839	0,0531926	0,04417335
		B	0,458	0,0839	0,0384262	
		C	0,569	0,0839	0,0477391	
		D	0,445	0,0839	0,0373355	
	320	A	0,583	0,0180	0,010494	0,008235
		B	0,372	0,0180	0,006696	
		C	0,514	0,0180	0,009252	
		D	0,361	0,0180	0,006498	
\sum_{320}^{290}					0,6698	
Nilai SPF					6,698	

Hasil perhitungan SPF UV B fraksi etil asetat

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A	
50 ppm	290	A	0,219	0,0150	0,003285	0,00487875	
		B	0,216	0,0150	0,00324		
		C	0,245	0,0150	0,003675		
		D	0,621	0,0150	0,009315		
	295	A	0,203	0,0817	0,0165851	0,022447075	
		B	0,215	0,0817	0,0175655		
		C	0,229	0,0817	0,0187093		
		D	0,452	0,0817	0,0369284		
	300	A	0,202	0,2874	0,0580548	0,06387465	
		B	0,199	0,2874	0,0571926		
		C	0,226	0,2874	0,0649524		
		D	0,262	0,2874	0,0752988		
	305	A	0,199	0,3278	0,0652322	0,0696575	
		B	0,197	0,3278	0,0645766		
		C	0,223	0,3278	0,0730994		
		D	0,231	0,3278	0,0757218		
	310	A	0,193	0,1864	0,0359752	0,0381654	
		B	0,191	0,1864	0,0356024		
		C	0,218	0,1864	0,0406352		
		D	0,217	0,1864	0,0404488		
	315	A	0,187	0,0839	0,0156893	0,016633175	
		B	0,186	0,0839	0,0156054		
		C	0,213	0,0839	0,0178707		
		D	0,207	0,0839	0,0173673		
	320	A	0,184	0,0180	0,003312	0,0034965	
		B	0,183	0,0180	0,003294		
		C	0,209	0,0180	0,003762		
		D	0,201	0,0180	0,003618		
\sum_{320}^{290}						0,2192	
Nilai SPF						2,192	

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A	
100 ppm	290	A	0,899	0,0150	0,013485	0,0093225	
		B	0,531	0,0150	0,007965		
		C	0,558	0,0150	0,00837		
		D	0,498	0,0150	0,00747		
	295	A	0,765	0,0817	0,0625005	0,0455886	
		B	0,491	0,0817	0,0401147		
		C	0,516	0,0817	0,0421572		
		D	0,460	0,0817	0,037582		
	300	A	0,516	0,2874	0,1482984	0,1401075	
		B	0,478	0,2874	0,1373772		
		C	0,504	0,2874	0,1448496		
		D	0,452	0,2874	0,12990048		
	305	A	0,470	0,3278	0,154066	0,15201725	
		B	0,460	0,3278	0,150788		
		C	0,487	0,3278	0,1596386		
		D	0,438	0,3278	0,1435764		
	310	A	0,440	0,1864	0,082016	0,082249	
		B	0,439	0,1864	0,0818296		
		C	0,466	0,1864	0,0868624		
		D	0,420	0,1864	0,078288		
	315	A	0,416	0,0839	0,0349024	0,0353542875	
		B	0,420	0,0839	0,035238		
		C	0,446	0,0839	0,0374194		
		D	0,403	0,0839	0,0338117		
	320	A	0,400	0,0180	0,0072	0,0077715	
		B	0,405	0,0180	0,00729		
		C	0,432	0,0180	0,007776		
		D	0,490	0,0180	0,00882		
\sum_{320}^{290}						0,4724	
Nilai SPF						4,724	

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
150 ppm	290	A	1,194	0,0150	0,01791	0,01517625
		B	0,856	0,0150	0,01284	
		C	0,831	0,0150	0,012465	
		D	1,166	0,0150	0,01749	
	295	A	1,056	0,0817	0,0862752	0,07381595
		B	0,798	0,0817	0,0651966	
		C	0,777	0,0817	0,0634809	
		D	0,983	0,0817	0,0803111	
	300	A	0,798	0,2874	0,2293452	0,222232
		B	0,771	0,2874	0,2215854	
		C	0,754	0,2874	0,2166996	
		D	0,770	0,2874	0,221298	
	305	A	0,736	0,3278	0,2412608	0,23822865
		B	0,738	0,3278	0,2419164	
		C	0,722	0,3278	0,2366716	
		D	0,711	0,3278	0,2330658	
	310	A	0,690	0,1864	0,128616	0,1279636
		B	0,700	0,1864	0,13048	
		C	0,689	0,1864	0,1284296	
		D	0,667	0,1864	0,1243288	
	315	A	0,651	0,0839	0,0546189	0,054535
		B	0,665	0,0839	0,0557935	
		C	0,655	0,0839	0,0549545	
		D	0,629	0,0839	0,0527731	
	320	A	0,623	0,0180	0,011214	0,011205
		B	0,637	0,0180	0,011466	
		C	0,628	0,0180	0,011304	
		D	0,602	0,0180	0,010836	
\sum_{320}^{290}						0,7432
Nilai SPF						7,432

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
200 ppm	290	A	1,134	0,0150	0,01701	0,01900875
		B	1,426	0,0150	0,02139	
		C	1,438	0,0150	0,02157	
		D	1,071	0,0150	0,016065	
	295	A	1,066	0,0817	0,0870922	0,094465625
		B	1,279	0,0817	0,1044943	
		C	1,273	0,0817	0,1040041	
		D	1,007	0,0817	0,0822719	
	300	A	1,025	0,2874	0,294585	0,2930043
		B	1,032	0,2874	0,2965968	
		C	1,049	0,2874	0,3014826	
		D	0,972	0,2874	0,2793528	
	305	A	0,974	0,3278	0,3192772	0,31411435
		B	0,958	0,3278	0,3140324	
		C	0,973	0,3278	0,3189494	
		D	0,928	0,3278	0,3041984	
	310	A	0,919	0,1864	0,1713016	0,1683658
		B	0,899	0,1864	0,1675736	
		C	0,915	0,1864	0,170556	
		D	0,880	0,1864	0,164032	
	315	A	0,867	0,0839	0,0727413	0,07160865
		B	0,848	0,0839	0,0711472	
		C	0,864	0,0839	0,0724896	
		D	0,835	0,0839	0,0700565	
	320	A	0,828	0,0180	0,014904	0,014688
		B	0,811	0,0180	0,014598	
		C	0,826	0,0180	0,014868	
		D	0,799	0,0180	0,014382	
\sum_{320}^{290}						0,9753
Nilai SPF						9,753

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
250 ppm	290	A	1,346	0,0150	0,02019	0,0224175
		B	1,663	0,0150	0,024945	
		C	1,658	0,0150	0,02487	
		D	1,311	0,0150	0,019665	
	295	A	1,286	0,0817	0,1050662	0,115094875
		B	1,536	0,0817	0,1254912	
		C	1,534	0,0817	0,1253278	
		D	1,279	0,0817	0,1044943	
	300	A	1,240	0,2874	0,356376	0,36233955
		B	1,291	0,2874	0,3710334	
		C	1,307	0,2874	0,3756318	
		D	1,205	0,2874	0,346317	
	305	A	1,181	0,3278	0,3871318	0,3890986
		B	1,202	0,3278	0,3940156	
		C	1,219	0,3278	0,3995882	
		D	1,146	0,3278	0,3756588	
	310	A	1,116	0,1864	0,2080224	0,2084418
		B	1,128	0,1864	0,2102592	
		C	1,144	0,1864	0,2132416	
		D	1,085	0,1864	0,202244	
	315	A	1,056	0,0839	0,0885984	0,088535475
		B	1,062	0,0839	0,0891018	
		C	1,078	0,0839	0,0904442	
		D	1,025	0,0839	0,0859975	
	320	A	1,008	0,0180	0,018144	0,0181305
		B	1,013	0,0180	0,018234	
		C	1,028	0,0180	0,018504	
		D	0,980	0,0180	0,01764	
\sum_{320}^{290}					0,12041	
Nilai SPF					12,041	

Hasil perhitungan SPF UV B fraksi etanol-air

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
50 ppm	290	A	0,588	0,0150	0,00882	0,00516375
		B	0,552	0,0150	0,00828	
		C	0,126	0,0150	0,00189	
		D	0,111	0,0150	0,001665	
	295	A	0,421	0,0817	0,0343957	0,019750975
		B	0,371	0,0817	0,0303107	
		C	0,094	0,0817	0,0076798	
		D	0,081	0,0817	0,0066177	
	300	A	0,186	0,2874	0,0534564	0,0360687
		B	0,161	0,2874	0,0462714	
		C	0,083	0,2874	0,0238542	
		D	0,072	0,2874	0,0206928	
	305	A	0,142	0,3278	0,0465476	0,03278
		B	0,120	0,3278	0,039336	
		C	0,075	0,3278	0,024585	
		D	0,063	0,3278	0,0206514	
	310	A	0,113	0,1864	0,0210632	0,0152848
		B	0,096	0,1864	0,0178944	
		C	0,063	0,1864	0,0117432	
		D	0,056	0,1864	0,0104384	
	315	A	0,092	0,0839	0,0077188	0,00566325
		B	0,077	0,0839	0,0064603	
		C	0,054	0,0839	0,0045306	
		D	0,047	0,0839	0,0039433	
	320	A	0,079	0,0180	0,001422	0,0010575
		B	0,067	0,0180	0,001206	
		C	0,047	0,0180	0,000846	
		D	0,042	0,0180	0,000756	
\sum_{320}^{290}					0,1158	
Nilai SPF					1,158	

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
100 ppm	290	A	0,296	0,0150	0,00444	0,00725625
		B	0,691	0,0150	0,010365	
		C	0,664	0,0150	0,00996	
		D	0,284	0,0150	0,00426	
	295	A	0,229	0,0817	0,0187093	0,030576225
		B	0,532	0,0817	0,0434644	
		C	0,501	0,0817	0,0409317	
		D	0,235	0,0817	0,0191995	
	300	A	0,200	0,2874	0,05748	0,06444945
		B	0,263	0,2874	0,0755862	
		C	0,241	0,2874	0,0692634	
		D	0,193	0,2874	0,0554682	
	305	A	0,177	0,3278	0,0580206	0,0612986
		B	0,210	0,3278	0,068838	
		C	0,191	0,3278	0,0626098	
		D	0,170	0,3278	0,055726	
	310	A	0,153	0,1864	0,0285192	0,0297774
		B	0,176	0,1864	0,0328064	
		C	0,160	0,1864	0,029824	
		D	0,150	0,1864	0,02796	
	315	A	0,130	0,0839	0,010907	0,0113265
		B	0,147	0,0839	0,0123333	
		C	0,135	0,0839	0,0113265	
		D	0,128	0,0839	0,0107392	
	320	A	0,113	0,0180	0,002034	0,0021195
		B	0,128	0,0180	0,002304	
		C	0,118	0,0180	0,002124	
		D	0,112	0,0180	0,002016	
\sum_{320}^{290}						0,2068
Nilai SPF						2,068

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
150 ppm	290	A	0,880	0,0150	0,0132	0,0098775
		B	0,472	0,0150	0,00708	
		C	0,466	0,0150	0,00699	
		D	0,816	0,0150	0,01224	
	295	A	0,658	0,0817	0,0537586	0,0401964
		B	0,365	0,0817	0,0298205	
		C	0,362	0,0817	0,0295754	
		D	0,583	0,0817	0,0476311	
	300	A	0,395	0,2874	0,113523	0,0988656
		B	0,318	0,2874	0,0913932	
		C	0,315	0,2874	0,090531	
		D	0,348	0,2874	0,1000152	
	305	A	0,325	0,3278	0,106535	0,09547175
		B	0,278	0,3278	0,0911284	
		C	0,277	0,3278	0,0908006	
		D	0,285	0,3278	0,093423	
	310	A	0,271	0,1864	0,0505144	0,0458078
		B	0,234	0,1864	0,0436176	
		C	0,237	0,1864	0,0441768	
		D	0,241	0,1864	0,0449224	
	315	A	0,227	0,0839	0,0190453	0,017262425
		B	0,194	0,0839	0,0162766	
		C	0,199	0,0839	0,0166961	
		D	0,203	0,0839	0,0170317	
	320	A	0,195	0,0180	0,00351	0,003177
		B	0,164	0,0180	0,002952	
		C	0,171	0,0180	0,003078	
		D	0,176	0,0180	0,003168	
\sum_{320}^{290}						0,3107
Nilai SPF						3,107

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
200 ppm	290	A	0,568	0,0150	0,00852	0,01024125
		B	0,605	0,0150	0,009075	
		C	0,593	0,0150	0,008895	
		D	0,965	0,0150	0,014475	
	295	A	0,461	0,0817	0,0376637	0,043035475
		B	0,475	0,0817	0,0388075	
		C	0,462	0,0817	0,0377454	
		D	0,709	0,0817	0,0579253	
	300	A	0,386	0,2874	0,1109364	0,11919915
		B	0,413	0,2874	0,1186962	
		C	0,401	0,2874	0,1152474	
		D	0,459	0,2874	0,1319166	
	305	A	0,340	0,3278	0,111452	0,1176802
		B	0,362	0,3278	0,1186636	
		C	0,352	0,3278	0,1153856	
		D	0,382	0,3278	0,1252196	
	310	A	0,292	0,1864	0,0544288	0,0571782
		B	0,311	0,1864	0,0579704	
		C	0,302	0,1864	0,0562928	
		D	0,322	0,1864	0,0600208	
	315	A	0,248	0,0839	0,0208072	0,021793025
		B	0,263	0,0839	0,0220657	
		C	0,256	0,0839	0,0214784	
		D	0,272	0,0839	0,0228208	
	320	A	0,213	0,0180	0,003834	0,004023
		B	0,226	0,0180	0,004068	
		C	0,220	0,0180	0,00396	
		D	0,235	0,0180	0,00423	
\sum_{320}^{290}						0,3732
Nilai SPF						3,732

Formula	Panjang gelombang	Replikasi	Absorbansi	EE x I	EE x I x A	Rata-rata nilai EE x I x A
250 ppm	290	A	0,771	0,0150	0,011565	0,0126075
		B	0,749	0,0150	0,011235	
		C	1,111	0,0150	0,016665	
		D	0,731	0,0150	0,010965	
	295	A	0,627	0,0817	0,0512259	0,05445305
		B	0,606	0,0817	0,0495102	
		C	0,841	0,0817	0,0687097	
		D	0,592	0,0817	0,0483664	
	300	A	0,527	0,2874	0,1514598	0,1516035
		B	0,512	0,2874	0,1471488	
		C	0,572	0,2874	0,1643928	
		D	0,499	0,2874	0,1434126	
	305	A	0,462	0,3278	0,1514436	0,14988655
		B	0,449	0,3278	0,1471822	
		C	0,479	0,3278	0,1570162	
		D	0,439	0,3278	0,1439042	
	310	A	0,396	0,1864	0,0738144	0,072696
		B	0,383	0,1864	0,0713912	
		C	0,405	0,1864	0,075492	
		D	0,376	0,1864	0,0700864	
	315	A	0,334	0,0839	0,0280226	0,027624075
		B	0,324	0,0839	0,0271836	
		C	0,341	0,0839	0,0286099	
		D	0,318	0,0839	0,0266802	
	320	A	0,286	0,0180	0,005148	0,0050805
		B	0,277	0,0180	0,004986	
		C	0,293	0,0180	0,005274	
		D	0,273	0,0180	0,004914	
\sum_{320}^{290}						0,4740
Nilai SPF						4,740

Lampiran 5. Dokumentasi hasil pengujian

Preparasi Sampel



Uji Kadar Air



Ekstraksi Daun Jambu Kristal



Fraksinasi Daun Jambu Kristal



Uji Fitokimia

Metabolit sekunder	Ekstrak etanol	Fraksi n-heksana	Fraksi etil asetat	Fraksi etanol-air
Flavonoid				
Saponin				
Tanin				
Alkaloid	Wagner Dragendroff 	Dragendroff 	Dragendroff 	Dragendroff

				
Fenolik				
Steroid				
Triterpenoid				

Uji Antioksidan





Uji Sun Protection Factor (SPF)





DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama : Wahyu Wulandari
Tempat, tanggal lahir : Pelalawan, 24 Januari 2003
NIM : 2108036006
Alamat : Ds.Banjar Panjang
Kec.Kerumutan, Pelalawan, Riau
No.telepon : 082284802472
E-mail : dari43493@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. TK Permata Bunda
2. SDN 010 Kerumutan
3. MTs Khairul Ummah
4. SMA Muhammadiyah Gubug