

**UJI POTENSI EKSTRAK ETANOL BUAH JERUK POMELO  
MERAH (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) SEBAGAI BAHAN  
ALAMI TABIR SURYA SECARA IN-VITRO**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**LADAIYA MAGINTA MOCHTAR**

**NIM. 17910013**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER  
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2022**

**UJI POTENSI EKSTRAK ETANOL BUAH JERUK POMELO  
MERAH (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) SEBAGAI BAHAN  
ALAMI TABIR SURYA SECARA IN-VITRO**

**SKRIPSI**

Diajukan kepada:

Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan

Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang  
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Memperoleh Gelar  
Sarjana Kedokteran (S.Ked.)

Oleh

**LADAIYA MAGINTA MOCHTAR**

**NIM: 17910013**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER  
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG**

**2022**

**UJI POTENSI EKSTRAK ETANOL BUAH JERUK POMELO  
MERAH (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) SEBAGAI BAHAN  
ALAMI TABIR SURYA SECARA *IN-VITRO***

**SKRIPSI**

Oleh:

**LADAIYA MAGINTA MOCHTAR**

**NIM: 17910013**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji:

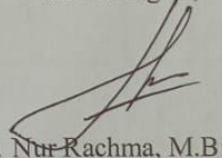
Tanggal: 07 Desember 2022

Pembimbing I,

  
dr. Badariyatud Dini, Sp.BP-RE (K)

NID.T. 19820519201911202265

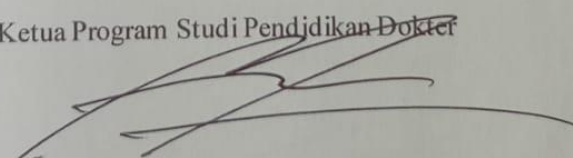
Pembimbing II,

  
dr. Lailia Nur Rachma, M.Biomed

NIP. 198406232011012009

Mengetahui:

Ketua Program Studi Pendidikan Dokter

  
dr. Tias Pramesti Griana, M.Biomed.

NIP. 198105182011012011

**UJI POTENSI EKSTRAK ETANOL BUAH JERUK POMELO  
MERAH (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) SEBAGAI BAHAN  
ALAMI TABIR SURYA SECARA *IN-VITRO***

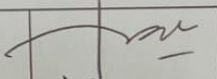
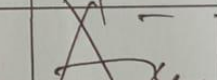
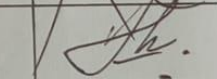
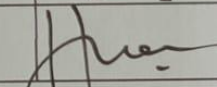
**SKRIPSI**

Oleh:

**LADAIYA MAGINTA MOCHTAR**

**NIM.17910013**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran (S. Ked.)  
Tanggal : 29 Desember 2022

Penguji Utama	<u>dr. Ana Rahmawati, M.Biomed</u> NIP. 197412032009122001	
Ketua Penguji	<u>dr. Badariyatud Dini, Sp.BP-RE (K)</u> NIDT. 19820519201911202265	
Sekretaris Penguji	<u>dr. Lailia Nur Rachma, M.Biomed</u> NIP. 198406232011012009	
Anggota Penguji	<u>drg. Anik Listiyana, M.Biomed</u> NIP. 198008052009122001	

Mengesahkan:

Ketua Program Studi Pendidikan Dokter,



dr. Tias Pramesti Griana, M.Biomed  
NIP. 198105182011012011

# PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Nama : Ladaiya Maginta Mochtar

NIM : 17910013

Program Studi : Pendidikan Dokter

Fakultas : Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan (FKIK)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan data, tulisan atau pikiran orang lain, yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini adalah hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi perbuatan tersebut.

Malang, 07 Desember 2022



Ladaiya Maginta Mochtar

NIM: 17910013

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah Swt. yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya kepada penulis selama proses menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah Saw. yang mengantarkan manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang ini. Alhamdulillah skripsi dengan judul Uji Potensi Ekstrak Etanol Buah Jeruk Pomelo Merah (*Citrus Maxima* (Burm.) Merr.) Sebagai Bahan Alami Tabir Surya Secara In-Vitro ini dapat diselesaikan, guna memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan pada Jurusan/Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri (PSPD FKIK UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena menyadari keterbatasan yang ada. Untuk itu, demi sempurnanya skripsi ini, penulis sangat membutuhkan dukungan dan sumbangsih pikiran yang berupa kritik dan saran yang membangun. Selama penulisan skripsi ini tentunya penulis tidak lepas dari berbagai pihak yang telah mendukung dan membimbing penulis selama proses penyelesaian skripsi ini. Ucapan terimakasih penulis berikan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M. A, selaku Rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. dr. Yuyun Yueniwati Prabowowati Wadjib, M.Kes, Sp.Rad (K), selaku Dekan FKIK UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. dr. Tias Pramesti Griana, M.Biomed. selaku ketua Program Studi Pendidikan FKIK UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. dr. Badariyatud Dini, Sp.BP-RE(K). selaku dosen pembimbing 1 dan ketua penguji skripsi.

5. dr. Lailia Nur Rachma, M.Biomed. selaku dosen pembimbing akademik, dosen pembimbing skripsi 2 dan sekretaris penguji skripsi.
  6. dr. Ana Rahmawati, M.Biomed, selaku penguji utama.
  7. Ibu Larasati Sekar Kinasih, M.Gz. selaku Kepala Unit Skripsi.
  8. Ibunda Mukhlisotin, Ayahanda Moch Ali Mochtar dan seluruh keluarga penulis.
  9. Segenap teman-teman “Claustrum 2017”.
  10. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
- Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Penulis berharap semoga hasil skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis pribadi. Amin Yaa Rabbal ‘Alamin.  
Wassalamu’alaikum Wr. Wb.

Malang, 24 November 2021

Penulis,

Ladaiya Maginta Mochtar

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	3
HALAMAN PERSETUJUAN .....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN .....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	5
KATA PENGANTAR .....	7
DAFTAR ISI .....	i
DAFTAR TABEL .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	iv
PENDAHULUAN .....	5
1.1 Latar Belakang Masalah .....	5
1.2 Rumusan Masalah .....	8
1.3 Tujuan Penelitian .....	8
1.4 Manfaat Penelitian .....	9
BAB II .....	10
TINJAUAN PUSTAKA .....	10
2.1 Sinar Matahari .....	10
2.1.1 Komponen Sinar Matahari .....	10
2.1.2 Efek Sinar Matahari .....	11
2.2 Kulit .....	12
2.2.1 Definisi Kulit .....	12
2.2.2 Struktur dan Fungsi Kulit .....	12
2.2.3 Mekanisme Proteksi Alami Kulit .....	13
2.2.4 Respon Kerusakan Kulit terhadap Sinar Ultraviolet .....	14
2.3 Tabir Surya .....	23
2.3.1 Mekanisme Perlindungan Tabir Surya .....	24
2.3.2 Klasifikasi .....	24
2.4 Tanaman Buah Jeruk Pomelo Merah ( <i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.) ..	29
2.4.1 Taksonomi Buah Jeruk Pomelo .....	29
2.4.2 Morfologi Jeruk Pomelo .....	30
2.4.3 Penggunaan Buah Pomelo .....	32
2.4.4 Senyawa Fitokimia .....	33
2.5 Metode Ekstraksi .....	36
2.5.1 Metode Ekstraksi Cara Panas .....	36
2.5.2 Metode Ekstraksi Cara Dingin .....	37
2.6 Spektrofotometer UV-Vis .....	39
2.6.1 Sumber Cahaya .....	39
2.6.2 Monokromator .....	40
2.6.3 Detektor .....	40
2.6.4 Amplifier .....	41
2.7 Kerangka Teori .....	42
BAB III .....	46
KERANGKA KONSEP .....	46
3.1 Bagan Kerangka Konsep .....	46
3.2 Hipotesis Penelitian .....	48
BAB IV .....	49
METODOLOGI PENELITIAN .....	49



<b>4.1 Desain Penelitian</b> .....	49
<b>4.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan</b> .....	49
4.2.1 Tempat Penelitian.....	49
4.2.2 Waktu Penelitian .....	50
<b>4.3 Populasi dan Sampel Penelitian</b> .....	50
<b>4.4 Spesifikasi Bahan</b> .....	50
<b>4.5 Spesifikasi Alat</b> .....	51
<b>4.6 Definisi Operasional</b> .....	52
<b>4.7 Prosedur Penelitian</b> .....	54
4.7.1 Ekstraksi Daging dan Kulit Buah Jeruk Pomelo Merah.....	54
4.7.2 Pembuatan Konsentrasi Ekstrak .....	55
4.7.3 Uji <i>in vitro</i> terhadap Konsentrasi Ekstrak.....	57
<b>4.8 Alur Penelitian</b> .....	58
<b>4.9 Analisis Hasil</b> .....	58
<b>BAB VI</b> .....	61
<b>PEMBAHASAN</b> .....	61
<b>6.1 Potensi Ekstrak Jeruk Pomelo Merah Sebagai Alternatif Tabir Surya Alami</b> .....	61
<b>6.2 Kajian Integrasi Islam</b> .....	66
<b>BAB VII</b> .....	69
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	69
<b>7.1 Kesimpulan</b> .....	69
<b>7.2 Saran</b> .....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	71
<b>LAMPIRAN</b> .....	77

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kategori tabir surya berdasarkan nilai SPF .....	25
Tabel 2.2	Faktor efektivitas & fluks eritema & pigmentasi pada panjang gelombang 290-375 .....	27
Tabel 2.3	Pengelompokkan Tabir Surya berdasarkan Persentase Nilai Transmisi Sinar Ultraviolet .....	28

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Spektrum Elektromagnetik.....	11
Gambar 2.2	Struktur Kulit.....	13
Gambar 2.3	Lapisan-lapisan epidermis kulit tebal.....	14
Gambar 2.4	Gambaran klinis reaksi eritema ( <i>sunburn</i> ).....	15
Gambar 2.5	Gambaran histologi apoptosis sel-sel kulit yang mengalami <i>sunburn</i> di epidermis.....	17
Gambar 2.6	Gambaran klinis melasma.....	22
Gambar 2.7	Gambaran histologi melasma.....	22
Gambar 2.8	(A) Bunga dan buah, (B) Buah dan kulit buah, (C) Batang, dan (D) Tanaman Jeruk Pomelo Merah ( <i>Citrus maxima</i> ) ..	31
Gambar 2.9	Struktur senyawa flavonoid .....	34
Gambar 2.10	Alur Proses Ekstraksi Maserasi.....	38
Gambar 2.11	Spektrofotometer UV-Vis .....	39
Gambar 2.12	Bagan Kerangka Teori .....	42
Gambar 3.1	Kerangka Konsep Penelitian .....	46
Gambar 4.1	Alur Penelitian.....	58

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Sinar matahari merupakan sumber cahaya alami yang berperan penting dalam keberlangsungan kehidupan makhluk hidup. Sinar matahari yang tiba dipermukaan bumi di antaranya sinar ultraviolet (UV), sinar tampak (*visible light*) dan sinar inframerah (*infrared* atau IR) (Nurhandoko, 2019). Sinar UV dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu UVA, UVB, dan UVC (Mukti, 2014). Sinar UV sendiri memiliki manfaat positif dan juga negatif bagi tubuh. Manfaat positif dari sinar UV di antaranya adalah membantu dalam pembentukan vitamin D yang dibutuhkan oleh tulang. Efek negatif dari sinar UV di antaranya mengakibatkan kerusakan kulit seperti warna kulit berubah semakin gelap, eritema, serta kulit terbakar. Dampak lain dari sinar UV terhadap kulit yakni reaksi hiperpigmentasi, pengerutan kulit, penuaan kulit dini, serta menyebabkan kanker yang dapat menyebabkan kematian (Bambang & Sudigdo, 2014).

Secara epidemiologi, tingkat insiden kanker kulit di Australia empat kali lipat tinggi lebih dibandingkan Amerika Serikat, Inggris, dan Kanada. Di Indonesia sendiri, telah dilakukan penelitian terkait kanker kulit. Penelitian menyebutkan sepanjang tahun 2012-2015 di Poliklinik Kulit dan Kelamin RSUP Dr. M. Djamil Padang terdapat 64 kasus melasma (2 laki-laki dan 62 perempuan) dari 10.548 kasus (Salim et. al, 2018). Menurut Indonesian Cancer Care Community (ICCC), tercatat di Indonesia sekitar 6.170 kasus kanker non-melanoma dan 1.392 kasus kanker kulit melanoma sepanjang tahun 2018. Guna mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan proteksi ekstra terhadap kulit. Kunci terpenting dalam

mengurangi efek kerusakan akibat radiasi sinar UV adalah antioksidan yang adapada tabir surya (Amora *et al*, 2014). Tabir surya ini diaplikasikan pada kulit untuk menyerap cahaya matahari terutama gelombang sinar UV sehingga menghindarkan kulit dari pengaruh negatif sinar UV (Zulkarnain *et al*, 2015; Sudigdo, 2014).

Dewasa ini banyak tersebar di pasaran kosmetik dengan kandungan tabir surya menggunakan zat aktif penyerap sinar UV seperti PABA (asam p- amino benzoat), oktil salisilat, benzofenon- 3 serta p-metoksi oktil sinamat. Kandungan zat kimia tersebut memiliki efek negatif bagi tubuh, salah satunya dapat menimbulkan alergi (Rosyidi *et al*, 2018). Oleh sebab itu, diperlukan adanya penelitian terkait zat aktif tabir surya dengan aktivitas yang optimal dan efek samping minimal. Salah satunya dengan memanfaatkan zat aktif yang berasal dari bahan alam.

Salah satu bahan alam yang memiliki potensi sebagai tabir surya adalah tanaman jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.). Buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) memiliki aktivitas antioksidan tinggi karena memiliki kandungan senyawa utama yaitu vitamin C, flavonoid, dan karotenoid (Maulinda, 2018). Ekstrak kulit buah pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) mengandung flavonoid sebesar 21,20 mg/100 g. Kulit buah jeruk mengandung antioksidan dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan daging buahnya. Oleh karena itu, disarankan untuk penggunaan buah jeruk pomelo bersama dengan kulitnya daripada hanya dagingnya saja (Toh *et al*, 2013). Kandungan flavonoid dari kulit dan buah jeruk pomelo (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) bersifat fotoprotektif karena senyawa flavonoid memiliki gugus benzen aromatis

terkonjugasi yang dapat mengikat ion logam dan menyerap sinar UVA atau UVB dan sehingga dapat dijadikan acuan dalam menetapkan potensi tabir surya (Rafsanjani, 2015; Prasiddha et. al, 2015)

Dalam perspektif islam dijelaskan bahwa seluruh ciptaan Allah SWT tidak ada yang sia-sia, termasuk aneka ragam tumbuh-tumbuhan dimana manfaatnya dapat diketahui melalui penelitian, salah satunya adalah tanaman buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.). Sebagaimana dalam firman Allah SWT dalam QS. Al-an'am [6]: 99:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا  
مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ  
وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ انظُرُوا  
إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Artinya: “Dan Dia (Allah) yang telah menurunkan air dari langit, lalu Kami mengeluarkan disebabkan olehnya segala macam tumbuhan-tumbuhan, lalu Kami keluarkan darinya tanaman yang menghijau, Kami keluarkan darinya butir yang saling bertumpuk, dan dari mayang kurma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu (pohonnya) berbuah, dan kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda bagi kaum yang beriman”(QS. Al-An'am [6]: 99)

Adapun kalimat *لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ* yang artinya bagi kaum yang beriman sebagai isyarat bahwa tanda tanda itu hanya bermanfaat untuk orang yang beriman. Hal tersebut mendorong manusia yang beriman dan berilmu untuk terus mengembangkan ilmu pengetahuan. Salah satunya dengan mengembangkan ilmu

tentang obat yang berasal dari alam yaitu tumbuh-tumbuhan atau buah-buahan (Kementerian Agama RI, 2012: 203).

Saat ini belum ada penelitian lebih lanjut terkait aktivitas maupun potensi dari buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.). Oleh sebab itu, diperlukan adanya penelitian untuk mengetahui potensi buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) sebagai tabir surya alami dengan melakukan perhitungan nilai transmisi eritema (%Te), nilai transmisi pigmentasi (%Tp), dan nilai *Sun Protecting Factor* (SPF).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

- 1.2.1 Apakah ekstrak dari buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm) Merr) berpotensi sebagai alternatif tabir surya alami?
- 1.2.2 Bagaimana kriteria %Te, %Tp dan SPF dari buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm) Merr) berdasarkan standar FDA?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian yang dilakukan berdasarkan rumusan masalah di atas di antaranya:

- 1.3.1 Membuktikan potensi dari ekstrak buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm) Merr) sebagai alternatif tabir surya alami.
- 1.3.2 Mendeskripsikan kriteria %Te, %Tp dan SPF dari buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm) Merr) berdasarkan standar FDA?

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Manfaat Teoritis**

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan sumbangan pemikiran bagi pengembangan ilmu pengetahuan, wawasan penulisan dibidang kesehatan terkait potensi buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm) Merr) sebagai alternatif sediaan tabir surya alami.

### **1.4.2 Manfaat Praktis**

#### **1.4.2.1 Bagi Produsen Produk Tabir Surya**

Penelitian diharapkan menambah pengetahuan terkait potensi buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm) Merr) sebagai alternatif sediaan tabir surya alami sehingga dapat dipertimbangkan sebagai bahan pembuatan tabir surya alami dengan konsep memaksimalkan penggunaan bahan alam yang ada di Indonesia.

#### **1.4.2.2 Bagi Lembaga Pendidikan dan Pengembangan Penelitian**

Penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan referensi pada penelitian selanjutnya terkait pembuatan tabir surya alami dengan memanfaatkan potensi buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm) Merr).



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sinar Matahari

##### 2.1.1 Komponen Sinar Matahari

Sinar matahari adalah kumpulan dari berbagai sinar tampak dan tak tampak dengan panjang gelombang elektromagnetik yang bervariasi (Mukti, 2014). Menurut Mukti (2014), berdasarkan panjang gelombangnya sinar matahari dapat dibagi menjadi :

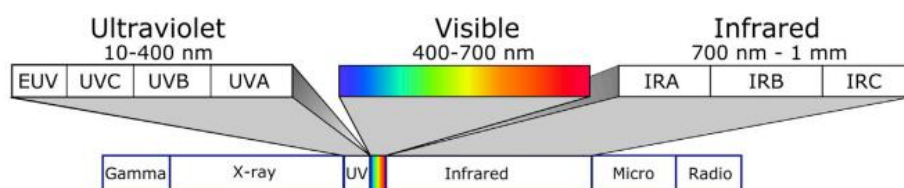
1. Sinar cahaya tampak (*visible light*), terdiri dari : sinar dengan warna merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu dengan panjang gelombang : 4000–7800 Å
2. Sinar cahaya tak tampak, terdiri dari
  - a. Sinar ultraviolet, panjang gelombang : 1000–4000 Å
  - b. Sinar infra merah, panjang gelombang : 7800–15.000 Å

Dari semua jenis gelombang yang terkandung dalam sinar matahari yang mempunyai pengaruh cukup berarti terhadap kesehatan adalah sinar UV. Panjang gelombang sinar UV dapat dibagi menjadi 3 bagian sebagai berikut.

1. Ultraviolet A (UVA) merupakan sinar yang dapat menyebabkan kecoklatan tapi tidak menyebabkan kemerahan pada kulit. Sinar UVA memiliki rentang panjang gelombang antara 315-400 nm dan puncak efektivitas pada panjang gelombang 340 nm.
2. Ultraviolet B (UVB) adalah zona eritemogenik yang dapat menyebabkan peningkatan sengatan matahari dan reaksi melanin awal terjadi. Sinar UVB memiliki rentang panjang gelombang 280-315 nm dengan puncak efektivitas pada panjang gelombang 297,5 nm.

3. Ultraviolet C (UVC) dapat menyebabkan kanker kulit namun sebagian besar UVC diserap oleh ozon di atmosfer. Sinar UVC memiliki panjang gelombang kurang dari 280 nm (Mukti, 2014).

Skema posisi spektrum gelombang sinar UV, cahaya tampak, sinar inframerah, dibandingkan dengan radiasi cahaya dan gelombang elektromagnetis lainnya dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini :



Gambar 2.1 Spektrum Elektromagnetik  
(sumber : Fiannisa, 2019)

Berdasarkan Gambar 2.1, tampak bahwa spektrum elektromagnetik dibagi ke dalam 7 kelompok besar yakni sinar gamma, sinar-X, sinar ultraviolet, sinar tampak, sinar inframerah, sinar mikro, dan radio.

### 2.1.2 Efek Sinar Matahari

Sinar matahari memberikan banyak efek positif bagi manusia antara lain sebagai sumber cahaya alami, fototerapi, serta sintesis vitamin D (Minerva, 2019). Sintesis vitamin D diawali dengan adanya paparan sinar matahari yang mengandung radiasi sinar UVB dengan gelombang 290-315 nm. Paparan sinar matahari mampu mengubah provitamin D (7-dehidroksilase) yang diserap oleh sel epidermis dan dermis menjadi previtamin D3. Previtamin D3 akan terisomerisasi menjadi vitamin D3. Vitamin D3 selanjutnya memasuki hati dan ginjal dan diubah

menjadi 25 (OH) D3, kemudian menjadi bentuk aktif dari vitamin D (Fiannisa, 2019; Masulili *et al*, 2017).

Selain efek positif, sinar matahari juga mempunyai beberapa efek negatif terhadap kulit di antaranya kulit menjadi lebih gelap (*tanning*), memerah hingga terbakar (*sunburn*), penuaan lebih awal (*premature aging*), hingga dapat menyebabkan kanker kulit (Minerva, 2019).

## **2.2 Kulit**

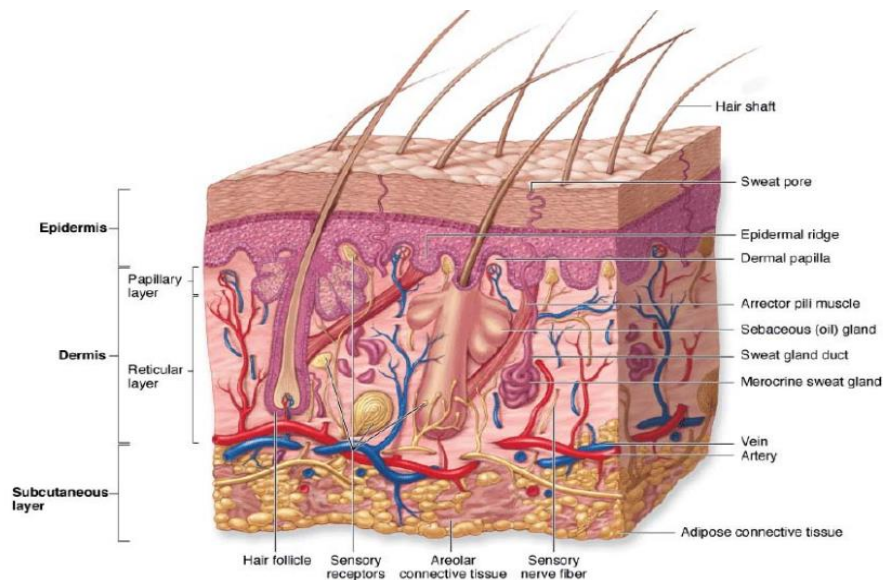
### **2.2.1 Definisi Kulit**

Kulit merupakan organ tubuh yang terletak paling luar dari tubuh manusia. Luas kulit orang dewasa adalah 1,7 m<sup>2</sup> dengan berat sekitar 10% berat badan (Suprapti, 2016). Kulit merupakan organ tubuh yang paling kompleks untuk melindungi manusia dari pengaruh lingkungan. Kulit bersifat elastik, bergantung pada lokasi, kondisi iklim, umur, dan ras (Elma, 2020). Kulit mengalami regulasi keseimbangan cairan, sehingga kulit dapat dikatakan sehat dan normal apabila lapisan luar kulit mengandung lebih dari 10% air (Minerva, 2019).

### **2.2.2 Struktur dan Fungsi Kulit**

Kulit memiliki fungsi dan karakteristik berbeda yang terdiri dari tiga lapisan yaitu epidermis, dermis, dan subkutan. Lapisan epidermis merupakan lapisan terluar kulit dengan struktur lapisan yang tipis meliputi stratum korneum, stratum lusidum, stratum granulosum, stratum spinosum, serta stratum basal. Lapisan dermis merupakan lapisan di bawah epidermis yang sangat tebal meliputi pars retikulare dan pars papilare. Lapisan subkutan merupakan lapisan yang langsung berada dibawah dermis namun batasan di antara keduanya tidak tegas. Lapisan subkutan meliputi ujung saraf tepi, pembuluh darah, dan jaringan ikat yang longgar

dengan sel-sel lemak di dalamnya yang berfungsi sebagai cadangan makanan (Mescher, 2010; Kalangi, 2013). Struktur kulit dapat dilihat pada Gambar 2.2.



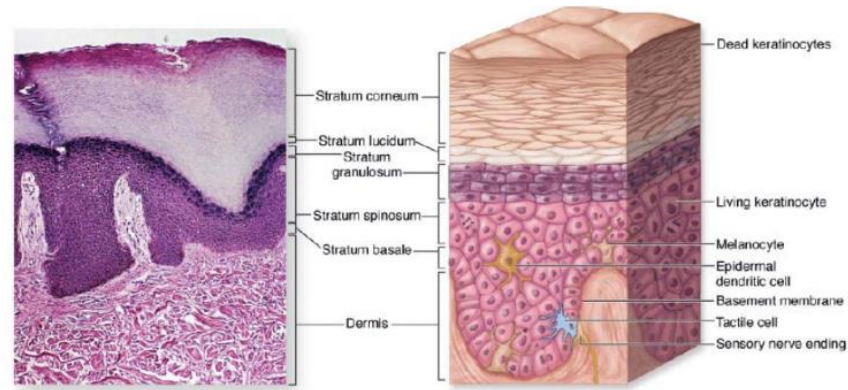
Gambar 2.2 Struktur Kulit  
(sumber : Dixon *et al*, 2010 )

Kulit memiliki fungsi utama memberi jaminan kelangsungan hidup. Selain fungsi utama, kulit memiliki fungsi lain di antaranya estetika, ras indikator sistemik, dan sebagai sarana komunikasi non verbal di antara manusia, sebagai perlindungan ataupun proteksi, absorpsi, ekskresi, persepsi, pengaturan suhu tubuh, pembentukan pigmen, pembentukan vitamin D, serta keratinasi (Harijanto, 2016).

### 2.2.3 Mekanisme Proteksi Alami Kulit

Kulit memiliki fungsi proteksi yang terbilang cukup unik dikarenakan kemampuan penyesuaiannya terhadap lingkungan yang meliputi proteksi fisik terhadap trauma mekanik, mikroorganisme patogen penyebab infeksi, zat antioksidan penyebab kerusakan membran sel, pertahanan permeabilitas (mencegah masuknya bahan kimia yang berbahaya, hilangnya cairan tubuh, dan

alergen penyebab alergi dan iritasi) serta melindungi dari paparan sinar UV yang dapat menyebabkan kerusakan kulit dan neoplasma (Akbar, 2019; Minerva, 2019).



Gambar 2.3 Lapisan-lapisan Epidermis Kulit Tebal  
(sumber : Mescher, 2010)

Berdasarkan Gambar 2.3 di atas, lapisan stratum korneum berperan sebagai lapisan primer dalam fungsi proteksi kulit. Adanya kerusakan kulit seperti kulit kering atau iritasi akan menyebabkan diferensiasi sel di stratum korneum terganggu dan fungsi proteksinya menurun (Garna, 2016). Secara alami, kulit memiliki sistem perlindungan terhadap paparan sinar matahari yaitu dengan mekanisme penebalan stratum korneum dan pigmentasi kulit yang disebabkan oleh peningkatan jumlah melanin dalam epidermis. Setelah adanya sinar UVB dalam sel basal kulit, akan terbentuk butir melanin yang kemudian berpindah ke stratum korneum di permukaan kulit dan teroksidasi oleh sinar UVA. Jika kulit mengelupas, butir melanin akan terlepas sehingga kulit akan kehilangan pelindung terhadap sinar matahari (Desti, 2021; Suryani, 2020).

## 2.2.4 Respon Kerusakan Kulit terhadap Sinar Ultraviolet

### 2.2.4.1 Reaksi Eritema

Paparan sinar matahari yang tidak lama pada kulit bisa menimbulkan gangguan epidermis sederhana, gejala pada umumnya dikenal dengan “*sunburn*” .

Adapun kulit yang mengalami reaksi eritema tampak pada Gambar 2.4. Pada gambar tersebut tampak bahwa kulit mengalami kerusakan tampak seperti luka bakar berwarna kemerahan (Farida, 2021). *Sunburn* adalah reaksi inflamasi akut pada kulit akibat sinar UV berlebihan. Efek jangka panjang yang merugikan terhadap kesehatan dari paparan berulang sinar UV sebagian besar luka bakar yang diklasifikasikan sebagai luka bakar superfisial atau derajat pertama.



Gambar 2.4 Gambaran Klinis Reaksi Eritema (*sunburn*)  
(sumber : McStay, 2018)

Eritema biasanya akan berlangsung sebelum 10 sampai 24 jam. Seseorang yang mempunyai kulit terang, dengan penyinaran energi sinar UVB sejumlah 20-27 mJ/cm<sup>2</sup> bisa menyebabkan eritema minimum (Indriani, 2018). Menurut frekuensi serta waktu penyinaran eritema dibedakan menjadi 4 yaitu (Mukti, 2014; Desti, 2021).

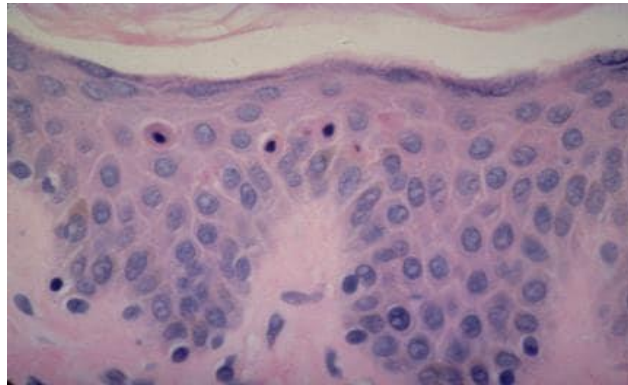
1. *Minimal Parcetible Erythema* muncul akibat paparan sinar matahari selama 20 menit yang ditandai dengan timbulnya warna merah muda pada kulit.
2. *Vivid Erythema* muncul akibat terpapar sinar matahari selama 50 menit yang ditandai dengan timbulnya warna merah terang dengan tidak disertai rasa sakit.

3. *Painful Burn* muncul akibat terpapar sinar matahari selama 100 menit yang ditandai dengan timbulnya warna merah terang, diikuti rasa sakit yang ringan.
4. *Blistering Burn* muncul akibat terpapar sinar matahari selama  $\pm 200$  menit yang ditandai dengan timbulnya warna merah terang juga diikuti rasa sakit yang sangat hebat dan dapat mengakibatkan kulit mengelupas serta melepuh.

*Sunburn* disebabkan oleh paparan berlebihan pada kulit terhadap radiasi sinar UV. Sinar UVB dengan panjang gelombang lebih pendek jauh lebih efektif dalam menginduksi eritema daripada sinar UVA. Oleh karena itu, paparan sinar UVB merupakan penyebab utama eritema. Namun, sebagian besar sinar UV yang mencapai permukaan bumi adalah sinar UVA (sekitar 95-98% pada tengah hari) sehingga menyumbang persentase yang signifikan terhadap efek pada kulit secara langsung dan jangka panjang (Kochevar *et al*, 2003). Dosis tunggal minimal sinar UV (energi per satuan luas) yang diperlukan untuk menghasilkan eritema setelah 24 jam di tempat yang terpapar dikenal sebagai dosis eritema minimal (MED). Dosis ini berbeda menurut jenis kulit (Walker *et al*, 2003)

Patofisiologi eritema timbul akibat kerusakan *cell prickle* epidermis yang menyebabkan berlangsungnya edema dan pelepasan histamin sehingga muncul vasodilatasi (Mukti, 2014). *Sunburn* yang diakibatkan oleh sinar UV akan menyebabkan kerusakan langsung pada DNA sehingga terjadi peradangan dan apoptosis sel-sel kulit (Matsumura *et al*, 2004). Peradangan akibat *sunburn* akan menyebabkan vasodilatasi pembuluh darah di kulit, kemudian menghasilkan eritema yang khas. Dalam satu jam paparan sinar UV, sel *mast* akan melepaskan mediator histamin, serotonin, dan *tumor necrosis factor* (TNF), yang menyebabkan sintesis prostaglandin dan leukotrien (Walker *et al*, 2003). Pelepasan sitokin juga

berkontribusi menyebabkan infiltrasi limfosit T dan neutrofil dalam reaksi inflamasi (Terui *et al*, 2001). Dalam waktu 2 jam setelah paparan sinar UV, kerusakan sel-sel kulit epidermis akan terlihat. Baik keratinosit epidermis maupun sel langerhans akan mengalami perubahan apoptosis (Van Laethem *et al*, 2005). Eritema biasanya terjadi 3-4 jam setelah paparan, dengan tingkat puncak pada 24 jam. Adapun gambaran histologi apoptosis akibat *sunburn* tampak pada Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Gambaran Histologi *Sunburn* di Epidermis  
(sumber : Bagherani, 2015)

Berdasarkan Gambar 2.5 terkait gambaran histologi *sunburn* pada lapisan epidermis tampak bahwa terjadi penebalan serta keratinosit mengalami apoptosis akibat dari kerusakan DNA oleh sinar matahari. Paparan sinar UV yang kurang intens atau berdurasi lebih pendek menghasilkan peningkatan pigmentasi kulit, yang memberikan perlindungan terhadap kerusakan akibat sinar UV lebih lanjut (Narbutt *et al*, 2007). Peningkatan pigmentasi kulit terjadi dalam 2 yaitu penggelapan pigmen langsung dan penyamakan tertunda. Penggelapan pigmen langsung terjadi selama paparan sinar UV dan hasil dari perubahan melanin yang



ada (oksidasi dan redistribusi). Mungkin akan memudar dengan cepat atau bertahan selama beberapa hari. Penyamakan tertunda hasil dari peningkatan sintesis melanin epidermal dan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menjadi terlihat (24-72 jam). Dengan paparan berulang terhadap sinar UV, kulit menebal, terutama karena hiperplasia epidermal dengan penebalan stratum korneum. Paparan sinar UV juga menekan imunitas yang diperantarai sel kulit, yang mungkin berkontribusi terhadap kanker kulit nonmelanoma dan infeksi tertentu (Walker *et al*, 2003).

#### **2.2.4.2 Reaksi Pigmentasi**

Pigmentasi (*tanning*) merupakan reaksi alamiah kulit yang bertanggung jawab memberikan warna coklat. Mekanisme pembentukan pigmen melanin terjadi pada melanosom dari melanosit yang terdapat di antara sel keratinosit di dalam stratum germinativum. Mekanisme pembentukan melanosom di dalam melanosit melalui 4 tahap (Tranggono, 2007) yaitu:

1. Tahap I: Pembentukan melanosom dari matriks protein dan tirosinase, meliputi membran dan membentuk vesikula bulat.
2. Tahap II: Tahap premelanosom yaitu pembentukan melanin belum sempurna
3. Tahap III: Mulai terjadi melanisasi melanosom dan deposit melanin mulai tampak di dalam membran vesikula
4. Tahap IV : Melanosom dipenuhi oleh deposit melanin (partikel-partikel padat dan berbentuk sama)

Reaksi pigmentasi dirangsang oleh radiasi spektrum sinar UV. Derajat pigmentasi yang ditimbulkan sangat bervariasi bergantung frekuensi dan lamanya penyinaran. Adapun akibat yang ditimbulkan di antaranya :

1. *Immediate tanning* ditandai dengan muncul warna gelap (pigmentasi) yang cepat, serta sampai puncak yakni satu jam kemudian setelah kulit terpapar sinar beberapa menit (Danarti *et al*, 2021). Warna gelap di kulit mulai pudar setelah 2 hingga 4 jam berikutnya. Reaksi tersebut berlangsung akibat fotooksidasi granul-granul melanin yang ada pada permukaan lapisan epidermis kulit akibat radiasi sinar UV dalam kisaran 300-600 nm, serta mencapai puncaknya dalam kisaran 340-360 nm (Mukti, 2014).
2. *Delayed tanning* terjadi setelah satu hari usai terpapar sinar matahari pada kulit muncul warna gelap. Warna kegelapan itu mulai tampak satu jam usai terpapar sinar matahari dan mencapai puncaknya setelah 10 jam (Danarti *et al*, 2021). Reaksi tersebut berlangsung karena adanya migrasi granul-granul melanin yang ada pada stratum basal epidermis kulit ke permukaan kulit akibat terciptanya sejumlah sel melanosom baru (Mukti, 2014).
3. *True tanning* di tandai dengan munculnya warna gelap pada kulit sekitar 2-3 hari usai terpapar sinar matahari, serta mencapai puncaknya antara 2 hingga 3 minggu setelahnya (Danarti *et al*, 2021). Warna gelap di kulit hilang di antara 10 sampai 12 bulan setelahnya. Reaksi tersebut berlangsung sebab penumpukan granul-granul melanin akibat proliferasi sel-sel melanosit di stratum basal epidermis kulit. Reaksi “*delayed tanning*” serta “*true tanning*” paling utama disebabkan dari radiasi sinar UV dalam kisaran spektrum 95-320 nm (Mukti, 2014).

Hiperpigmentasi adalah kelainan kulit yang disebabkan oleh peningkatan deposisi melanin kulit baik karena peningkatan sintesis melanin, gangguan distribusi unit melanin epidermal ke keratinosit, maupun peningkatan jumlah

melanosit. Reaksi hiperpigmentasi dapat dirangsang oleh radiasi spektrum sinar UV (Dampati *et al*, 2020). Sebagian besar perubahan warna yang terjadi tergantung pada lokasi pengendapan melanin (Lynde dan Kraft, 2006). Bentuk hiperpigmentasi yang paling umum adalah lentigo dan melasma.

### **1. Lentigo**

Lentigo adalah makula berpigmen kecil berbatas tegas yang dikelilingi oleh kulit yang tampak normal. Paparan jangka panjang terhadap sinar UV dan seiring bertambahnya usia dapat menyebabkan lentigo solar. Lentigo solar adalah lesi jinak yang terjadi pada kulit yang terpapar sinar matahari (Champion *et al*, 1998; Lodish *et al*, 2011). Gambaran klinis dari lentigo solar dapat dilihat pada Gambar 2.6 dengan penjelasan sebagai berikut.

- a. Tampak efloresensi makula hiperpigmentasi berbatas tegas tidak teratur berbentuk anular dengan ukuran numular (diameter 3 – 5 cm).
- b. Prekursor keratosis seboroik dapat ditemukan pada tempat-tempat yang terkena sinar matahari secara kronis seperti tangan, wajah, kaki bagian bawah.
- c. Makula atau plak tipis teratur atau tidak teratur, sering memiliki garis luar, berwarna kuning, coklat muda atau coklat tua, mungkin memiliki permukaan yang kering.
- d. Dapat perlahan-lahan membesar hingga beberapa sentimeter dan dapat menghilang, seringkali melalui proses yang dikenal sebagai *keratosis lichenoid*.
- e. Ketika atipikal, mungkin sulit dibedakan dari melanoma *in situ*.

Patogenesis lentigo terkait dengan paparan sinar matahari intermiten berulang dan mutasi yang diinduksi sinar UV yang mengarah pada peningkatan

produksi melanin dan retensi pigmen abnormal oleh keratinosit. Pada kulit wajah, setiap hiperplasia melanositik signifikan yang berkembang di lentigo solar harus meningkatkan kecurigaan lentigo maligna dan perlu kehati-hatian dalam pelaporan sebagian lesi sampel (Elder, 2015).

## 2. Melasma

Melasma adalah kelainan hiperpigmentasi kronis dan berulang. Melasma secara klinis ditandai dengan makula dan bercak coklat muda sampai abu-abu kebiruan simetris, dengan batas yang tidak teratur dan tajam. Pigmentasi dapat berupa *guttate*, *linear* atau *confluent*. Melasma biasanya mempengaruhi area kulit yang terpapar sinar matahari secara kronis, terutama wajah dan leher. Di wajah, dahi, pipi, pelipis, bibir atas, dagu atau hidung biasanya terkena. Lesi juga dapat menyerang lengan ekstensor dan daerah sternal. Gangguan ini telah dianggap sebagai kondisi jinak (Bagherani *et al*, 2015). Gambaran klinis dari melasma muncul sebagai makula bilateral, asimtomatik, coklat muda sampai gelap atau bercak dengan batas tidak teratur. Pola yang berbeda meliputi (Rodrigues *et al*, 2015)

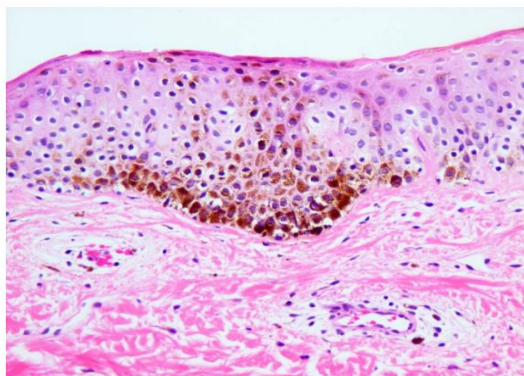
- a. *Centrofacial* (dahi, pipi, hidung, bibir atas) presentasi sekitar 50-80%
- b. Malar (pipi, hidung)
- c. Mandibula (rahang, dagu)
- d. *Erythosis pigmentosa facialis* (memerah atau meradang)
- e. *Extrafacial* (lengan bawah, lengan atas, bahu dalam distribusi yang terpapar sinar matahari).

Gambaran klinis melasma tampak pada Gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Gambaran Klinis Melasma  
(sumber : Oakley *et al*, 2014)

Berdasarkan Gambar 2.6 tampak bahwa efloroseni makula bilateral asimtomatik dengan batas tidak teratur berwarna coklat muda. Gambaran patologi melasma itu sendiri tidak terlihat sehingga kontrol biopsi kulit diperlukan untuk perbandingan dan diagnosis selanjutnya. Pada gangguan melasma, pendataran rete ridge dan penipisan epidermis diamati dan menunjukkan bahwa melanosit epidermis pada kulit yang mengalami lesi lebih aktif daripada pada kulit normal. Oleh karena itu, peningkatan melanin epidermal adalah tanda patologisnya. Terlihat secara signifikan pada sel basal dan suprabasal sebagai penutup pigmen tampak pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Gambaran Histologi Melasma  
(sumber : Bagherani, 2015)

Berdasarkan Gambar 2.7 tampak bahwa pada kulit terdapat melanin yang berlebih pada lapisan superficial epidermis. Dalam beberapa penelitian, temuan ini telah diamati di semua lapisan epidermis. Selain itu, stratum korneum menipis dan dalam beberapa kasus molekul melanin juga terdegradasi (Bagherani *et al*, 2015).

*Assesment* membran basal yang terganggu pada melasma dan dibandingkan dengan kulit perilesional normal, secara signifikan mengekspresikan lebih sedikit kolagen tipe IV dan lebih banyak protein MMP2 dan mRNA. Selain itu, pewarnaan negatif untuk MMP9 menunjukkan bahwa paparan jangka panjang radiasi UV dapat bertanggung jawab untuk melonggarnya membran basal dalam melasma melalui *up-regulation* ekspresi MMP2. Hal tersebut mengarah pada beberapa melanosit yang menonjol ke dalam dermis, disebut melanosit pendulous. Selain itu, terlihat pada hipermelanosis epidermal lain yang berhubungan dengan hiperaktivitas melanosit (Bagherani *et al*, 2015).

### **2.3 Tabir Surya**

Tabir surya merupakan sediaan kosmetika yang memiliki fungsi sebagai penyerapan terhadap sinar matahari terutama sinar UV sehingga dapat mencegah gangguan atau risiko kerusakan kulit akibat sinar matahari. Beberapa bentuk sediaan tabir surya yang telah tersebar dipasaran seperti krim, losion, maupun salep (Pratama, 2015). Sediaan tabir surya biasanya dilandaskan dari penetapan nilai SPF (*Sun Protected Factor*) yang dapat mendeskripsikan kemampuan suatu produk tabir surya untuk memberikan perlindungan terhadap kulit dari risiko kerusakan kulit (Imelda, 2021).

### 2.3.1 Mekanisme Perlindungan Tabir Surya

Mekanisme fotoproteksi dari sediaan tabir surya dapat terbagi menjadi dua sebagai berikut:

1. Tabir surya fisik (*sunblock*) merupakan senyawa anorganik yang telah dibuktikan dapat memberi manfaat dalam mencegah kerusakan kulit akibat radiasi sinar matahari. Senyawa anorganik tersebut secara umum mempunyai sifat *opaque*, dikarenakan ukuran partikel serbuk berpengaruh terhadap penampilan kulit saat digunakan (Minerva, 2013). Senyawa yang ada dapat memberikan perlindungan terhadap kulit sebab ikatan senyawa dapat saling berkonjugasi sehingga ikatan akan beresonansi ketika terpapar sinar UV, resonansi tersebut dapat menurunkan energi serta memberikan perlindungan terhadap kulit (Sari *et al*, 2019).
2. Tabir surya kimia (*sunscreen*) dikenal sebagai tabir surya organik. Mekanisme kerjanya didasarkan pada struktur kimianya yang melibatkan senyawa aromatik yang terkonjugasi dengan gugus karbonil. Struktur ini memungkinkan sinar UV berenergi tinggi untuk diserap, menyebabkan molekul mencapai keadaan tereksitasi. Saat molekul kembali ke keadaan dasar, ia akan melepaskan energi yang lebih rendah dari panjang gelombang yang lebih panjang.

### 2.3.2 Klasifikasi

Adapun pengelompokan tabir surya berdasarkan nilai *Sun Protecting Factor* (SPF) dan persentase transmisi sinar UV (Minerva, 2013).

#### 2.3.2.1 Berdasarkan Nilai SPF

Salah satu parameter tabir surya yang baik adalah memiliki nilai SPF yang tinggi. Nilai SPF menentukan tingkat lamanya tabir surya yang dapat melindungi

kulit dari sinar UV atau berapa lama dapat terkena sinar matahari tanpa terbakar sinar matahari. Semakin tinggi angka SPF maka semakin besar perlindungan terhadap kulit. Setelah sepuluh menit, kulit yang tidak terlindungi oleh tabir surya akan menghitam. Sebuah sediaan krim dengan SPF 2 berarti krim tersebut memiliki waktu perlindungan  $2 \times 10$  menit = 20 menit, sehingga konsumen terlindung dari radiasi matahari selama 20 menit (Allen, 2010).

Secara umum, ada dua metode untuk menentukan nilai SPF secara *in vitro*. Metode pertama melibatkan pengukuran penyerapan atau transmisi sinar UV melalui lapisan produk tabir surya pada pelat kuarsa atau biomembran. Metode kedua melibatkan analisis spektrofotometri untuk menilai karakteristik penyerapan tabir surya (Caswell, 2001). Menurut *Food and Drug Administration* (FDA), tabel berikut merangkum efektivitas sediaan krim tabir surya dalam memberikan perlindungan kulit.

Tabel 2.1 Kategori Tabir Surya berdasarkan Nilai SPF (Prasiddha, 2016; Indawati *et al*, 2019; Widyawati *et al*, 2019)

Nilai SPF	Kategori Proteksi tabir Surya
2-4	Proteksi minimal
4-6	Proteksi sedang
6-8	Proteksi ekstra
8-15	Proteksi maksimal
>15	Proteksi ultra

Perhitungan nilai SPF secara matematis sebagai berikut (Ramadita & Prabawati, 2020; Rosa, 2016; Yasin, 2017)

$$\log SPF = \frac{AUC}{\lambda_n - \lambda_1}$$

Persamaan 2.1 Perhitungan Nilai SPF

Keterangan :

- $\lambda_n$  = Panjang gelombang paling besar (dengan A lebih besar dari 0,05 untuk ekstrak dan A lebih besar dari 0,01 untuk sediaan)
- $\lambda_1$  = Panjang gelombang paling kecil (290 nm)



Dimana nilai AUC (*Area Under Curve*) dilakukan perhitungan memakai persamaan sebagai berikut (Ramadita & Prabawati, 2020; Rosa, 2016; Yasin, 2017)

$$\{AUC\} = \frac{Aa + Ab}{2} \times \Delta Pa - b$$

Persamaan 2.2 Perhitungan Nilai AUC

Keterangan :

Aa = absorbansi pada panjang gelombang a nm  
Ab = absorbansi pada panjang gelombang b nm  
 $\Delta Pa - b$  = selisih panjang gelombang a dan b

Nilai total AUC dilakukan perhitungan melalui cara melakukan penjumlahan nilai AUC di setiap segmen panjang gelombang.

### **2.3.2.2 Berdasarkan Persentase Nilai Transmisi Sinar Ultraviolet**

Pengelompokkan tabir surya berdasarkan transmisi sinar UV ditinjau dari 2 kriteria, yakni berdasarkan pada persentase transmisi eritema dan persentase transmisi pigmentasi (Dampati & Veronica, 2020).

Persentase transmisi eritema (%Te) tabir surya dapat mendeskripsikan jumlah sinar matahari yang diteruskan sesudah terkena sinar UV sehingga bisa mengakibatkan eritema (kulit kemerahan). Sedangkan persentase transmisi pigmentasi (%Tp) tabir surya, dapat mengakibatkan pigmentasi (kulit menjadi gelap).

Persen transmisi eritema (%Te) dan transmisi pigmentasi (%Tp) merupakan persentase total fluks eritema atau pigmentasi yang diteruskan dari bahan tabir matahari (Widyawati *et al*, 2019). Penetapan transmisi eritema atau pigmentasi bahan tabir matahari dapat ditetapkan menggunakan spektrofotometri. Spektrofotometri di sini dilakukan melalui pengukuran terhadap intensitas sinar yang diteruskan dari bahan tabir matahari terhadap panjang gelombang

eritomatogenik, selanjutnya hasil dikalikan dengan fluks eritema atau fluks pigmentasi (Sugihartini, 2011)

Adapun rentang Persen transmisi eritema (%Te) dan transmisi pigmentasi (%Tp) dapat dilihat pada tabel sebagai berikut (Dutra *et al*, 2004).

Tabel 2.2 Faktor Efektivitas & Fluks Eritema dan Pigmentasi pada Panjang Gelombang 290-375 (Ramadita & Prabawati, 2020; Rosa, 2016; Yasin, 2017)

Panjang Gelombang (nm)	Intensitas rata-rata ( $\mu\text{Watt}/\text{cm}^2$ )	Faktor Efektivitas <i>Tanning</i>	Fluks <i>Tanning</i> ( $\mu\text{Watt}/\text{cm}^2$ )
290-295	1.7	0.65	0.1105
295-300	7	0.96	0.672
300-305	20	0.5	1.0
305-310	36.5	0.055	0.2008
310-315	62	0.022	0.1364
315-320	90	0.0125	0.1125
Rentang eritema total, 290-320 nm			2.2332 (76.5%)
320-325	130	0.0083	0.1079
325-330	170	0.0060	0.1020
330-335	208	0.0045	0.0936
335-340	228	0.0035	0.0798
340-345	239	0.0028	0.0669
345-350	248	0.0023	0.0570
350-355	257	0.0019	0.0448
355-360	268	0.0016	0.0456
360-365	274	0.0013	0.0356
365-370	282	0.0011	0.0310
370-375	289	0.0008	0.0260
Rentang Pigmentasi total, 320-375 nm			0.6942 (23.7%)
Fluks Pigmentasi total, 290-375 nm			2.9264 (100 %)

Berdasarkan Tabel 2.2 dapat disimpulkan bahwa semakin kecil persentase transmisi eritema dan pigmentasi sebuah sediaan berarti semakin sedikit sinar UV

yang diteruskan (Sugihartini, 2011). Persamaan dalam menentukan besar nilai persentase transmisi eritema sebagai berikut (Ramadita & Prabawati, 2020; Rosa, 2016; dan Yasin, 2017)

$$\% T_e = \frac{\sum T \cdot F_e}{\sum F_e}$$

Persamaan 2.3 Perhitungan Nilai %  $T_e$

Keterangan

- $\% T_e$  = persentase transmisi eritema
- $\sum T$  = jumlah transmisi
- $F_e$  = nilai efektivitas eritema
- $\sum F_e$  = jumlah nilai efektivitas eritema

Adapun persamaan dalam menentukan besar nilai persentase transmisi pigmentasi (Ramadita dan Prabawati, 2020; Rosa, 2016; dan Yasin 2017) sebagai berikut.

$$\% T_p = \frac{\sum T \cdot F_p}{\sum F_p}$$

Persamaan 2.4 Perhitungan Nilai %  $T_p$

Keterangan

- $\% T_p$  = persentase transmisi pigmentasi
- $\sum T$  = jumlah transmisi
- $F_p$  = nilai efektivitas pigmentasi
- $\sum F_p$  = jumlah nilai efektivitas pigmentasi

Pengelompokkan tabir surya berdasarkan persentase transmisi sinar UV dapat dilihat pada Tabel. 2.3 sebagai berikut.

Tabel 2.3 Pengelompokkan Tabir Surya berdasarkan Persentase Nilai Transmisi Sinar Ultraviolet (Putu *et al*, 2020; Widyawati, 2019; Nur *et al*, 2021)

Klasifikasi produk	Persentase Transmisi Sinar UV (%)	
	<i>Erythematous range</i>	<i>Tanning range</i>
<i>Fast tanning</i>	10-18	45-86
<i>Regular suntan</i>	6-12	45-86
<i>Extra protection</i>	1-6	42-86
<i>Total block</i>	<1,0	3-40

## 2.4 Tanaman Buah Jeruk Pomelo Merah (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.)

### 2.4.1 Taksonomi Buah Jeruk Pomelo

Perkembangan ilmu taksonomi ditandai dengan populernya sistem *binomial nomenclatur* yaitu penamaan ilmiah organisme, contohnya dalam *Herbarium Amboinenese Auctuarium* karya Johannes Burman (1755) dan *An Interpretation of Rumphius's Herbarium Amboinense* karya Elmer Drew Merrill (1917). Ahli botani dalam penamaan spesies memberikan informasi penting tentang tumbuhan berupa habitat aslinya, warna saat masih segar, bentuk morfologi, dan nama kolektor spesimen. (Suparman *et al*, 2020). Saat ini, penting untuk mengetahui jenis spesimen tanaman dan informasi yang terkandung dalam spesimen dan di mana herbarium spesimen berada sebagai bahan penelitian. Jeruk pomelo merupakan salah satu tanaman yang juga diidentifikasi dan diberi nama sesuai peraturan tersebut. Jeruk pomelo memiliki banyak nama ilmiah menurut penulisnya masing-masing dan semua nama tersebut juga sesuai dengan kaidah *binomial nomenclature*, namun hanya satu nama yang diterima sedangkan nama lainnya merupakan sinonim (Hawkswort, 2010). Jalur klasifikasi taksonomi buah jeruk Pomelo *Citrus maxima* (Burm.) Merr. (USDA, 2000) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Kelas : Dicotyledoneae

Orde: Geraniales

Famili : Rutacea

Genus : Citrus

Species: *Citrus maxima* (Burm.) Merr.

Merujuk pada publikasi Merrill (1917) diketahui bahwa jeruk pomelo telah diberi nama latin ilmiah dan nama yang dipublikasikan ialah *Citrus maxima* (Burm.) comb. nov. Kata comb. nov. kepanjangan dari combination novum yang artinya kombinasi baru yaitu publikasi dengan merevisi nama baru sebuah tumbuhan dengan melakukan kombinasi. Sedangkan kata Burm. yang diberi tanda kurung kepanjangan dari Burman, dimana beliau merupakan peneliti botanis yang telah memberi nama dengan nama yang lain pada spesimen jeruk pomelo yakni *Aurantium maximum* oleh Burman (1755). Selain itu, Merrill (1917) juga menyebutkan nama lain yang diterima yaitu *Citrus grandis* oleh Osbek (1957). Kemudian, Merrill mengubah nama spesies menjadi *Citrus maxima*. Oleh karena itu, nama yang dipublikasikan dan yang diterima yaitu *Citrus maxima* (Burm.) Merr. dimana dua kata terakhir yang menyebutkan nama peneliti botanis pada spesimen jeruk pomelo yakni Burman (1755) dan Merril (1971).

#### **2.4.2 Morfologi Jeruk Pomelo**

Adapun morfologi dari tanaman buah jeruk pomelo merah menurut (Herda, 2018; Rahmawati *et al*, 2013; Dalimartha & Adrian, 2013) tampak pada Gambar 2. 10 berikut.

##### **2.4.2.1 Daun**

Daun tanaman buah jeruk pomelo merah berbentuk bulat telur dan berukuran besar, bagian puncak daun berujung tumpul sedangkan bagian tepi hampir rata serta bagian dekat ujung agak berombak, letak daun buah jeruk pomelo merah terpencair dengan tangkai daun bersayap lebar, warna kekuningan, dan berbulu agak suram.



Gambar 2.8 (A) Bunga dan buah; (B) Buah dan kulit buah; (C) Batang; dan (D) Tanaman Jeruk Pomelo Merah (*Citrus maxima*) (sumber : USGS, 2022)

#### 2.4.2.2 Batang

Batang tanaman jeruk pomelo merah agak kuat, dengan kisaran garis tengah 10-30 meter, berkulit agak tebal. Kulit bagian luar berwarna coklat kekuningan sedangkan kulit bagian dalam berwarna kuning. Batang tanaman bercabang dan saling berjauhan serta merunduk pada bagian ujungnya. Cabang yang masih muda bersudut dan berwarna hijau, seiring berjalan waktu akan berbentuk bulat dan berwarna hijau tua. Tanaman jeruk pomelo merah memiliki batang yang tergolong dalam batang berkayu (*lignosus*), yaitu batang yang biasanya keras dan kuat. Batangnya berbentuk bulat, berduri pendek, kaku dan tajam. Arah tumbuh batangnya mengangguk, dimana batang tumbuh tegak lurus ke atas namun ujungnya membengkok kembali ke bawah.

### **2.4.2.3 Buah**

Buah berukuran besar dan berkulit tebal, berbentuk bulat atau bola yang tampak tertekan. Umumnya diameter buah berkisar antara 15-25 cm dan banyak mengandung kelenjar minyak.

### **2.4.2.4 Kulit Buah**

Warna kulit buah bagian luar adalah hijau kekuningan, sedangkan warna kulit buah bagian dalam adalah putih.

### **2.4.2.5 Daging Buah**

Warna daging buah merah muda atau merah jambu. Daging buah memiliki tekstur keras sampai lunak, rasa manis sampai sedikit asam, dan berbiji sedikit.

### **2.4.2.6 Bunga**

Jeruk pomelo merah memiliki struktur bunga tunggal dan berbentuk tabung yang terletak di ketiak daun. Kelopak dari bunganya berwarna putih kekuningan atau hijau kekuningan dan berbentuk piala. Benang sari berwarna putih dan berbentuk silindris. Putik berwarna hijau muda dan berbentuk silindris. Mahkota bunga berwarna putih hingga putih kekuningan.

### **2.4.2.7 Akar**

Akar dari jeruk pomelo merah berupa akar tunggang dan berwarna putih kekuningan.

## **2.4.3 Penggunaan Buah Pomelo**

Menurut Vijaylakshmi & Radha (2015) pemanfaatan dari tanaman jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm) Merr) di antaranya: daun jeruk pomelo dapat dijadikan obat epilepsi, batuk konvulsif, dan obat penyakit hemoragi; minyak atsiri dari daun segar memiliki aktivitas anti dermatofitik serta aktivitas fungisida. Bagian

bunga dapat digunakan sebagai obat penenang atau sedatif. Bagian buah digunakan sebagai pengobatan kusta, asma, batuk, serta kelainan mental, epilepsi, dan kardiotonik. Kulit buah dapat digunakan sebagai obat penenang, asma, muntah, kelainan gastrointestinal, diare, sakit kepala dan gangguan mata. Akar dan kulit akar memiliki aktivitas antimikroba. Selain itu, ekstrak etanol dari daun, kulit batang, dan kulit buah jeruk pomelo kompatibel dengan obat standar sodium diklofenak yang memiliki aktivitas analgesic, antiinflamasi, antidiabetes (Shivananda *et al*, 2013).

#### **2.4.4 Senyawa Fitokimia**

Jeruk pomelo merah memiliki banyak kandungan senyawa fitokimia diantaranya senyawa alkaloid, flavonoid, likopen, vitamin C, pektin dan tannin (Rahmawati & Putri, 2013). Dalam etanol kulit buah jeruk pomelo terdiri dari senyawa fitokimia berupa senyawa flavonoid, vitamin C, dan karotenoid dan dalam buah jeruk pamelo mengandung flavonoid, likopen, provitamin A, vitamin C, pektin, vitamin B1 dan B2, asam folat, gula, protein, lemak karbohidrat, retinol, kalsium dan fosfor (Anmol *et al*, 2021; Tahir *et al*, 2020).

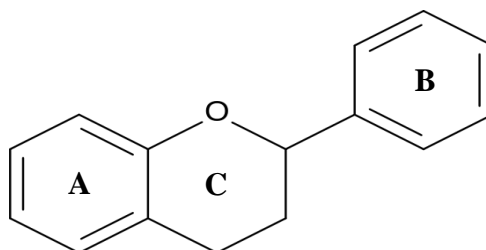
Beberapa penelitian melaporkan jeruk pomelo memiliki banyak aktivitas biologis dan farmakologis. Kulit buah jeruk pomelo memiliki IC50 berada pada konsentrasi 69,16 µg/ml ekstrak yang sebanding dengan IC50 dari antioksidan standar vitamin C yaitu 55,87 µg/ml. Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan diperoleh bahwa kulit jeruk pomelo memiliki sifat antioksidan yang tinggi (Suryanita *et al*, 2019). Senyawa yang merupakan kelompok antioksidan salah satunya adalah flavonoid (Tahir *et al*, 2020).



Senyawa flavonoid mempunyai potensi sebagai tabir surya yang mampu menyerap sinar UV baik UVA maupun UVB karena adanya gugus kromofor (ikatan rangkap tunggal terkonjugasi) (Kusumarini, 2016). Ekstrak kulit buah pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) mengandung flavonoid sebesar 21,20 mg/100 g. Kulit buah jeruk mengandung antioksidan dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan daging buahnya karena kulit buah jeruk berfungsi untuk melindungi antioksidan dalam buah dari oksidasi. Oleh karena itu, disarankan untuk penggunaan buah jeruk pomelo bersama dengan kulitnya daripada hanya dagingnya saja (Toh *et al*, 2013).

#### 2.4.4.1 Senyawa Flavonoid

Senyawa flavonoid merupakan metabolit sekunder yang banyak terdapat pada sebagian besar tumbuhan. Flavonoid didasarkan kepada 15 atom karbon yang terdiri dari 2 cincin fenil (A dan B) yang saling terikat dengan cincin heterosiklik pyrane (C). Karbon tersebut terbagi menjadi sejumlah kelas di antaranya flavanon (hesperetin dan naringenin), flavon (apigenin serta luteolin), dan flavonol (quercetin, kaempferol, myricetin serta fisetin) (Rizkia, 2014).



Gambar 2.9 Struktur Senyawa Flavonoid

(sumber : Carron *et al*, 2010)

#### 1) Sifat Senyawa

Senyawa flavonoid memiliki aktivitas sebagai hepatoprotektif, antiradikal, antivirus, antitrombotik, serta antiinflamasi. Sifat antiradikal dari flavonoid

khususnya terkait radikal hidroksil, alkoksil, anionsuperoksida, dan radikal peroksil karena senyawa tersebut mempunyai ikatan yang kuat terhadap ion Fe, dimana ion ini dapat mengkatalis sejumlah proses yang mengakibatkan terciptanya radikal bebas. Dengan adanya aktivitas flavonoid ini tampak memiliki potensi sebagai pengikat (Redha, 2013; Hasian, 2017).

## **2) Cara Ekstraksi**

Senyawa flavonoid yang memiliki bentuk senyawa yang larut pada air. Senyawa tersebut dapat diekstraksi menggunakan etanol 70%. Senyawa tetap berada dalam lapisan air meskipun telah dilakukan pengocokan pada hasil ekstrak menggunakan eter minyak bumi. Senyawa flavonoid akan berubah warna jika dilakukan penambahan basa maupun amonia, sehingga senyawa flavonoid mudah dideteksi dalam kromatogram maupun pada larutan (Redha, 2013).

Senyawa flavonoid diisolasi menggunakan teknik maserasi dengan pelarut teknis etanol. Ekstraksi etanol kental kemudian dilarutkan dalam air dan difraksinasi menggunakan n-heksana dan etil asetat. Setiap fraksi yang diperoleh akan diuapkan untuk dilakukan uji penentuan flavonoid. Deteksi flavonoid pada masing-masing fraksi dilakukan dengan melarutkan sedikit ekstrak kental dari masing-masing fraksi ke dalam pelarut etanol. Kemudian dilakukan penambahan reagen flavonoid seperti natrium hidroksida dan asam sulfat pekat, natrium amalgam-asam klorida pekat, dan magnesium bubuk-asam klorida pekat. Uji positif terhadap flavonoid ditandai dengan berbagai perubahan warna yang khas dari masing-masing jenis flavonoid (Asmara, 2017).

## **2.5 Metode Ekstraksi**

Ekstraksi adalah suatu proses pemisahan berdasarkan perbedaan kelarutan zatnya terhadap dua cairan yang tidak saling larut dengan bantuan pelarut (Rahmah, 2019). Terdapat dua metode ekstraksi yaitu cara panas dan dingin. Metode ekstraksi cara panas menggunakan metode refluks dan destilasi uap air sedangkan metode ekstraksi cara dingin antara lain metode maserasi, perkolasi serta sokletasi (Rahmah, 2019).

### **2.5.1 Metode Ekstraksi Cara Panas**

Destilasi uap air dilakukan melalui penarikan komponen kimia yang mana simplisia ataupun bahan dilakukan pencampuran menggunakan air serta dilakukan pemanasan sampai mendidih. Uap yang muncul dibiarkan mengalami pengembunan sampai minyak terpisah dari air (Rahmah, 2019). Metode tersebut dilaksanakan untuk mencari simplisia yang mempunyai kandungan minyak menguap ataupun kandungan komponen kimia yang memiliki titik didih tinggi dalam tekanan udara normal (Wewengkang & Rotinsulu, 2021). Minyak menguap yang sudah mengalami ekstraksi menuju kondensor akan mengalami kondensasi, kemudian melalui pipa alonga, campuran air serta minyak yang menguap akan masuk menuju corong pisah. Pada corong pisah inilah terjadi pemisahan air dan minyak (Najib, 2018).

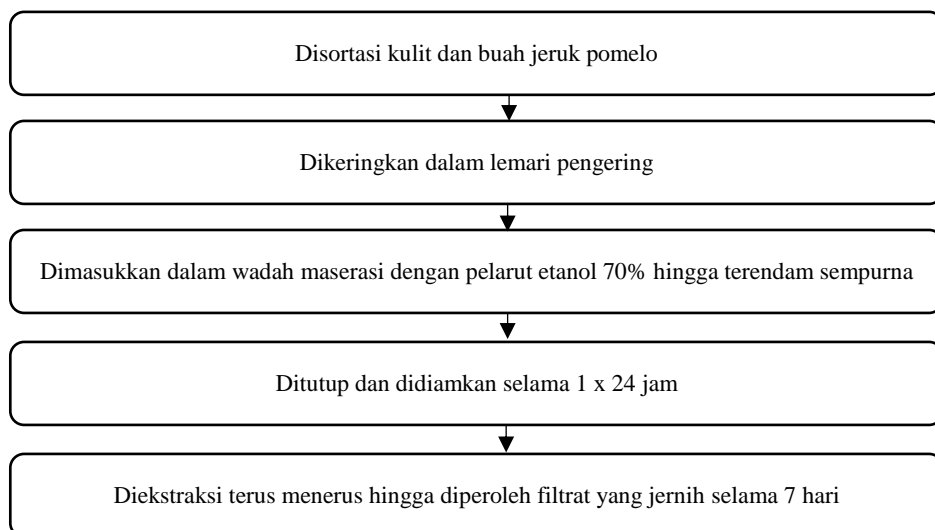
Refluks merupakan cara penyarian menggunakan cairan penyari, dilakukan pemanasan sampai mendidih, penyari selanjutnya mengalami penguapan ke atas melewati serbuk simplisia, uap penyari pengembun sebab dilakukan pendinginan, baik oleh pendingin balik ataupun kondensor. Embun turun melalui serbuk simplisia sambil melarutkan zat aktifnya serta kembali menuju labu. Cairan

selanjutnya mengalami penguapan berkali-kali sampai pelarut jenuh (Kiswando, 2017).

### **2.5.2 Metode Ekstraksi Cara Dingin**

Sokletasi merupakan tahapan penyarian simplisia berkelanjutan, yang mana simplisia dimasukkan ke labu alas bulat yang sudah dilakukan pelapisan menggunakan kertas saring, serta sampel dilumuri cairan penyari yang dipanaskan serta mengalami penguapan menuju kondensor lewat pipa samping lalu turun guna menyari simplisia serta masuk menuju labu alas bulat lewat pipa sifon, proses tersebut terjadi sampai penyarian sempurna yakni 20 sampai 25 siklus (Najib, 2018).

Maserasi merupakan tahap ekstraksi simplisia dengan memanfaatkan pelarut menggunakan beberapa kali pengadukan ataupun pengocokan dengan suhu ruang tanpa adanya pemanasan (Rahmah, 2019). Ekstraksi dipengaruhi oleh berbagai variabel, antara lain waktu, suhu, jenis pelarut, rasio bahan-pelarut, dan ukuran partikel (Chairunnisa *et al*, 2019). Remaserasi mengacu pada penambahan berulang pelarut setelah ekstraksi maserasi awal dan selanjutnya. Perkolasi adalah tahap ekstraksi yang menggunakan pelarut yang benar-benar baru sampai terjadi penyaringan yang sempurna, yang biasanya dilakukan pada suhu kamar (Wewengkang & Rotinsulu, 2021) secara berkelanjutan hingga didapat ekstrak. Adapun alur proses ekstraksi maserasi adalah sebagai berikut:



Gambar 2.10 Alur Proses Ekstraksi Maserasi

Berdasarkan Gambar 2.10 tampak bahwa alur proses ekstraksi maserasi diawali dengan mendisortasi kulit dan buah jeruk pomelo merah. Selanjutnya, kulit dan buah dikeringkan dalam lemari pendingin. Kulit dan buah jeruk pomelo yang telah kering selanjutnya dimasukkan dalam wadah maserasi dengan pelarut etanol 70%, ditutup dan didiamkan selama 1x24 jam. Tahapan akhir adalah mengekstraks kulit dan buah secara terus menerus hingga diperoleh filtrat yang jernih.

Isolasi flavonoid biasanya dikerjakan menggunakan metode ekstraksi, yakni maserasi ataupun sokhletasi memakai pelarut metanol ataupun etanol. Aglikon flavonoid merupakan polifenol sebab memiliki sifat fisika kimia senyawa fenol, yakni memiliki sifat sedikit asam sehingga bisa larut pada basa. Flavanoid biasanya larut pada pelarut contohnya EtOH (mtanol), MeOH (metanol), BuOH (butanol), aseton, DMSO (dimetilsulfoskida), DMF (dimetilformamida), air, serta yang lainnya (Putri *et al*, 2021).

## 2.6 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer adalah istilah yang mengacu pada alat yang menggabungkan fungsi spektrometer dengan fotometer. Spektrometer menghasilkan cahaya dari spektrum dengan menggunakan panjang gelombang tertentu, sedangkan fotometer mengukur intensitas cahaya yang dihamburkan, dipantulkan, atau dipancarkan sebagai fungsi panjang gelombang (Khopkar, 2007).



Gambar 2.11 Spektrofotometri UV-Vis  
(sumber : neupane, 2021)

Spektrofotometer UV-Vis dapat digunakan untuk mengukur dan merekam spektrum komponen tanaman berbasis larutan (Abidin, 2018). Spektrum sinar tampak membentang pada panjang gelombang 400 nm (ungu) hingga 750 nm (merah), sedangkan spektrum UV mencakup panjang gelombang 100-400 nm. Adapun bagian-bagian pada spektrofotometri UV-Vis sebagai berikut.

### 2.6.1 Sumber Cahaya

Terdapat dua sumber cahaya yang biasanya digunakan dalam spektrofotometri UV-Vis yaitu lampu wolfram untuk sinar tampak (visible) dengan panjang gelombang 380-750 nm dan lampu deuterium atau disebut juga heavy hidrogen untuk sinar UV dengan panjang gelombang 190-380 nm. Selain itu, lampu merkuri juga digunakan untuk mendeteksi dan kalibrasi panjang gelombang di sinar UV (dekat spektrum 365 nm) dan memeriksa resolusi monokromator (Izzah, 2019; Mendrofa, 2019).

### **2.6.2 Monokromator**

Tugas utama monokromator adalah memilih dan mentransmisikan satu panjang gelombang tertentu dari suatu spektrum ke sampel. Monokromator umumnya terdiri atas celah (*slit*), filter, prisma, kisi, dan celah keluar. Celah atau slit pada monokromator merupakan sebuah komponen optik yang memiliki fungsi penting untuk terbentuknya radiasi monokromatis dan resolusi panjang gelombang. Celah ini biasanya terdapat dibagian pertama dan terakhir suatu monokromator spektrofotometer (Faruki, 2021). Bagian kedua yaitu filter optik yang memiliki fungsi untuk melakukan penyerapan warna komplementer sehingga cahaya tampak yang diteruskan dapat selaras dengan warna pada filter optik yang digunakan (Putri *et al*, 2021). Selain itu, prisma dan kisi merupakan komponen terpenting dalam monokromator yang berfungsi untuk mendispersikan radiasi elektromagnetik sebanyak-banyaknya agar didapatkan resolusi yang baik dari radiasi polikromatis (Ningsih, 2017).

### **2.6.3 Detektor**

Fungsi detektor penerima adalah memberi reaksi pada cahaya di bermacam-macam panjang gelombang dan mengubah sinyal cahaya menjadi sinyal listrik (Farista, 2017). Detektor ditempatkan sedemikian rupa sehingga dapat menerima radiasi monokromatik yang dihasilkan setelah melewati sampel dan zat baku yang disimpan dalam kuvet. Setiap posisi yang dicakup oleh monokromator sesuai dengan tingkat tegangan dalam detektor, sebanding dengan cahaya yang ditransmisikan melalui zat baku dan sampel (Morales *et al*, 2020)

#### 2.6.4 Amplifier

Amplifier diperlukan untuk memperkuat rangkaian detektor. Untuk menginterpretasikan data dari spektrofotometri UV-Vis yaitu menggunakan hasil spektrum, spektrum berfungsi untuk pengukuran secara kuantitatif. Konsentrasi dari analit di dalam larutan bisa ditentukan dengan mengukur absorban pada panjang gelombang tertentu dengan menggunakan Hukum Lambert-Beer. Hukum Lambert-Beer mengemukakan jika intensitas yang diteruskan oleh larutan zat penyerap berbanding terbalik terhadap transmitan serta berbanding lurus terhadap tebal konsentrasi larutan (Majid, 2010). Hukum tersebut dinyatakan melalui persamaan berikut.

$$A = abc = \log 1/T$$

Persamaan 2.5 Absorban

Keterangan :

A : Absorban

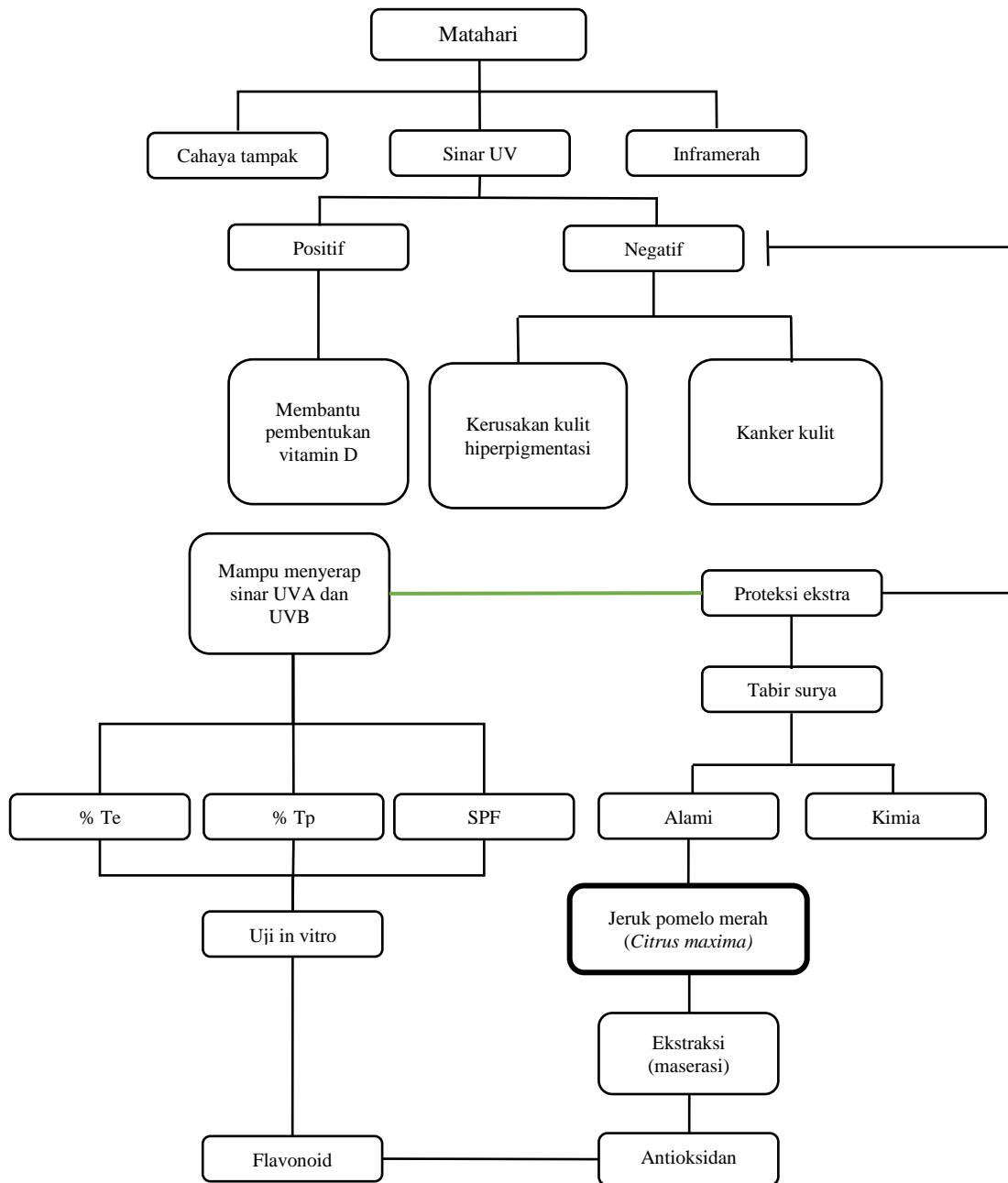
a : Koefisien eksitasi

b : tebal sel (cm)

c : konsentrasi analit



## 2.7 Kerangka Teori



Gambar 2.12 Bagan Kerangka Teori

### Keterangan

% Te : Eritema kulit kemerahan

% Tp : Pigmentasi kulit gelap

SPF : Nilai keefektifan dalam memberi proteksi terhadap kulit

Sinar matahari merupakan sumber cahaya alami yang berperan penting dalam keberlangsungan kehidupan makhluk hidup. Sinar matahari yang tiba dipermukaan bumi di antaranya sinar UVA, UVB, UVC, spektrum cahaya tampak (*visible light*) dan inframerah (*infrared* atau IR) (Nurhandoko *et al*, 2019). Sinar UV tersebut memiliki manfaat positif dan negatif bagi tubuh. Manfaat positif dari sinar UV di antaranya adalah membantu dalam pembentukan vitamin D yang dibutuhkan oleh tulang. Efek negatif dari sinar UV di antaranya mengakibatkan kerusakan kulit seperti warna kulit berubah semakin gelap, eritema serta kulit terbakar, pengerutan kulit, penuaan dini serta kanker (Gibson, 2007). Guna mencegah kerusakan kulit tersebut, kita dapat menggunakan tabir surya sebab di dalamnya terdapat senyawa flavonoid.

Senyawa fenolik khususnya golongan flavonoid mempunyai potensi sebagai tabir surya karena adanya gugus kromofor (ikatan rangkap tunggal terkonjugasi) yang mampu menyerap sinar UV baik UVA maupun UVB (Lisnawati *et al*, 2019). Salah satu tanaman yang memiliki kandungan flavonoid di dalamnya adalah buah jeruk pomelo merah. Kandungan senyawa flavonoid pada buah jeruk pomelo merah antara lain diosmetin, diosmin, hespeidin, luteolin, naringin, naringin glucoside, narirutin, poncirin, quercetin, rhoifolin dan sinensetin yang masing-masing terkandung pada bagian kulit dan daging buah jeruk pomelo merah (Thavanapong, 2006). Kulit jeruk pomelo memiliki IC<sub>50</sub> dengan nilai konsentrasi 69,16 µg/ml ekstrak sebanding dengan IC<sub>50</sub> dari antioksidan standar vitamin C yaitu 55,87 µg/ml. Hasil penelitian menunjukkan bahwa buah jeruk pomelo merah memiliki sifat antioksidan yang tinggi (Suryanita *et al*, 2019).

Senyawa flavonoid yang ada dalam buah jeruk pomelo merah dapat kita isolasi. Isolasi flavonoid biasanya dikerjakan menggunakan metode ekstraksi, yakni maserasi menggunakan pelarut etanol. Maserasi merupakan tahap ekstraksi simplisia dengan memanfaatkan pelarut menggunakan beberapa kali pengadukan ataupun pengocokan pada suhu ruang. Tahapan selanjutnya disebut perlokasi. Perlokasi merupakan tahapan ekstraksi menggunakan pelarut yang pasti baru hingga berlangsung penyarian sempurna yang biasanya dikerjakan dalam suhu ruang. Perlokasi dilakukan secara berkelanjutan hingga didapat perkolat ataupun ekstrak (Rohyami, 2009).

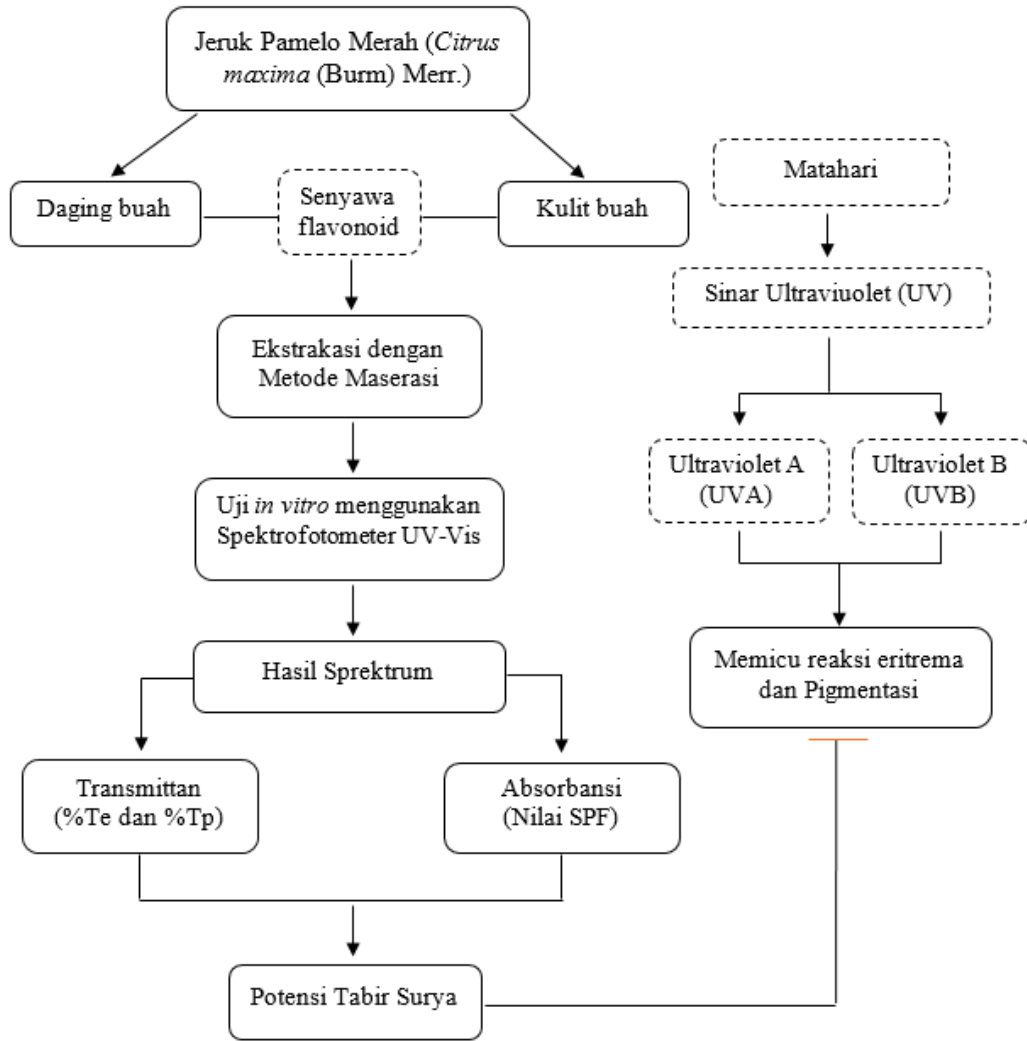
Metode maserasi akan menghasilkan ekstrak dari daging dan kulit buah jeruk pomelo. Ekstrak tersebut selanjutnya di uji *in vitro* menggunakan spektrofotometri yang terdiri atas spektrometer dan fotometer. Spektrometer berfungsi membuat sinar dari spektrum menggunakan panjang gelombang khusus sedangkan fotometer merupakan alat untuk mengukur intensitas cahaya yang disebarkan, dipantulkan ataupun diemisikan menjadi fungsi dari panjang gelombang (Khopkar, 2007). Sebuah spektrofotometer UV-Vis dapat melakukan pengukuran serta melakukan perekaman spektrum senyawa tumbuhan pada wujud larutan. Spektrum terlihat pada rentang spektrum 400 nm (ungu) hingga 750 nm (merah), sementara spektrum sinar UV pada rentang 100-400 nm (Fessenden, 1994). Hasil bacaan dari spektrofotometri selanjutnya dihitung untuk menentukan uji potensi tabir surya.

Uji potensi tabir surya ditentukan berdasarkan metode perhitungan nilai persentase transmisi eritema (%Te), nilai persentase transmisi pigmentasi (%Tp) pada panjang gelombang 292,5-372,5 nm pengukuran absorbansi menggunakan

spektrofotometri dengan panjang gelombang 200-400 nm pada interval 5 nm menggunakan spektrofotometri. Masing-masing sampel direplikasi sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh rata-rata pada hasil pengukuran transmisi eritema, transmisi pigmentasi, dan nilai SPF (Setiawan, 2010).

**BAB III**  
**KERANGKA KONSEP**

**3.1 Bagan Kerangka Konsep**



Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian

**Keterangan:**

- : Diteliti
- : Tidak diteliti
- | : Menghambat

Buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm) Merr) terdiri dari daging dan kulit buah. Kedua bagian tersebut mengandung senyawa fenolik berupa senyawa flavonoid yang berfungsi sebagai antioksidan kuat. Senyawa flavonoid dapat mengurangi kerusakan kulit yang disebabkan radiasi sinar matahari. Senyawa ini mampu mengikat ion logam yang diduga dapat melakukan pencegahan terhadap dampak bahaya sinar UV.

Kandungan senyawa flavonoid dalam buah jeruk pomelo merah ini dapat dijadikan salah satu alternatif sediaan tabir surya guna menangkal bahaya sinar UV melalui ekstraksi dengan metode maserasi. Ekstraksi metode maserasi pomelo merah dilakukan melalui tahap ekstraksi simplisia dengan memanfaatkan pelarut menggunakan beberapa kali pengadukan ataupun pengocokan pada suhu ruang sampai mendapatkan filtrat atau ekstrak yang hampir tidak berwarna.

Tahapan selanjutnya, dilakukan uji *in vitro* menggunakan spektrofotometer UV-Vis terhadap ekstrak daging buah dan kulit buah jeruk pomelo merah. Spektrofotometer ini terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer berfungsi membuat sinar dari spektrum menggunakan panjang gelombang khusus sedangkan melalui fotometer kita dapat mengukur intensitas cahaya yang disebarkan, dipantulkan ataupun diemisikan menjadi fungsi dari panjang gelombang.

Hasil dari uji *in vitro* menggunakan spektrofotometer UV-Vis ini berupa hasil spektrum yang nantinya akan menunjukkan nilai dari transmittan persentase transmisi eritema dan prosentasi transmisi pigmentasi. Selain itu, keluaran dari hasil uji berupa absorbansi nilai SPF dari daging dan kulit buah jeruk pomelo merah. Diharapkan keluaran keduanya menunjukkan hasil yang signifikan sehingga dapat

digunakan sebagai sediaan tabir surya alami. Tabir surya alami yang dihasilkan diharapkan dapat menghambat dampak buruk sinar UV baik sinar UVA maupun UVB dari paparan sinar matahari.

### **3.2 Hipotesis Penelitian**

Hipotesis dalam penelitian antara lain:

1. Ekstrak etanol buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) memiliki potensi sebagai bahan alami tabir surya (*sunscreen*).
2. Terdapat perbedaan kandungan senyawa flavonoid pada berbagai konsentrasi larutan uji 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm, 350 ppm, dan 400 ppm.

## BAB IV

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 4.1 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan metode penelitian kuantitatif. Pengukuran absorbansi ekstrak di laboratorium menggunakan ekstrak daging buah dan kulit buah pomelo merah sebagai sampel penelitian. Hasil yang diharapkan dari penelitian yang dilakukan adalah mengetahui persentase transmisi eritema (%Te), persentase transmisi pigmentasi (%Tp) dan nilai SPF (*Sun Protecting Factor*) sebagai potensi tabir surya dari kulit buah jeruk pomelo merah. Hasil tersebut nantinya akan dilaporkan secara kuantitatif dilengkapi dengan penjelasan deskriptif. Metode analisis yang dilakukan berupa analisis statistik, penggambaran, dan ringkasan dari hasil nilai %Te, %Tp, dan SPF yang diperoleh di laboratorium.

#### 4.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

##### 4.2.1 Tempat Penelitian

No	Kegiatan Penelitian	Tempat
1.	Ekstraksi daging & kulit buah jeruk pomelo merah menggunakan metode maserasi	Laboratorium Farmasetika dan riset prodi Farmasi UIN Malang
2.	Pembuatan konsentrasi ekstrak dan uji <i>in vitro</i> menggunakan spektrofotometer UV-Vis	Laboratorium riset prodi Farmasi UIN Malang
3.	Penghitungan persentase transmisi eritema, persentase transmisi pigmentasi, dan nilai <i>sun protecting factor</i> (SPF).	Rumah
4.	Analisis data & pembahasan	Rumah



#### **4.2.2 Waktu Penelitian**

Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada Januari 2022 saat pelaksanaan pembelajaran semester genap tahun akademik 2021/2022 hingga Juni 2022.

#### **4.3 Populasi dan Sampel Penelitian**

Populasi dalam penelitian yang dilakukan adalah buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm) Merr.) di daerah perkebunan jeruk Desa Petungsewu, Kecamatan Dau, Malang, Jawa Timur. Sampel yang digunakan dalam penelitian adalah ekstrak kulit dan daging buah dari buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm) Merr.) yang diperoleh dari daerah perkebunan jeruk Desa Petungsewu, Kecamatan Dau, Malang, Jawa Timur.

#### **4.4 Spesifikasi Bahan**

Spesifikasi dari bahan yang akan digunakan dalam penelitian sebagai berikut

- 4.4.1 Air suling yang digunakan dalam penelitian adalah aquades. Aquades merupakan air suling yang telah didestilasi.
- 4.4.2 Daging buah jeruk pomelo merah yang digunakan dalam penelitian adalah daging merah yang telah dipisahkan dari lapisan pembungkus berwarna putih.
- 4.4.3 Kulit buah jeruk pomelo merah yang digunakan dalam pembuatan ekstrak kulit buah adalah kulit bagian luar (flavedo) berwarna hijau kekuningan dan kulit bagian dalam (albedo) berwarna putih.
- 4.4.4 Etanol 70% digunakan sebagai pelarut pada ekstrak daging dan kulit buah pomelo merah. Penggunaan etanol 70% ditujukan untuk menarik semua komponen kimia pada buah jeruk pomelo karena pelarut etanol merupakan

pelarut universal yang dapat menarik senyawa-senyawa yang larut dalam pelarut non polar hingga polar dan memiliki indeks polaritas sebesar 5,2 (Snyder, 1997). Etanol 70% merupakan pelarut yang lebih polar dari etanol 96%. Etanol 70% lebih non polar dari etanol 50%. Sehingga senyawa flavonoid yang sifatnya polar akan cenderung terlarut lebih banyak dalam etanol 70% (Riswanti, 2020). Berdasarkan penelitian sebelumnya, penggunaan etanol 70% pada proses ekstraksi untuk kandungan antioksidan menghasilkan data absorbansi yang lebih maksimal dibanding dengan pelarut air, etanol 50%, etanol 100%, aseton 50%, aseton 70%, aseton 100%, metanol 50%, metanol 70% serta metanol 100% (Shian *et al*, 2012)

- 4.4.5 Etanol p.a atau biasa dikenal dengan etanol murni (100%). Etanol ini digunakan sebagai pelarut pembanding absorpsi pada spektrofotometer.

#### **4.5 Spesifikasi Alat**

Spesifikasi dari alat yang akan digunakan dalam penelitian sebagai berikut:

- 4.5.1 Wadah neraca analitik yang digunakan ditujukan untuk mengukur massa yang sangat kecil dalam rentang sub-miligram.
- 4.5.2 Maserator digunakan dalam proses perendaman sampel menggunakan pelarut etanol pada temperatur ruangan.
- 4.5.3 Mikropipet digunakan untuk memindahkan cairan dalam jumlah kecil secara akurat. Adapun mikropipet yang digunakan adalah mikropipet P20 yang memiliki cakupan volume 2-20  $\mu$ L.
- 4.5.4 Erlenmeyer berfungsi sebagai wadah dari bahan kimia cair. Gelas ini nantinya akan digunakan dalam proses titrasi untuk menampung larutan

yang akan digunakan. Ukuran erlenmeyer yang akan digunakan adalah 250 mL dan 1000 mL sebanyak 5 gelas.

- 4.5.5 Kuvet digunakan untuk mengukur konsentrasi reagen yang dibaca pada spektrofotometer. Ukuran kuvet yang digunakan adalah 2,5 mL sebanyak 5 buah.
- 4.5.6 Spektrofotometer UV-vis digunakan untuk mengukur absorban suatu sampel pada panjang gelombang tertentu.
- 4.5.7 Labu terukur digunakan untuk mengencerkan ekstrak daging dan kulit buah jeruk pomelo merah. Labu terukur yang digunakan berukuran 50mL.
- 4.5.8 Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume larutan. Gelas ukur yang digunakan 50mL dan 250 mL.
- 4.5.9 Cawan porselen digunakan untuk mereaksikan zat kimia pada suhu tinggi. Cawan porselen yang digunakan sebanyak 5 buah dengan ukuran 50 mL.
- 4.5.10 Pipet tetes digunakan sebagai saluran tunggal untuk memindahkan larutan hasil pencampuran ekstrak daging dan kulit buah dengan pelarut. Ukuran pipet tetes yang digunakan adalah 5 mL.
- 4.5.11 Corong digunakan untuk memudahkan penyaringan hasil maserasi.
- 4.5.12 Kertas saring sebanyak 1 digunakan untuk menyaring hasil maserasi.
- 4.5.13 Batang pengaduk digunakan untuk mengaduk simplisia pada maserator.
- 4.5.14 Pengayak 10/40 digunakan untuk mengayak simplisia.
- 4.5.15 Rotari evaporator digunakan untuk menguapkan filtrat hasil maserasi.

#### **4.6 Definisi Operasional**

- 4.6.1 Ekstrak daging buah jeruk pomelo merah adalah ekstrak buah yang diperoleh melalui proses ekstraksi dengan metode maserasi. Konsentrasi larutan akan

di uji secara *in vitro* menggunakan alat spektrofotometri UV-Vis. Konsentrasi larutan terdiri dari 5 kelompok yakni 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm, 350 ppm, dan 400 ppm. Masing-masing sampel dibuat dalam tiga replikasi untuk setiap analisis dan diperoleh nilai rata-rata absorbansi. Data yang diperoleh berupa skala nominal.

4.6.2 Ekstrak kulit buah jeruk pomelo merah adalah ekstrak kulit buah yang diperoleh melalui proses ekstraksi dengan metode maserasi. Konsentrasi larutan akan di uji secara *in vitro* menggunakan alat spektrofotometri UV-Vis. Konsentrasi larutan terdiri dari 5 kelompok yakni 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm, 350 ppm, dan 400 ppm. Masing-masing sampel dibuat dalam tiga replikasi untuk setiap analisis dan diperoleh nilai rata-rata absorbansi. Data yang diperoleh berupa skala nominal.

4.6.3 Persentase transmisi eritema adalah banyaknya energi sinar UV yang diteruskan pada panjang gelombang ultraviolet (UVB) 290-320 nm. Presentase transmisi eritema diperoleh melalui pengukuran menggunakan spektrofotometri UV-vis.

4.6.4 Persentase transmisi pigmentasi nilai yang menggambarkan kemampuan suatu senyawa kimia dalam memproteksi kulit dari sinar UV (UVB) 290-320 nm. Presentase transmisi pigmentasi diperoleh melalui pengukuran menggunakan spektrofotometri UV-vis.

4.6.5 Nilai *sun protecting factor* (SPF) adalah nilai yang menunjukkan berapa kali perlindungan kulit seseorang terhadap sinar UV dilipatgandakan sehingga aman dibawah matahari tanpa mengalami eritema.

## **4.7 Prosedur Penelitian**

### **4.7.1 Ekstraksi Daging dan Kulit Buah Jeruk Pomelo Merah**

Metode yang digunakan dalam tahapan ekstraksi pada penelitian ini adalah maserasi. Metode ini digunakan karena senyawa flavonoid tidak tahan terhadap panas (Gupita, 2012). Tahapan dimulai dari pengupasan dan pemisahan buah dari kulitnya. Daging buah dipisahkan pula dari lapisan putih yang menyelubunginya. Kulit dan daging buah yang digunakan masing-masing sebanyak 500 gram. Keduanya kemudian dikeringkan secara terpisah dalam lemari pengering (oven) dengan suhu 40°C hingga 50°C selama 6 jam. Suhu pengeringan tidak lebih dari 50 °C sebab flavonoid tidak tahan panas > 50 °C. Setelah didapatkan simplisia, simplisia di ayak menggunakan ayakan 10/40. Kedua simplisia selanjutnya ditimbang sebanyak 100 gram untuk masing-masing sampel (daging buah & kulit buah). Masing - masing simplisia selanjutnya diletakkan pada maserator yang bersih, tidak berbau, kering, dan tertutup rapat. Maing-masing simplisia direndam etanol 70% sampai seluruh sampel terendam sempurna. Aduk maserasi selama 10 menit tanpa henti menggunakan batang pengaduk. Wadah maserasi selanjutnya ditutup dengan rapat serta didiamkan selama 1x24 jam. Maserasi terhadap kedua sampel dilakukan selama 7 hari di mana setiap hari diberikan perlakuan berupa pengadukan selama 10 menit tanpa henti. Hal ini dilakukan untuk memaksimalkan keluarnya senyawa flavonoid. Pada hari ke – 8 dilakukan penyaringan ampas meserasi dari maserat menggunakan corong di atas erlenmeyer dilapisi kain saring yang bersih. Penyaringan dilakukan sedikit demi sedikit hingga ampas maserasi tersaring seluruhnya. Hasil penyaringan tersebut masih dalam bentuk filtrat sebab mengandung etanol. Oleh karena, hasil maserasi harus di uapkan untuk menghilangkan kadar etanol dalam filtrat menggunakan rotari evaporator.

Penguapan dilakukan menggunakan suhu 50 °C , dengan kecepatan putar 60 rpm selama 120 menit. Usai penguapan akan terbentuk ekstrak kental. Ekstrak kental selanjutnya dibuat larutan induk 1000 ppm. Pembuatan larutan induk 1000 ppm dalam 250 ml dilakukan dengan cara melarutkan 250 mg ekstrak kental ke dalam 250 mL etanol 70%.

#### **4.7.2 Pembuatan Konsentrasi Ekstrak**

Pembuatan sampel A (200 ppm), sebanyak 5 mL dari ekstrak daging buah dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Pada labu ukur dilakukan penambahan etanol sebanyak 20 mL. Labu ukur kemudian di kocok untuk memastikan ekstrak tekah tercampur sempurna dengan etanol. Hasil pencampuran diambil sebanyak 3 mL untuk dimasukkan ke dalam kuvet 1. Pengambilan dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan dan diletakkan pada kuvet yang berbeda yakni kuvet 2 dan kuvet 3. Hal yang sama dilakukan dalam pembuatan sampel B dari ekstrak kulit buah jeruk pomelo merah.

Pembuatan sampel B (250 ppm), sebanyak 6,25 mL dari ekstrak daging buah dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Pada labu ukur dilakukan penambahan etanol sebanyak 18,75 mL. Labu ukur kemudian di kocok untuk memastikan ekstrak tekah tercampur sempurna dengan etanol. Hasil pencampuran diambil sebanyak 3 mL untuk dimasukkan ke dalam kuvet 1. Pengambilan dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan dan diletakkan pada kuvet yang berbeda yakni kuvet 2 dan kuvet 3. Hal yang sama dilakukan dalam pembuatan sampel B dari ekstrak kulit buah jeruk pomelo merah.

Pembuatan sampel B (300 ppm), sebanyak 7,5 mL dari ekstrak daging buah dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Pada labu ukur dilakukan penambahan

etanol sebanyak 17,5 mL. Labu ukur kemudian di kocok untuk memastikan ekstrak tekah tercampur sempurna dengan etanol. Hasil pencampuran diambil sebanyak 3 mL untuk dimasukkan ke dalam kuvet 1. Pengambilan dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan dan diletakkan pada kuvet yang berbeda yakni kuvet 2 dan kuvet 3. Hal yang sama dilakukan dalam pembuatan sampel C dari ekstrak kulit buah jeruk pomelo merah.

Pembuatan sampel D (350 ppm), sebanyak 8,75 mL dari ekstrak daging buah dimasukan ke dalam labu ukur 50 mL. Pada labu ukur dilakukan penambahan etanol sebanyak 16,25 mL. Labu ukur kemudian di kocok untuk memastikan ekstrak tekah tercampur sempurna dengan etanol. Hasil pencampuran diambil sebanyak 3 mL untuk dimasukkan ke dalam kuvet 1. Pengambilan dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan dan diletakkan pada kuvet yang berbeda yakni kuvet 2 dan kuvet 3. Hal yang sama dilakukan dalam pembuatan sampel D dari ekstrak kulit buah jeruk pomelo merah.

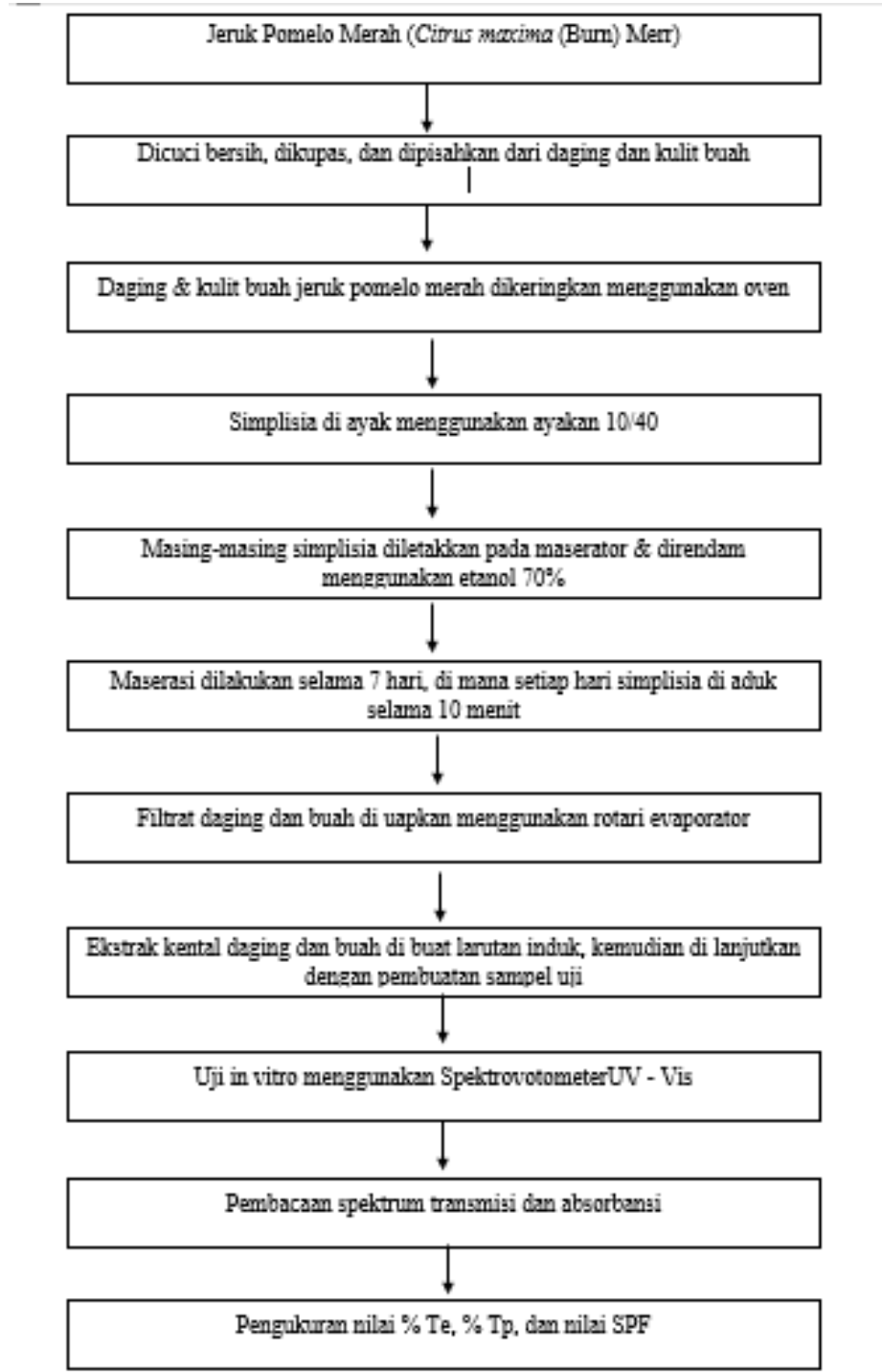
Pembuatan sampel E (400 ppm), sebanyak 10 mL dari ekstrak daging buah dimasukan ke dalam labu ukur 50 mL. Pada labu ukur dilakukan penambahan etanol sebanyak 15 mL. Labu ukur kemudian di kocok untuk memastikan ekstrak tekah tercampur sempurna dengan etanol. Hasil pencampuran diambil sebanyak 3 mL untuk dimasukkan ke dalam kuvet 1. Pengambilan dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan dan diletakkan pada kuvet yang berbeda yakni kuvet 2 dan kuvet 3. Hal yang sama dilakukan dalam pembuatan sampel E dari ekstrak kulit buah jeruk pomelo merah.

#### **4.7.3 Uji *in vitro* terhadap Konsentrasi Ekstrak**

Masing-masing konsentrasi yang telah dibuat dilakukan pengukuran nilai absorbansi dari masing-masing sampel. Panjang gelombang yang digunakan antara 290-400 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk pengukuran nilai persentasi transmisi eritema (%Te), persentasi transmisi pigmentasi (%Tp), serta nilai SPF melalui pengukuran setiap panjang gelombang.



#### 4.8 Alur Penelitian



Gambar 4. 1 Alur Penelitian

#### 4.9 Analisis Hasil

Data hasil uji *in-vitro* menggunakan spektrofotometri selanjutnya diolah menggunakan persamaan transmisi eritema, transmisi pigmentasi, dan nilai SPF.

Masing-masing sampel yang ada dilakukan 3 kali perhitungan dan di lakukan absorbansi sehingga diperoleh nilai rata-rata. Persamaan yang digunakan dalam menentukan persentase transmisi eritema adalah  $\% Te = \frac{\sum T.F_e}{\sum e}$ , sedangkan persamaan persentase transmisi pigmentasi adalah  $\% Tp = \frac{\sum T.F_p}{\sum F_p}$ . Perhitungan nilai SPF menggunakan persamaan  $\log SPF = \frac{AUC}{\lambda n - \lambda 1}$ .

Adapun analisis data terkait hipotesis sebagai berikut.

$H_0$ : tidak terdapat perbedaan kandungan senyawa flavonoid pada berbagai konsentrasi larutan uji 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm, 350 ppm, dan 400 ppm.

$H_1$ : terdapat perbedaan kandungan senyawa flavonoid pada berbagai konsentrasi larutan uji 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm, 350 ppm, dan 400 ppm.

Variabel terikat : kandungan senyawa flavonoid

Variabel bebas : konsentrasi larutan

Pada penelitian, peneliti ingin menentukan hubungan antar variabel bebas dengan konsentrasi larutan yang variatif mulai dari konsentrasi dengan larutan uji 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm, 350 ppm, dan 400 ppm. Penelitian pada masing masing konsentrasi larutan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali, sehingga data yang akan diperoleh sebanyak 15 data. Berdasarkan syarat uji statistik, maka data yang diperoleh peneliti tidak memenuhi uji statistik parametrik sebab kecukupan data tidak terpenuhi yakni kurang dari 30. Oleh sebab itu, peneliti akan melakukan analisis data menggunakan uji statistik Kruskal-Wallis. Uji statistik Kruskal-Wallis menggunakan bantuan SPSS.

Dasar pengambilan keputusan dalam uji Kruskal-Wallis sebagai berikut.

1. Membandingkan nilai statistik hitung dengan nilai statistik tabel.

2. Membandingkan nilai signifikansi (Asym.Sig) dengan probabilitas 0,05. Jika nilai Asym.Sig > 0,05, maka tidak dapat perbedaan atau  $H_0$  diterima. Jika nilai Asym.Sig < 0,05, maka terdapat perbedaan atau  $H_0$  ditolak

## **BAB VI**

### **PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dari pengujian sampel dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis secara *in-vitro*. Metode spektrofotometri digunakan karena ekstrak etanol kulit dan daging buah jeruk pomelo merah mengandung senyawa fitokimia yaitu flavonoid, dimana dilihat dari struktur flavonoid yang memiliki gugus kromofor dan gugus aoksokrom sehingga senyawa tersebut dapat menyerap radiasi pada panjang gelombang di daerah sinar ultraviolet yaitu 200-400 nm. Selain itu, pengujian dengan spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengetahui nilai absorbansi dan persen transmisi ekstrak etanol buah jeruk pomelo merah pada daerah sinar ultraviolet yang nantinya dapat dijadikan acuan untuk menentukan potensi tabir surya pada gelombang 290-400 nm.

Analisis penentuan potensi tabir surya ini dilakukan dengan menghitung nilai persentase transmisi eritema (%Te), persentase transmisi pigmentasi (%Tp), dan *Sun Protection Factor* (SPF). Penentuan %Te dan SPF adalah untuk menunjukkan efektivitas tabir surya terhadap sinar UV-B, sedangkan %Tp ditentukan untuk melihat efektivitas tabir surya terhadap sinar UV-A. Semakin kecil suatu % transmisi eritema dan pigmentasi suatu sediaan berarti semakin sedikit sinar UV yang diteruskan sehingga dapat dikatakan bahwa sediaan tersebut memiliki aktivitas yang besar sebagai tabir surya (Tranggono dkk., 2007; BPOM RI, 2009).

#### **6.1 Potensi Ekstrak Jeruk Pomelo Merah Sebagai Alternatif Tabir Surya Alami**

##### **6.1.1 Nilai Persentase Transmisi Eritema**

Fokus utama dari penelitian yang dilakukan ini adalah untuk mencari alternatif bahan yang berpotensi sebagai alternatif tabir surya alami pada kategori

*sunscreen*. Oleh sebab itu, larutan uji yang dibuat hanya sebatas 400 ppm saja. Persentase transmisi eritema tabir surya mendeskripsikan jumlah sinar matahari yang diteruskan sesudah terkena sinar UV hingga menyebabkan kulit tampak kemerahan (Widyawati et al, 2019). Faktor efektivitas dan *fluks* eritema berada pada panjang gelombang 290-320 nm (Ramadita dan Prabawati, 2020). Menurut Putu et al (2020), pengelompokan tabir surya berdasarkan persentase nilai transmisi sinar ultraviolet, produk diklasifikasikan sebagai *fast tanning* jika *erythematous range* berada pada 10-18%, *regular suntan* pada 6-12%, *extra protection* pada 1-6% dan *total block* pada *erythematous range* <1%.

Berdasarkan pemaparan data pada hasil menunjukkan bahwa persen transmisi eritema pada kulit buah jeruk pomelo merah masuk dalam kategori *fast tanning* pada konsentrasi larutan 200 ppm. Selanjutnya, hasil uji transmisi eritema pada ekstrak kulit buah jeruk pomelo merah masuk dalam kategori *extra protection* pada konsentrasi 250 ppm hingga 350 ppm. Ekstrak kulit buah jeruk pomelo merah pada konsentrasi 400 ppm tergolong pada kategori tabir surya *total block*. Sedangkan, nilai rata-rata persen transmisi eritema (%Te) ekstrak daging buah jeruk pamelu (*Citrus maxima* (Burm) Merr) pada konsentrasi 200 hingga 300 ppm termasuk dalam kategori tabir surya *fast tanning*. Pada konsentrasi 350 ppm ekstrak daging buah jeruk pomelo merah masuk dalam kategori *regular suntan*. Konsentrasi larutan 400 ppm masuk dalam kategori tabir surya *extra protection*.

Menurut Cumpelik (1972) tabir surya dengan kategori *fast tanning* mampu meneruskan sebesar 15% sinar UV B penyebab eritema. Dengan kata lain, kemampuan molekul dari ekstrak kulit buah jeruk pomelo merah dalam menyerap sinar UV B paling sedikit. Hasil tersebut, senada dengan penelitian yang dilakukan

oleh Adilah, Rif'atul (2017) dengan judul Uji Potensi Tabir Surya Ekstrak Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) secara *In Vitro*.

Berdasarkan paparan diatas, ekstrak kulit buah jeruk pomelo merah berpotensi sebagai bahan alternatif tabir surya alami kategori *sunscreen* pada konsentrasi larutan 200-350 ppm. Ekstrak kulit buah jeruk pomelo merah berpotensi sebagai bahan alternatif tabir surya alami kategori *sunblock* pada konsentrasi larutan 400 ppm. Sedangkan, ekstrak daging buah jeruk pomelo merah berpotensi sebagai bahan alternatif tabir surya alami kategori *sunscreen* pada konsentrasi 200-400 ppm. Pengelompokan tersebut sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh putu et al (2020); Widyawati (2019); Nur et al (2021) terkait klasifikasi produk berdasarkan *erythematous range*. Hal tersebut sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh (Toh et al, 2013) yang menyatakan bahwa kuli buah jeruk mengandung antioksidan dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan daging buahnya.

Dengan kata lain, ekstrak kulit dan daging buah jeruk pomelo merah berpotensi sebagai bahan alternatif tabir surya alami kategori *sunscreen* pada konsentrasi 200-350 ppm. Selain itu, pada ekstrak daging buah konsentrasi 400 ppm berpotensi pula sebagai bahan alternatif tabir surya kategori *sunscreen*. Pada konsentrasi larutan ini, ekstrak kulit dan daging buah jeruk pomelo merah mampu melindungi kulit dari gejala "*sunburn*" yang menyebabkan kulit mengalami kerusakan tampak seperti luka bakar berwarna kemerahan (Farida, 2021). Semakin kecil persen transmisi eritema (%Te) maka akan semakin sedikit sinar UVA yang akan diteruskan sehingga dapat dikatakan bahwa sampel memiliki aktivitas yang besar sebagai potensi tabir surya (Setiawan, 2010).

### 6.1.2 Nilai Persentase Transmisi Pigmentasi

Pigmentasi (tanning) merupakan reaksi alamiah kulit yang bertanggung jawab memberikan warna coklat. Berdasarkan pengelompokan tabir surya menurut Putu et al (2020); Widyawati (2019); Nur et al (2021) produk diklasifikasikan pada kategori *fast tanning*, *regular suntan*, *extra protection* pada *tanning range* 42-86%. Pada *tanning range* 3-40% masuk dalam kategori *total block*. Berdasarkan paparan data pada hasil diperoleh bahwa hasil pengujian nilai rata-rata persen transmisi pigmentasi ekstrak kulit buah jeruk pomelo merah pada konsentrasi 200 hingga 400 ppm termasuk dalam kategori tabir surya *total block*. Hal ini dapat diartikan bahwa ekstrak daging buah jeruk pomelo merah pada konsentrasi tersebut memiliki kemampuan melindungi kulit secara total dari sinar UVA karena masuk dalam kategori tabir surya *total block* sebab masuk dalam *tanning range* antara 3-40 %.

Berdasarkan paparan data diperoleh bahwa hasil pengujian nilai rata-rata persen transmisi pigmentasi ekstrak daging buah jeruk pomelo merah pada konsentrasi 200 hingga 400 ppm termasuk dalam kategori tabir surya *total block*. Pengelompokan tersebut sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh putu et al (2020); Widyawati (2019); Nur et al (2021) terkait klasifikasi produk berdasarkan *tanning range*. Hal ini dapat diartikan bahwa ekstrak kulit buah jeruk pomelo merah pada semua konsentrasi uji memiliki kemampuan melindungi kulit secara total dari sinar UV A. Berdasarkan hasil yang didapatkan kulit dan daging buah Jeruk Pomelo Merah (*Citrus maxima*) yang memiliki senyawa fitokimia flavonoid dapat menunjukkan aktivitas tabir surya kategori *sunscreen* yang baik.

### 6.1.3 Nilai *Sun Protecting Factor*

SPF (*Sun Protection Factor*) merupakan salah satu indeks umum yang digunakan dalam mengukur keefektifan proteksi tabir surya. SPF mengukur tingkat perlindungan yang seharusnya diberikan tabir surya terhadap sinar UV. Semakin tinggi nilai SPF semakin besar tingkat perlindungannya (Allen, 2010).

Berdasarkan paparan data diperoleh bahwa Perhitungan nilai rata-rata SPF dari kulit buah jeruk pomelo merah menunjukkan bahwa konsentrasi larutan uji 200 ppm memiliki jangkauan 2-4 dapat dikategorikan sebagai potensi tabir surya dengan proteksi minimal. Konsentrasi 250 ppm memiliki jangkauan 6-8 dapat dikategorikan sebagai potensi tabir surya dengan proteksi ekstra. Pada konsentrasi 300 dan 350 ppm berada pada kategori proteksi maksimal. Konsentrasi ekstrak terbaik adalah larutan uji konsentrasi 400 ppm dikategorikan sebagai potensi tabir surya dengan proteksi ultra (FDA, 2017). Nilai SPF menunjukkan seberapa lama sediaan mampu melindungi atau memblokir sinar UV yang dapat menyebabkan kulit menjadi terbakar (Allen, 2010).

Hasil pengujian nilai rata-rata SPF ekstrak daging buah jeruk pomelo merah pada konsentrasi 200, 250, dan 300 ppm tergolong dalam kategori tabir surya proteksi minimal. Hal ini menunjukkan bahwa sediaan pada konsentrasi ini hanya mampu melindungi kulit dari paparan sinar UV paling rendah berdasarkan pengklasifikasian FDA, 2017. Sediaan ekstrak daging buah jeruk pomelo merah dengan konsentrasi 350 dan 400 mampu melindungi kulit dari sinar UVA dengan proteksi sedang.

Berdasarkan nilai (%  $T_e$ ), (%  $T_p$ ), serta penentuan nilai SPF, semakin besar konsentrasi ekstrak maka fungsi perlindungan terhadap sinar UV juga semakin



besar yang ditunjukkan dengan nilai transmisi eritema dan pigmentasi yang semakin kecil dan nilai SPF yang semakin besar. Potensi tabir surya yang diperoleh memberikan perlindungan baik, karena senyawa flavonoid yang terkandung dalam ekstrak kulit dan daging buah Jeruk Pomelo Merah (*Citrus maxima*) menyerap sinar UV sehingga sinar UV yang dapat diteruskan ke permukaan kulit semakin sedikit. Secara teoritis ekstrak etanol kulit dan daging buah Jeruk Pomelo Merah (*Citrus maxima*) dapat memberikan perlindungan terhadap radiasi sinar UV pada kulit. Ekstrak buah jeruk pomelo merah pada konsentrasi 200 – 350 ppm dapat dijadikan bahan alternatif sediaan tabir surya alami kategori *sunscreen*. Ekstrak etanol kulit dan daging buah Jeruk Pomelo Merah (*Citrus maxima*) pada konsentrasi 400 ppm sangat berpotensi untuk dikembangkan menjadi sediaan kosmetik tabir surya alami kategori *sunblock*.

## 6.2 Kajian Integrasi Islam

Tidak ada segala sesuatu yang Allah SWT ciptakan menjadi sia-sia. Allah SWT menciptakan segala sesuatu dengan manfaat tertentu. Manusia hendaknya merenungkan dan memikirkan atas segala sesuatu yang telah Allah SWT ciptakan di alam semesta sehingga akan tercipta ilmu pengetahuan yang bermanfaat. Allah SWT memberikan beragam karunia kepada umat manusia salah satunya dengan diciptakannya beragam tumbuh-tumbuhan. Tidak ada yang mampu menciptakan kecuali Allah SWT, sebagaimana dalam firman Allah SWT dalam Al Qur'an Surah Thaha ayat 53-54:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّن

نَبَاتٍ شَتَّى ﴿٥٣﴾ كُلُوا وَارْزُقُوا أَنْعَامَكُمْ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّأُولِي النُّهَى ﴿٥٤﴾

Artinya: “Yang tekah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka, Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam. Makanlah dan gembalakanlah binatang-binatangmu. Sesungguhnya pada yang demikian itu, terdapat tanda-tanda kekuasaan Allah bagi orang-orang yang berakal.” (QS. Thaha: 53-54).

Allah SWT menumbuhkan berbagai macam tumbuhan yang baik yang salah satunya dapat dimanfaatkan sebagai obat. Obat tersebut tidak akan diketahui manusia jika manusia tidak benar-benar memikirkannya. Oleh sebab itu, hendaknya manusia senantiasa bersyukur, berpikir, dan mengambil hikmah, serta mengetahui kebesaran Allah SWT. Sebagaimana dalam firman Allah SWT dalam QS. ‘Abasa ayat 25-32:

﴿ ٢٩ ﴾ ﴿ ٢٨ ﴾ ﴿ ٢٧ ﴾ ﴿ ٢٦ ﴾ ﴿ ٢٥ ﴾ ﴿ ٢٤ ﴾ ﴿ ٢٣ ﴾ ﴿ ٢٢ ﴾ ﴿ ٢١ ﴾ ﴿ ٢٠ ﴾ ﴿ ١٩ ﴾ ﴿ ١٨ ﴾ ﴿ ١٧ ﴾ ﴿ ١٦ ﴾ ﴿ ١٥ ﴾ ﴿ ١٤ ﴾ ﴿ ١٣ ﴾ ﴿ ١٢ ﴾ ﴿ ١١ ﴾ ﴿ ١٠ ﴾ ﴿ ٩ ﴾ ﴿ ٨ ﴾ ﴿ ٧ ﴾ ﴿ ٦ ﴾ ﴿ ٥ ﴾ ﴿ ٤ ﴾ ﴿ ٣ ﴾ ﴿ ٢ ﴾ ﴿ ١ ﴾ ﴿ ٠ ﴾

Artinya:”Sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit). Kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya. Lalu, Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu. Anggur dan sayur-sayuran. Zaitun dan kurma. Kebun-kebun (yang lebat). Dan buah-buahan serta rumput-rumputan. Untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu”.

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan buah-buahan untuk kesenangan (diambil manfaatnya) oleh manusia. Salah satu tanaman yang dapat diambil manfaatnya adalah tanaman buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burn) Merr.). Ekstrak tanaman jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burn) Merr.) memiliki aktivitas antioksidan tinggi karena memiliki kandungan

senyawa utama yaitu vitamin C, flavonoid, dan karotenoid (Maulinda, 2018). Aktivitas antioksidan yang tinggi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai tabir surya. Kandungan flavonoid dari kulit dan daging buah jeruk pomelo merah bersifat fotoprotektif yang dapat mengikat non logam dan menyerap sinar UV A dan UV B sehingga dapat dijadikan acuan dalam menetapkan potensi tabir surya (Rafsanjani, 2015; Prasidda *et al*, 2015).

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa:

1. Ekstrak dari kulit buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm) Merr) berpotensi rendah sebagai alternatif tabir surya alami. Ekstrak dari daging buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm) Merr) berpotensi sebagai alternatif tabir surya alami pada kategori *sunscreen*.
2. Kriteria %Te dan %Tp dari ekstrak kulit buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm) Merr) berturut-turut adalah *fast tanning* dan *total block* pada konsentrasi 200, 250, dan 300 ppm. Pada konsentrasi 350 dan 400 ppm masuk dalam kategori *regular suntan* dan *total block*. Kriteria SPF pada kategori proteksi minimal pada konsentrasi 200 ppm, proteksi ekstra (250 ppm), proteksi maksimal (300 dan 350 ppm), dan proteksi ultra (400 ppm). Kriteria %Te dari ekstrak daging buah jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm) Merr) adalah *fast tanning* (200ppm), *extra protection* (250, 300, 350 ppm), dan *total block* (400 ppm) . Kriteria % Tp masuk dalam kategori *total block* pada semua konsentrasi. Kriteria SPF pada kategori proteksi minimal (200, 250, 300 ppm) dan sedang (350 ppm 400 ppm).

#### 7.2 Saran

Adapun saran dari penulis agar penelitian ini dapat dikembangkan menjadi lebih baik lagi adalah :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait potensi ekstrak buah (kulit dan daging) jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm) Merr) secara *in vivo*.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memformulasikan ekstrak kulit dan daging buah jeruk pomelo merah dalam bentuk sediaan.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait uji coba ekstrak buah (kulit dan daging) jeruk pomelo merah (*Citrus maxima* (Burm) Merr) pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) sebagai alternatif tabir surya alami.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, S. 2018. *Sintesis dan Karakterisasi Larutan Grafena Oksida Tereduksi dari Tempurung Kelapa Tua*. Disertasi. Tidak diterbitkan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Akbar, M. A. 2019. *Buku Ajar Konsep-Konsep Dasar dalam Keperawatan Komunitas*. Deepublish.
- Allen, D. 2010. *Clinical Evidence*. Elsevier
- Anmol, R. J., Mariam, S., Hiew, F. T., Han, W. C., Kwan, L. K., Wong, A. K. Y & Ming, L. C. 2021. *Phytochemical and Therapeutic Potential of Citrus grandis (L.) Osbeck: A Review*. Journal of evidence-based integrative medicine. 26.
- Asmara, Anjar Purba. 2017. *Uji Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder dalam Ekstrak Metanol Bunga Turi Merah (Sesbania grandiflora L. Pers)*. Jurnal Al-Kimia. 5.
- Bagherani, N., Gianfaldoni, S., & Smoller, B. 2015. *An Overview on Melasma. Pigmentary disorders*, 2 (10), p. 218.
- Bambang, S. 2014. *Photodamage in Skin Color. National Simposium Skin Photodamage*. Jakarta.
- BMKG. 2021. *Indeks Sinar Ultraviolet (UV)*. (Online), [bmkgo.id/cuaca/indeks-uv.bmkgo](http://bmkgo.id/cuaca/indeks-uv.bmkgo).
- Burbidge TE, et. al. 2019. *Association of Indoor Tanning Exposure With Age at Melanoma Diagnosis and BRAF V600E Mutations*. J Natl Cancer Inst. 111(11), p. 1228-1231.
- Caswell, M. 2001. *Sunscreen Formulation and Testing. Allured's Cosmetics and Toiletries Magazine*. 166.
- Chairunnisa, S., Wartini, N. M., & Suhendra, L. 2019. *Pengaruh Suhu dan Waktu Maserasi terhadap Karakteristik Ekstrak Daun Bidara (Ziziphus mauritiana L.) sebagai Sumber Saponin*. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri ISSN, 2503, 488X.
- Champion. R.H., Arthur R., D.S. Wilkinson, F.J.G. Ebling. 1998. *Textbook of Dermatology*. Malden: Blackwell Science
- Cives, M., Mannavola, F., Lospalluti, L., Sergi, M. C., Cazzato, G., Filoni, E., & Tucci, M. 2020. *Non-melanoma Skin Cancers: Biological and Clinical features*. International Journal of Molecular Sciences, 21(15), p. 5394.
- Dampati, P. S., & Veronica, E.2020. *Potensi Ekstrak Bawang Hitam sebagai Tabir Surya terhadap Paparan Sinar Ultraviolet*. KELUWIH: Jurnal Kesehatan dan Kedokteran, 2(1), p. 23-31.
- Danarti, Retno. Budiyanto, Arief. Pudjiati, Satiti Retno et. all. 2020. *Clinical Decision Making Series: Dermatologi dan Venereologi*. UGM PRESS
- Desti, I., Yamtinah, S., & Susanti, E.2021. *Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Semangka dan Sabut Kelapa Hijau sebagai Antioksidan Alami*. In Proceedings National Conference PKM Center. 1(1).
- Dutra, E.A., Oliveira, D.A.G.dC.e., KedorHackmann, E.R.M., Santoro, M.I.R.M. 2004. *Determination of Sun Protection Factor (SPF) of Sunscreens by Ultraviolet Spectrophotometry*. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, 40(3), p. 381-385.

- Elder, D.E. 2015. *Lever's Histopathology of The Skin*. Philadelphia: Wolters Kluwer
- Elma, S. M. 2020. *Studi Literatur Aktivitas Senyawa Metabolit Sekunder Berbagai Tanaman sebagai Pelembab Kulit Kering dan Pecah-Pecah pada Kaki*. Disertasi. Tidak diterbitkan, Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Mataram, Mataram.
- Farida, M. 2021. *Uji Aktivitas Tabir Surya Kombinasi Ekstrak Kayu Manis (Cinnamomum Burmannii) dan Ganggang Hijau (Haematococcus Pluvialis) secara Invitro menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis*. Disertasi. Tidak diterbitkan, UIN Raden Intan Lampung, Lampung.
- Faruki, R. F. 2021. *Formulasi dan Uji Aktivitas Krim Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Binahong (Anredera cordifolia (Ten.) Steenis) dengan Metode DPPH (1, 1-diphenyl-2-picrilhydrazil)*. Disertasi. Tidak diterbitkan, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Sulawesi Selatan.
- Garna, H.2016. *Patofisiologi Infeksi Bakteri pada Kulit*. Sari Pediatri, 2(4), 205-9.
- Hadinoto, I., Soeratri, W. 2005. *Pengaruh PH terhadap Efektivitas Sediaan Tabir Surya Matahari dengan Bahan Aktif Etil Heksil Pmetoksisinamat dan Oksibenzone dalam Basis Hidrofilik Krim Secara In Vitro*. Jakarta : Kongres XIII Ikatan Sarjana Farmasi Indonesia.
- Hawksworth, D L. 2010. *Terms Used in Bionomenclature (The naming of organisms (and plant communities)*. Global Biodiversity Information Facility. Copenhagen. Available at: <http://www.gbif.org/>
- Herda. 2018. *Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Limau Kuit (Citrus Hystrich Dc) terhadap Beberapa Bakteri*. 2(1).
- Hermawan, D. 2016. *Sehat Selalu dengan Vitamin D*. Penerbit Andi.
- Idorn LW, et. al. 2019. *Association between Quality of Life and Sun Exposure Behaviour in Patients Treated for Cutaneous Malignant Melanoma*. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 35(4), p. 286-289.
- Indawati, I., Ahidin, D., & Alvionita, E. (2019). *Penentuan Nilai SPF (Sun Protection Factor) Lotion Tabir Surya Ekstrak Kulit Buah Nanas (Ananas Comucus (L) Merr) dengan Metode Spektrofotometri*. *Medimuh: Jurnal Kesehatan Muhammadiyah*, 1(2), p. 135-140.
- Indriani, N.2018. *Uji Potensi Tabir Surya Ekstrak Daun Binahong (Anredera cordifolia (Ten.) Steenis) secara In Vitro*. Disertasi. Tidak diterbitkan, Universitas Islam Negeri Alauddin, Sulawesi Selatan.
- Izzah, A. 2019. *Sintesis dan Karakterisasi Biochar dari Kulit Singkong (Manihot Esculenta Crantz) Termodifikasi Surfaktan Sodium Dodecyl Sulfate (Sds) sebagai Adsorben terhadap Limbah Metilen Biru*. Disertasi. Tidak diterbitkan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Kementerian Agama RI. 2021. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*.
- Kiswandono, A. A. 2017. *Perbandingan Dua Ekstraksi yang Berbeda pada Daun Kelor (Moringa Oleifera, Lamk) terhadap Rendemen Ekstrak dan Senyawa Bioaktif yang dihasilkan*. *Jurnal Sains Natural*, 1(1), p. 53-60.
- Kochevar IE, Taylor CR. 2003. *Photophysics, Photochemistry and Photobiology*. *Freedberg IM*, ed. *Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine*. 6th ed. New York, NY: McGraw-Hill, p. 1267-1275.

- Lisnawati, Nia., dkk. 2019. *Penentuan Nilai SPF Ekstrak Etil Asetat Daun Mangga Gedong secara In Vitro*. Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia. (1).
- Lodish MB, Stratakis CA. 2011. *The Differential Diagnosis of Familial Lentiginosis Syndromes*. *Familial Cancer*. 10(3), p. 481–90.
- Lynde, C.B., Kraft, J.N., Lynde, C.W. 2006. *Topical Treatments for Melasma and Postinflammatory Hyperpigmentation*. *Skin Therapy Letter*. 11(9), p. 1-6.
- Mendrofa, N. 2019. *Analisis Kadar Natrium Benzoat pada Tauco YANG dipasarkan di Pajak Kota Medan dengan Metode Spektrofotometri Ultra Violet*. Disertasi. Tidak diterbitkan, Institut Kesehatan Helvetia, Sumatera Utara.
- Mescher A. L. 2010. *Junqueira's Basic Histology Text & Atlas*. New York: McGraw Hill Medical
- Minerva, P. 2019. *Penggunaan Tabir Surya bagi Kesehatan Kulit*. Jurnal Pendidikan dan Keluarga. 11(1), p. 95-101.
- Najib, A. 2018. *Ekstraksi Senyawa Bahan Alam*. Deepublish.
- Narbutt J. 2007. *Repeated Exposures of Humans to Low Doses of Solar Simulated Radiation Lead to Limited Photoadaptation and Photoprotection Against Uvb-Induced Erythema and Cytokine Mrna Up-Regulation*. *J Dermatol Sci*. 45(3), p. 210.
- Prasiddha, I.J., dkk. 2015. *Potensi Senyawa Bioaktif Rambut Jagung (Zea mays L.) untuk Tabir Surya Alami*. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 4, p. 40-45.
- Purwaningsih, Sri., dkk. 2015. *Efek Fotoprotektif Krim Tabir Surya dengan Penambahan Karaginan dan Buah Bakau Hitam (Rhizopora mucronata Lamk.)*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. 7
- Putri, A. N. A., Qonitah, F., & Ariastuti, R. 2021. *Penentuan Nilai Sun Protection Factor (SPF) Ekstrak Etanol Daun Jeruk Purut (Citrus hystrix DC)*. Disertasi. Tidak diterbitkan, Universitas Sahid Surakarta, Jawa Tengah.
- Poźniak J, et. al. 2019 *Genetic and Environmental Determinants of Immune Response to Cutaneous Melanoma*. *Cancer Res*. 15;79(10), p. 2684-2696.
- Rafsanjani, Mukhamad Kabul. 2015. *Karakterisasi Ekstrak Kulit Jeruk Bali menggunakan Metode Ultrasonic Bath*. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 3, p. 1473-1480.
- Rahmadita, A. N., & Prabawati, S. Y. 2020. *Aktivitas Antioksidan dan Tabir Surya Ekstrak Metanol Daun Kacapiring (Gardenia jasminoides Ellis)*. Indonesian Journal of Halal Science, 1(2), p. 54-59.
- Rahmah, W A. 2019. *Perbedaan Variasi Dosis Campuran Ekstrak Bawang Putih (Allium sativum) dan Daun Salam (Syzygium polyanthum Wight) sebagai Insektisida Nabati Nyamuk Aedes Aegypti*. Disertasi. Tidak diterbitkan, Poltekkes Kemenkes Surabaya, Surabaya.
- Rahmawati, Ani., Putri, W D R. 2013. *Karakteristik Ekstrak Kulit Jeruk Bali menggunakan Metode Ekstraksi Ultrasonik (Kajian Perbandingan Lama Blansing dan Ekstraksi)*. Jurnal Pangan dan Agroindustri, 1 (1), p. 26-35.
- Rassner, U., Steinert. 2016. *Buku Ajar dan Atlas Dermatologi*, Toni Harijanto (penterjemah). Jakarta: ECG
- Redha. A. 2013. *Efek Lama Maserasi Bubuk Kopra terhadap Rendemen, Densitas, dan Bilangan Asam Biodiesel yang dihasilkan dengan Metode Transesterifikasi In Situ*. Jurnal Berlian. 9.



- Rizkia, P. 2014. *Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid dari Umbi Binahong (Anredera cordifolia (Ten.) Steenis)*. Skripsi. Tidak diterbitkan, Jurusan Kimia Saintek UIN Malang, Malang.
- Rodrigues M & Pandya AG. 2015. Melasma: *Clinical Diagnosis and Management Options*. *Australas J Dermatol*. 56(3), p. 151–63.
- Rohyami, Y. 2009. *Penentuan Kandungan Flavonoid dari Ekstraksi Metanol Daging Buah Mahkota Dewa (Phaleria macrocarpa Scheff Boerl)*. International Standard. 1, p, 1-8.
- Rosa, F. A. 2016. *Uji Potensi Tabir Surya dan Nilai Sun Protecting Factor (SPF) Ekstrak Kulit Buah Delima Putih (Punica Granatum L) secara In Vitro*. Skripsi. Tidak diterbitkan, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Sulawesi Selatan.
- Rosyidi, V. A., Deni, W., & Ameliana, L. 2018. *Optimasi Titanium Dioksida dan Asam Glikolat Dalam Krim Tabir Surya Kombinasi Benzofenon-3 dan Oktil Metoksisinamat*. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, 15(1), p. 60-71.
- Salim, Yessy Farina., Yenny, Satya Wydya. 2018. *Insidens Melasma Poliklinik Kulit dan Kelamin RSUP dr M Djamil Padang*. Laporan Kasus Fakultas Kedokteran UNAND, p. 1.
- Sari, A. T., Annisa, N., & Rusli, R. (2019, October). *Potensi Kombinasi Ekstrak Daun Kokang dan Kersen sebagai Tabir Surya secara In Vitro*. In *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*. 10, p. 58-63.
- Setiawan, Tri. 2010. *Uji Stabilitas Fisik dan Penentuan Nilai SPF Krim Tabir Surya yang Mengandung Ekstrak Daun Teh Hitam (Camella sintesis L.) sebagai Tabir Surya secara In-Vitro*. Jakarta : UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Setiawan, Tri. 2010. *Uji Stabilitas Fisik dan Penentuan Nilai SPF Krim Tabir Surya yang Mengandung Ekstrak Daun Teh Hijau (Camela sinensis L)*. *Jurnal Farmasi FMIPA UI*.
- Shaath, N.A. 2005. *Sunscreens : Development, Evaluation and Regulatory Aspects The Chemistry of Sunscreens*. New York : Marcel Dekker Inc.
- Shivananda, A., dkk. 2013. *Analgesic and Anti Inflammatory Activities of Citrus maxima Merr. in Animal Models*. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 4, p. 1800-1810.
- Simanjuntak, Kristina. 2012. *Peran Antioksidan Flavonoid dalam Meningkatkan Kesehatan*. *Jurnal Kedokteran Bina Widya*. 23, p. 135-140.
- Sudigdo, Adi. 2014. *Ultraviolet dan Hubungannya terhadap Munculnya Keganasan Kulit*. National Simposium Skin Photodamage. Jakarta.
- Sugihartini, N. 2011. *Optimasi Komposisi Tepung Beras dan Fraksi Etanol Daun Sendok (Plantago major L.) dalam Formulasi Tabir Surya dengan Metode Simplex Lattice Design*. *Jurnal Kefarmasian*. 1, p. 63-70.
- Sukma, Y. C. 2018. *Formulasi Sediaan Tabir Surya Mikroemulsi Ekstrak Kulit Buah Nanas (Ananas Comosus L) dan Uji In Vitro Nilai Sun Protection Factor (SPF)* Disertasi. Tidak diterbitkan, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Suparman, S., Nurhasanah, N., Bahtiar, B., & Sri, D. A. S. (2020). *Studi Literasi Taksonomi dan Penelusuran Spesimen Lektotipe Cengkik (Syzygium*

- aromaticum (L.) Merr. & Perry*). *Techno: Jurnal Penelitian*, 9(1), p. 363-371.
- Suprapti, T. 2016. *Farmestika Dasar*. Jakarta : Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Suryani, A. 2020. *Faktor-Faktor yang Memengaruhi Pigmentasi Manusia*. *Cermin Dunia Kedokteran*, 47(11), p. 682-685.
- Suryanita, dkk. 2019. *Identifikasi Senyawa Kimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Jeruk Bali (Citrus maxima Merr.)*. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. 23. p. 16-20.
- Tahir, M., Suhaenah, A., & Rahim, Y. (2020). *Potensi Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Dan Fraksi n-Heksan Buah Jeruk Pamelu (Citrus maxima (Burm) Merr) Asal Kabupaten Pangkep*. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 7(2), p. 18-22.
- Terui T, Takahashi K, Funayama M, Terunuma A, Ozawa M, Sasai S. 2001. *Occurrence of neutrophils and activated Th1 cells in UVB-induced erythema*. *Acta Derm Venereol*. 81(1), p.8-13.
- Thavanapong, Napaporn. 2006. *The Essential Oil From Peel and Flower of Citrus maxima*. Thesis of Silpakorn University.
- Toh, J. J., Khoo, H. E., & Azrina, A. (2013). *Comparison of Antioxidant Properties of pomelo [Citrus Grandis (L) Osbeck] Varieties*. *International Food Research Journal*, 20(4).
- Tranggono RI dan Latifah F, 2007, *Buku Pegangan Ilmu Pengetahuan Kosmetik*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, p. 90-93.
- USDA, NRCS. (2000). *The PLANTS Database. National Plant Data Center: Citrus Maxima*. Los Angeles: Baton Rouge 70874-4490
- Van Laethem A, Claerhout S, Garmyn M, Agostinis P. 2005. *The Sunburn Cell: Regulation of Death and Survival of The Keratinocyte*. *Int J Biochem Cell Biol*. 37(8), p. 1547-53.
- Vijaylakshmi, P., Radha, R. 2015. *An Overview: Citrus maxima*. *The Journal of Phytopharmacology*. 4, p. 263-267.
- Walker SL, Hawk JL, Young AR. 2003. *Acute Effects of Ultraviolet Radiation on The Skin*. Freedberg IM, ed. *Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine*. 6th ed. New York, NY: McGraw-Hill, p. 275-1282.
- Wewengkang, D. S., & Rotinsulu, H. (2021). *Galenika*. Penerbit Lakeisha, p. 13-16.
- Widyawati, E., Ayuningtyas, N. D., & Pitarisa, A. P. 2019. *Penentuan Nilai SPF Ekstrak dan Losio Tabir Surya Ekstrak Etanol Daun Kersen (muntingia calabura l.) dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis*. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 1(3), p. 189-202.
- Yasin, R. A. A. (2017). *Uji Potensi Tabir Surya Ekstrak Kulit Buah Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia) secara In Vitro*. Skripsi. Tidak diterbitkan, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Sulawesi Selatan.
- Yusharyahya, S. N. 2021. *Mekanisme Penuaan Kulit sebagai Dasar Pencegahan dan Pengobatan Kulit Menua: Mechanism of Skin Aging*. *eJournal Kedokteran Indonesia*, 9(2), p. 150-150.

Zulkarnain, A.K., Pratama, W.A. 2015. *Uji In Vitro dan Sifat Fisik Beberapa Produk Tabir Surya yang Beredar di Pasaran*. Majalah Farmaseutik. 11, p. 275-283.

## LAMPIRAN

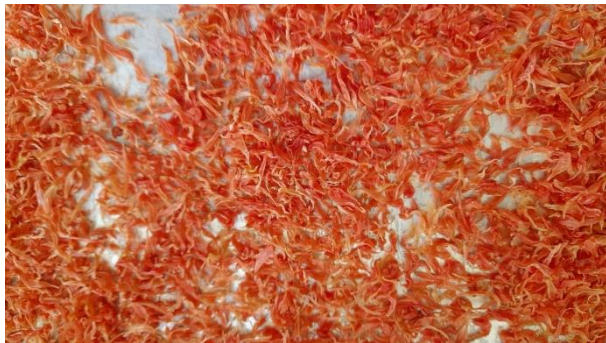
### Lampiran 1

Perlakuan	Gambar
<i>Dikupas kulit bagian luar dari jeruk pomelo merah</i>	
<i>Dipisahkan kulit buah jeruk pomelo merah bagian dalam</i>	
<i>Dihaluskan kulit buah pomelo</i>	

*Ditimbang kulit buah pomelo*



Dipisah buliran daging buah jeruk pomelo merah dan dipreparasi



*Diekstraksi simplisia kulit dan daging buah dengan perendaman pada maserator menggunakan etanol 70%*



*Dipisahkan filtrat dari pelarut  
Hasil filtrat kulit bagian dalam (a) dan daging buah (b)*



*Diuapkan filtrat menggunakan rotary evaporator*



*Dihasilkan ekstrak kental dari kulit bagian dalam (a) dan daging buah (b)*



Dibuat larutan induk 1000 ppm



*Dihasilkan larutan uji sampel A hingga E (dari kiri ke kanan)*



## Lampiran 2. Perhitungan dalam Proses Pembuatan Sampel

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

$$1000 \times V_1 = 200 \times 25$$

$$V_1 = \frac{5000}{1000}$$

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

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

$$1000 \times V_1 = 250 \times 25$$

$$V_1 = \frac{6250}{1000}$$

$$V_1 = 6,25 \text{ mL}$$

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

$$1000 \times V_1 = 300 \times 50$$

$$1000 \times V_1 = \frac{6250}{1000}$$

$$V_1 = 75 \text{ mL}$$

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

$$1000 \times V_1 = 350 \times 25$$

$$V_1 = \frac{8750}{1000}$$

$$V_1 = 8,75 \text{ mL}$$



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

$$1000 \times V_1 = 400 \times 25$$

$$V_1 = \frac{10000}{1000}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

### Lampiran 3

#### A. Data Grafik Absorbansi

##### a. Kulit Buah Jeruk Pomelo

##### 1. Replikasi 1

Gelombang	Sampel				
	A	B	C	D	E
290	1,544	2,316	2,449	4,000	4,000
295	1,233	2,008	2,336	2,258	2,629
300	0,979	1,676	1,945	2,118	2,444
305	0,843	1,414	1,649	1,820	2,102
310	0,721	1,214	1,426	1,575	1,802
315	0,679	1,141	1,344	1,475	1,696
320	0,668	1,118	1,314	1,453	1,672
325	0,660	1,107	1,295	1,429	1,628
330	0,638	1,067	1,246	1,381	1,580
335	0,611	1,038	1,202	1,307	1,515
340	0,556	0,940	1,086	1,181	1,371
345	0,481	0,814	0,939	1,017	1,177
350	0,404	0,677	0,780	0,842	0,973
355	0,329	0,543	0,626	0,675	0,775
360	0,270	0,441	0,507	0,543	0,620
365	0,197	0,318	0,362	0,395	0,463
370	0,171	0,270	0,306	0,333	0,390
375	0,151	0,235	0,265	0,289	0,336
380	0,135	0,207	0,233	0,255	0,295
385	0,121	0,185	0,209	0,230	0,263
390	0,110	0,169	0,190	0,210	0,238
395	0,100	0,158	0,183	0,200	0,225
400	0,093	0,146	0,169	0,185	0,206

## 2. Replikasi 2

Gelombang	Sampel				
	A	B	C	D	E
290	1,477	1,754	2,193	2,314	2,496
295	1,246	2,089	2,327	2,506	3,110
300	0,977	1,670	1,925	2,150	2,529
305	0,845	1,414	1,649	1,824	2,087
310	0,722	1,211	1,422	1,582	1,813
315	0,679	1,143	1,337	1,479	1,707
320	0,666	1,123	1,316	1,455	1,658
325	0,658	1,106	1,295	1,433	1,642
330	0,637	1,070	1,245	1,379	1,573
335	0,608	1,036	1,198	1,306	1,514
340	0,553	0,940	1,085	1,178	1,367
345	0,481	0,814	0,938	1,105	1,174
350	0,403	0,678	0,779	0,842	0,973
355	0,329	0,546	0,628	0,675	0,774
360	0,271	0,443	0,509	0,542	0,619
365	0,196	0,319	0,362	0,396	0,464
370	0,170	0,270	0,306	0,336	0,390
375	0,150	0,234	0,265	0,292	0,336
380	0,133	0,207	0,233	0,258	0,295
385	0,120	0,185	0,209	0,232	0,263
390	0,109	0,169	0,190	0,211	0,238
395	0,100	0,158	0,183	0,201	0,225
400	0,092	0,146	0,169	0,185	0,206

### 3. Replikasi 3

Gelombang	Sampel				
	A	B	C	D	E
290	1,519	1,952	2,101	2,192	2,316
295	1,232	2,072	2,336	2,338	2,815
300	0,981	1,655	1,945	2,113	2,545
305	0,844	1,415	1,643	1,822	2,076
310	0,721	1,214	1,424	1,576	1,807
315	0,679	1,143	1,342	1,484	1,706
320	0,666	1,124	1,309	1,458	1,680
325	0,658	1,106	1,294	1,431	1,649
330	0,637	1,069	1,246	1,377	1,582
335	0,609	1,039	1,200	1,307	1,518
340	0,555	0,942	1,086	1,179	1,369
345	0,482	0,812	0,937	1,105	1,176
350	0,404	0,676	0,779	0,840	0,973
355	0,329	0,544	0,627	0,674	0,776
360	0,272	0,441	0,508	0,542	0,621
365	0,195	0,318	0,362	0,396	0,465
370	0,170	0,270	0,306	0,335	0,391
375	0,150	0,234	0,265	0,290	0,337
380	0,133	0,207	0,233	0,256	0,295
385	0,120	0,185	0,209	0,230	0,264
390	0,109	0,168	0,191	0,209	0,239
395	0,100	0,158	0,183	0,200	0,225
400	0,093	0,146	0,169	0,185	0,206

#### b. Daging Buah Jeruk Pomelo

### 1. Replikasi 1

Gelombang	Sampel				
	A	B	C	D	E
290	0,633	0,921	0,919	1,170	1,134
295	0,661	0,892	0,995	1,120	1,361
300	0,599	0,800	0,913	1,061	1,311
305	0,638	0,726	0,828	0,965	1,189
310	0,508	0,689	0,780	0,917	1,124
315	0,503	0,686	0,775	0,910	1,112
320	0,559	0,732	0,846	0,962	1,179
325	0,555	0,728	0,840	0,959	1,170
330	0,534	0,702	0,808	0,922	1,127
335	0,496	0,649	0,748	0,856	1,043
340	0,442	0,574	0,662	0,759	0,924
345	0,379	0,489	0,564	0,646	0,786
350	0,331	0,419	0,478	0,551	0,654
355	0,275	0,343	0,390	0,453	0,535
360	0,230	0,284	0,320	0,376	0,438
365	0,194	0,237	0,265	0,314	0,362
370	0,166	0,200	0,222	0,267	0,305
375	0,145	0,172	0,189	0,229	0,260
380	0,129	0,138	0,153	0,191	0,221
385	0,112	0,117	0,128	0,163	0,188
390	0,098	0,099	0,107	0,140	0,160
395	0,087	0,085	0,090	0,121	0,137
400	0,077	0,073	0,075	0,104	0,117

## 2. Replikasi 2

Gelombang	Sampel				
	A	B	C	D	E
290	0,638	0,842	0,959	1,404	1,534
295	0,671	0,866	1,016	1,137	1,405
300	0,604	0,797	0,913	1,063	1,304
305	0,542	0,725	0,826	0,965	1,188
310	0,509	0,688	0,779	0,916	1,121
315	0,503	0,686	0,776	0,910	1,116
320	0,559	0,733	0,846	0,964	1,179
325	0,556	0,728	0,842	0,957	1,173
330	0,534	0,699	0,808	0,923	1,129
335	0,497	0,649	0,747	0,855	1,042
340	0,443	0,574	0,661	0,757	0,924
345	0,380	0,487	0,562	0,645	0,784
350	0,331	0,418	0,477	0,552	0,655
355	0,275	0,344	0,389	0,454	0,535
360	0,229	0,284	0,320	0,376	0,439
365	0,193	0,236	0,265	0,315	0,363
370	0,166	0,200	0,222	0,267	0,306
375	0,145	0,172	0,188	0,229	0,260
380	0,129	0,138	0,152	0,191	0,221
385	0,113	0,118	0,127	0,163	0,188
390	0,099	0,100	0,107	0,140	0,160
395	0,088	0,085	0,090	0,121	0,137
400	0,077	0,073	0,075	0,105	0,117

### 3. Replikasi 3

Gelombang	Sampel				
	A	B	C	D	E
290	0,735	0,824	0,983	1,242	1,312
295	0,668	0,879	0,985	1,187	1,316
300	0,603	0,799	0,917	1,063	1,312
305	0,540	0,724	0,826	0,966	1,188
310	0,508	0,686	0,781	0,913	1,120
315	0,504	0,684	0,774	0,908	1,113
320	0,560	0,732	0,846	0,962	1,179
325	0,556	0,728	0,841	0,958	1,170
330	0,535	0,702	0,808	0,922	1,129
335	0,497	0,649	0,747	0,854	1,045
340	0,442	0,574	0,661	0,758	0,923
345	0,379	0,489	0,562	0,645	0,786
350	0,331	0,418	0,476	0,551	0,656
355	0,274	0,344	0,390	0,454	0,534
360	0,229	0,284	0,320	0,376	0,440
365	0,193	0,236	0,264	0,314	0,364
370	0,166	0,200	0,222	0,267	0,306
375	0,144	0,172	0,189	0,230	0,260
380	0,128	0,138	0,152	0,192	0,221
385	0,112	0,117	0,128	0,164	0,188
390	0,098	0,100	0,107	0,141	0,160
395	0,087	0,085	0,090	0,121	0,137
400	0,077	0,073	0,075	0,105	0,117

## B. Pengukuran Nilai SPF

### a. Kulit Buah Jeruk Pomelo

#### 1. Replikasi 1

AUC	$\lambda_n$	$\lambda_1$	200ppm	250ppm	300ppm	250ppm	400ppm
L1	295	290	6,943	10,810	11,963	15,645	16,573
L2	300	295	5,530	9,210	10,703	10,940	12,683
L3	305	300	4,555	7,725	8,985	9,845	11,365
L4	310	305	3,910	6,570	7,688	8,488	9,760
L5	315	310	3,500	5,888	6,925	7,625	8,745
L6	320	315	3,368	5,648	6,645	7,320	8,420
L7	325	320	3,320	5,563	6,523	7,205	8,250
L8	330	325	3,245	5,435	6,353	7,025	8,020
L9	335	330	3,123	5,263	6,120	6,720	7,738
L10	340	335	2,918	4,945	5,720	6,220	7,215
L11	345	340	2,593	4,385	5,063	5,495	6,370
L12	350	345	2,213	3,728	4,298	4,648	5,375
L13	355	350	1,833	3,050	3,515	3,793	4,370
L14	360	355	1,498	2,460	2,833	3,045	3,488
L15	365	360	1,168	1,898	2,173	2,345	2,708
L16	370	365	0,920	1,470	1,670	1,820	2,133
L17	375	370	0,805	1,263	1,428	1,555	1,815
L18	380	375	0,715	1,105	1,245	1,360	1,578
L19	385	380	0,640	0,980	1,105	1,213	1,395
L20	390	385	0,578	0,885	0,998	1,100	1,253
L21	395	390	0,525	0,818	0,933	1,025	1,158
L22	400	395	0,483	0,760	0,880	0,963	1,078
Log SPF			0,494	0,817	0,943	1,049	1,195
SPF			3,121	6,559	8,776	11,195	15,679



Contoh perhitungan nilai SPF

$$(AUC) = (Aa+Ab)/2 \times Dp_{b-a}$$

$$AUC = L_1+L_2+L_3+\dots+L_n$$

$$\text{Log SPF} = AUC/(\lambda_n-\lambda_1)$$

Keterangan :

Aa = Absorbansi pada panjang gelombang a nm

Ab = Absorbansi pada panjang gelombang b nm

dPb-a = Selisih panjang gelombang a dan b

$\lambda_n$  = Panjang gelombang terbesar (dengan  $A > 0,05$  untuk ekstrak, dengan  $A > 0,01$  untuk sediaan)

$\lambda_1$  = Panjang gelombang terkecil (290 nm).

$$L1 = \frac{1,544+1,233}{2} \times (295 - 290) = 6,943$$

$$L2 = \frac{1,233+0,979}{2} \times (300 - 295) = 5,530$$

$$L3 = \frac{0,979+0,843}{2} \times (305 - 300) = 4,555$$

$$L4 = \frac{0,843+0,721}{2} \times (310 - 305) = 3,910$$

$$L5 = \frac{0,721+0,679}{2} \times (315 - 310) = 3,500$$

$$L6 = \frac{0,679+0,668}{2} \times (320 - 315) = 3,368$$

$$L7 = \frac{0,668+0,660}{2} \times (325 - 320) = 3,320$$

$$L8 = \frac{0,660+0,638}{2} \times (330 - 325) = 3,245$$

$$L9 = \frac{0,638+0,611}{2} \times (335 - 330) = 3,123$$

$$L10 = \frac{0,611+0,556}{2} \times (340 - 335) = 2,918$$

$$L11 = \frac{0,556+0,481}{2} \times (345 - 340) = 2,593$$

$$L12 = \frac{0,481+0,404}{2} \times (350 - 345) = 2,213$$

$$L13 = \frac{0,404+0,329}{2} \times (355 - 350) = 1,833$$

$$L14 = \frac{0,329+0,270}{2} \times (360 - 355) = 1,498$$

$$L15 = \frac{0,270+0,197}{2} \times (365 - 360) = 1,168$$

$$L16 = \frac{0,197+0,171}{2} \times (370 - 365) = 0,920$$

$$L17 = \frac{0,171+0,151}{2} \times (375 - 370) = 0,805$$

$$L18 = \frac{0,151+0,135}{2} \times (380 - 375) = 0,715$$

$$L19 = \frac{0,135+0,121}{2} \times (385 - 380) = 0,640$$

$$L20 = \frac{0,121+0,110}{2} \times (390 - 385) = 0,578$$

$$L21 = \frac{0,110+0,100}{2} \times (395 - 390) = 0,525$$

$$L22 = \frac{0,100+0,093}{2} \times (400 - 395) = 0,483$$

$$\text{Log SPF} = \frac{54,378}{400-290}$$

$$= \frac{54,378}{110}$$

$$= 0,494$$

$$\text{SPF} = 3,121$$

## 2. Replikasi 2

AUC	$\Delta n$	$\lambda_1$	200ppm	250ppm	300ppm	250ppm	400ppm
L1	295	290	6,808	9,608	11,300	12,050	14,015
L2	300	295	5,558	9,398	10,630	11,640	14,098
L3	305	300	4,555	7,710	8,935	9,935	11,540
L4	310	305	3,918	6,563	7,678	8,515	9,750
L5	315	310	3,503	5,885	6,898	7,653	8,800
L6	320	315	3,363	5,665	6,633	7,335	8,413
L7	325	320	3,310	5,573	6,528	7,220	8,250
L8	330	325	3,238	5,440	6,350	7,030	8,038
L9	335	330	3,113	5,265	6,108	6,713	7,718
L10	340	335	2,903	4,940	5,708	6,210	7,203
L11	345	340	2,585	4,385	5,058	5,708	6,353
L12	350	345	2,210	3,730	4,293	4,868	5,368
L13	355	350	1,830	3,060	3,518	3,793	4,368
L14	360	355	1,500	2,473	2,843	3,043	3,483
L15	365	360	1,168	1,905	2,178	2,345	2,708
L16	370	365	0,915	1,473	1,670	1,830	2,135
L17	375	370	0,800	1,260	1,428	1,570	1,815
L18	380	375	0,708	1,103	1,245	1,375	1,578
L19	385	380	0,633	0,980	1,105	1,225	1,395
L20	390	385	0,573	0,885	0,998	1,108	1,253
L21	395	390	0,523	0,818	0,933	1,030	1,158
L22	400	395	0,480	0,760	0,880	0,965	1,078
Log SPF			0,493	0,808	0,936	1,029	1,186
SPF			3,109	6,426	8,621	10,683	15,362

### 3. Replikasi 3

AUC	$\Delta n$	$\lambda_1$	200 ppm	250 ppm	300 ppm	250 ppm	400 ppm
L1	295	290	6,878	10,060	11,093	11,325	12,828
L2	300	295	5,533	9,318	10,703	11,128	13,400
L3	305	300	4,563	7,675	8,970	9,838	11,553
L4	310	305	3,913	6,573	7,668	8,495	9,708
L5	315	310	3,500	5,893	6,915	7,650	8,783
L6	320	315	3,363	5,668	6,628	7,355	8,465
L7	325	320	3,310	5,575	6,508	7,223	8,323
L8	330	325	3,238	5,438	6,350	7,020	8,078
L9	335	330	3,115	5,270	6,115	6,710	7,750
L10	340	335	2,910	4,953	5,715	6,215	7,218
L11	345	340	2,593	4,385	5,058	5,710	6,363
L12	350	345	2,215	3,720	4,290	4,863	5,373
L13	355	350	1,833	3,050	3,515	3,785	4,373
L14	360	355	1,503	2,463	2,838	3,040	3,493
L15	365	360	1,168	1,898	2,175	2,345	2,715
L16	370	365	0,913	1,470	1,670	1,828	2,140
L17	375	370	0,800	1,260	1,428	1,563	1,820
L18	380	375	0,708	1,103	1,245	1,365	1,580
L19	385	380	0,633	0,980	1,105	1,215	1,398
L20	390	385	0,573	0,883	1,000	1,098	1,258
L21	395	390	0,523	0,815	0,935	1,023	1,160
L22	400	395	0,483	0,760	0,880	0,963	1,078
Log SPF			0,493	0,811	0,935	1,016	1,171
SPF			3,114	6,471	8,601	10,374	14,838

## b. Daging Buah Jeruk Pomelo

### 1. Replikasi 1

AUC	$\Delta n$	$\lambda_1$	200ppm	250ppm	300ppm	250ppm	400ppm
L1	295	290	3,235	4,533	4,785	5,725	6,238
L2	300	295	3,150	4,230	4,770	5,453	6,680
L3	305	300	3,093	3,815	4,353	5,065	6,250
L4	310	305	2,865	3,538	4,020	4,705	5,783
L5	315	310	2,528	3,438	3,888	4,568	5,590
L6	320	315	2,655	3,545	4,053	4,680	5,728
L7	325	320	2,785	3,650	4,215	4,803	5,873
L8	330	325	2,723	3,575	4,120	4,703	5,743
L9	335	330	2,575	3,378	3,890	4,445	5,425
L10	340	335	2,345	3,058	3,525	4,038	4,918
L11	345	340	2,053	2,658	3,065	3,513	4,275
L12	350	345	1,775	2,270	2,605	2,993	3,600
L13	355	350	1,515	1,905	2,170	2,510	2,973
L14	360	355	1,263	1,568	1,775	2,073	2,433
L15	365	360	1,060	1,303	1,463	1,725	2,000
L16	370	365	0,900	1,093	1,218	1,453	1,668
L17	375	370	0,778	0,930	1,028	1,240	1,413
L18	380	375	0,685	0,775	0,855	1,050	1,203
L19	385	380	0,603	0,638	0,703	0,885	1,023
L20	390	385	0,525	0,540	0,588	0,758	0,870
L21	395	390	0,463	0,460	0,493	0,653	0,743
L22	400	395	0,410	0,395	0,413	0,563	0,635
Log SPF			0,363	0,466	0,527	0,615	0,737
SPF			2,309	2,926	3,367	4,116	5,456

## 2. Replikasi 2

AUC	$\Delta n$	$\lambda_1$	200ppm	250ppm	300ppm	250ppm	400ppm
L1	295	290	3,273	4,270	4,938	6,353	7,348
L2	300	295	3,188	4,158	4,823	5,500	6,773
L3	305	300	2,865	3,805	4,348	5,070	6,230
L4	310	305	2,628	3,533	4,013	4,703	5,773
L5	315	310	2,530	3,435	3,888	4,565	5,593
L6	320	315	2,655	3,548	4,055	4,685	5,738
L7	325	320	2,788	3,653	4,220	4,803	5,880
L8	330	325	2,725	3,568	4,125	4,700	5,755
L9	335	330	2,578	3,370	3,888	4,445	5,428
L10	340	335	2,350	3,058	3,520	4,030	4,915
L11	345	340	2,058	2,653	3,058	3,505	4,270
L12	350	345	1,778	2,263	2,598	2,993	3,598
L13	355	350	1,515	1,905	2,165	2,515	2,975
L14	360	355	1,260	1,570	1,773	2,075	2,435
L15	365	360	1,055	1,300	1,463	1,728	2,005
L16	370	365	0,898	1,090	1,218	1,455	1,673
L17	375	370	0,778	0,930	1,025	1,240	1,415
L18	380	375	0,685	0,775	0,850	1,050	1,203
L19	385	380	0,605	0,640	0,698	0,885	1,023
L20	390	385	0,530	0,545	0,585	0,758	0,870
L21	395	390	0,468	0,463	0,493	0,653	0,743
L22	400	395	0,413	0,395	0,413	0,565	0,635
Log SPF			0,360	0,463	0,529	0,621	0,748
SPF			2,292	2,904	3,378	4,175	5,597

### 3. Replikasi 3

AUC	$\Delta n$	$\lambda_1$	200ppm	250ppm	300ppm	250ppm	400ppm
L1	295	290	3,508	4,258	4,920	6,073	6,570
L2	300	295	3,178	4,195	4,755	5,625	6,570
L3	305	300	2,858	3,808	4,358	5,073	6,250
L4	310	305	2,620	3,525	4,018	4,698	5,770
L5	315	310	2,530	3,425	3,888	4,553	5,583
L6	320	315	2,660	3,540	4,050	4,675	5,730
L7	325	320	2,790	3,650	4,218	4,800	5,873
L8	330	325	2,728	3,575	4,123	4,700	5,748
L9	335	330	2,580	3,378	3,888	4,440	5,435
L10	340	335	2,348	3,058	3,520	4,030	4,920
L11	345	340	2,053	2,658	3,058	3,508	4,273
L12	350	345	1,775	2,268	2,595	2,990	3,605
L13	355	350	1,513	1,905	2,165	2,513	2,975
L14	360	355	1,258	1,570	1,775	2,075	2,435
L15	365	360	1,055	1,300	1,460	1,725	2,010
L16	370	365	0,898	1,090	1,215	1,453	1,675
L17	375	370	0,775	0,930	1,028	1,243	1,415
L18	380	375	0,680	0,775	0,853	1,055	1,203
L19	385	380	0,600	0,638	0,700	0,890	1,023
L20	390	385	0,525	0,543	0,588	0,763	0,870
L21	395	390	0,463	0,463	0,493	0,655	0,743
L22	400	395	0,410	0,395	0,413	0,565	0,635
Log SPF			0,362	0,463	0,528	0,619	0,739
SPF			2,300	2,905	3,373	4,160	5,485

**C. Pengukuran Persen Eritema (%Te) dan Persen Pigmentasi (%Tp)  
Kulit Jeruk Pomelo  
a. Larutan Uji 200 ppm**

**1. Replikasi 1**

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	5,404	0,597142	
297,5	0,672	8,520	5,72544	
302,5	1	14,306	14,306	
307,5	0,2008	20,527	4,121822	
312,5	0,1364	24,365	3,323386	
317,5	0,1125	24,270	2,730375	
Jumlah	2,2322		30,80416	13,79991
322,5	0,1079	23,256	2,509322	
327,5	0,102	24,041	2,452182	
332,5	0,0936	25,638	2,399717	
337,5	0,0798	28,340	2,261532	
342,5	0,0669	32,568	2,178799	
347,5	0,057	38,409	2,189313	
352,5	0,0488	45,440	2,217472	
357,5	0,0456	52,574	2,397374	
362,5	0,0356	58,808	2,093565	
367,5	0,031	63,770	1,97687	
372,5	0,026	67,625	1,75825	
Jumlah	0,6942		24,4344	35,19782

Contoh perhitungan nilai transmisi (replikasi 1)

$$\text{Persen eritema (\%Te)} = \frac{\Sigma(T \times Fe)}{\Sigma Fe}$$

$$\text{Persen pigmentasi (\%Tp)} = \frac{\Sigma(T \times Fe)}{\Sigma Fp}$$

Keterangan

T x Fe : Perhitungan nilai transmisi eritema tiap panjang gelombang yaitu panjang gelombang 292,5 - 317,5 nm

Fe : Fluks eritema



T x Fp : Perhitungan nilai transmisi eritema tiap panjang gelombang yaitu panjang gelombang 322,5 - 372,5 nm

Fp : Fluks pigmentasi

$$\begin{aligned} \text{Persen eritema (\%Te)} &= \frac{\Sigma(T \times Fe)}{\Sigma Fe} \\ &= \frac{30,80416}{2,2322} \\ &= 13,79991 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persen pigmentasi (\%Tp)} &= \frac{\Sigma(T \times Fe)}{\Sigma Fp} \\ &= \frac{24,4344}{0,69422} \\ &= 35,19782 \end{aligned}$$

## 2. Replikasi 2

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	4,933	0,545097	
297,5	0,672	8,511	5,719392	
302,5	1	14,278	14,278	
307,5	0,2008	20,486	4,113589	
312,5	0,1364	24,322	3,317521	
317,5	0,1125	24,252	2,72835	
Jumlah	2,2322		30,70195	13,75412
322,5	0,1079	23,274	2,511265	
327,5	0,102	24,041	2,452182	
332,5	0,0936	25,663	2,402057	
337,5	0,0798	28,336	2,261213	
342,5	0,0669	32,505	2,174585	
347,5	0,057	38,355	2,186235	
352,5	0,0488	45,443	2,217618	
357,5	0,0456	52,597	2,398423	
362,5	0,0356	58,821	2,094028	
367,5	0,031	63,794	1,977614	
372,5	0,026	67,660	1,75916	
Jumlah	0,6942		24,43438	35,1979

### 3. Replikasi 3

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	% T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	5,001	0,552555	
297,5	0,672	8,441	5,672352	
302,5	1	14,297	14,2965	
307,5	0,2008	20,505	4,117404	
312,5	0,1364	24,334	3,319089	
317,5	0,1125	24,177	2,719913	
Jumlah	2,2322		30,67781	13,74331
322,5	0,1079	23,191	2,502255	
327,5	0,102	24,005	2,44851	
332,5	0,0936	25,604	2,396488	
337,5	0,0798	28,303	2,258579	
342,5	0,0669	32,519	2,175521	
347,5	0,057	38,418	2,189798	
352,5	0,0488	45,479	2,219375	
357,5	0,0456	52,561	2,396759	
362,5	0,0356	58,773	2,092301	
367,5	0,031	65,773	2,038948	
372,5	0,026	69,635	1,81051	
Jumlah	0,6942		24,52904	35,33426

## b. Larutan Uji 250 ppm

### 1. Replikasi 1

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	1,216	0,134368	
297,5	0,672	1,506	1,012032	
302,5	1	3,390	3,39	
307,5	0,2008	6,053	1,215342	
312,5	0,1364	7,919	1,080152	
317,5	0,1125	8,157	0,917606	
Jumlah	2,2322		7,7495	3,471687
322,5	0,1079	7,970	0,859963	
327,5	0,102	8,487	0,865623	
332,5	0,0936	9,570	0,895705	
337,5	0,0798	11,578	0,923924	
342,5	0,0669	14,921	0,998181	
347,5	0,057	19,628	1,118768	
352,5	0,0488	26,146	1,2759	
357,5	0,0456	33,960	1,548576	
362,5	0,0356	41,548	1,479109	
367,5	0,031	48,123	1,491813	
372,5	0,026	53,485	1,390597	
Jumlah	0,6942		12,84816	18,50786

## 2. Replikasi 2

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	0,581	0,064145	
297,5	0,672	1,467	0,985824	
302,5	1	3,418	3,418	
307,5	0,2008	6,039	1,212631	
312,5	0,1364	7,936	1,08247	
317,5	0,1125	8,193	0,921713	
Jumlah	2,2322		7,684783	3,442695
322,5	0,1079	7,945	0,857266	
327,5	0,102	8,452	0,862053	
332,5	0,0936	9,574	0,89608	
337,5	0,0798	11,557	0,922249	
342,5	0,0669	14,907	0,997278	
347,5	0,057	19,619	1,118283	
352,5	0,0488	26,129	1,275095	
357,5	0,0456	33,957	1,548439	
362,5	0,0356	41,616	1,481512	
367,5	0,031	48,217	1,494727	
372,5	0,026	53,504	1,391104	
Jumlah	0,6942		12,84409	18,502

## 3. Replikasi 3

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	1,116	0,123318	
297,5	0,672	1,517	1,019088	
302,5	1	3,427	3,427	
307,5	0,2008	6,049	1,214539	
312,5	0,1364	7,899	1,077355	
317,5	0,1125	8,151	0,916931	
Jumlah	2,2322		7,778231	3,484558
322,5	0,1079	7,972	0,860125	
327,5	0,102	8,495	0,866439	
332,5	0,0936	9,586	0,897203	
337,5	0,0798	11,547	0,921411	

342,5	0,0669	14,882	0,995606	
347,5	0,057	19,635	1,119167	
352,5	0,0488	26,171	1,27712	
357,5	0,0456	33,982	1,549556	
362,5	0,0356	41,601	1,480996	
367,5	0,031	48,201	1,494231	
372,5	0,026	53,514	1,391351	
Jumlah	0,6942		12,8532	18,51513

### c. Larutan Uji 300 ppm

#### 1. Replikasi 1

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	0,786	0,087	
297,5	0,672	0,880	0,591	
302,5	1	2,018	2,018	
307,5	0,2008	3,852	0,773	
312,5	0,1364	5,255	0,717	
317,5	0,1125	5,362	0,603	
Jumlah	2,2322		4,789	2,145438
322,5	0,1079	5,140	0,555	
327,5	0,102	5,555	0,567	
332,5	0,0936	6,432	0,602	
337,5	0,0798	8,045	0,642	
342,5	0,0669	10,861	0,727	
347,5	0,057	14,799	0,844	
352,5	0,0488	20,522	1,001	
357,5	0,0456	27,954	1,275	
362,5	0,0356	35,556	1,266	
367,5	0,031	42,365	1,313	
372,5	0,026	47,965	1,247	
Jumlah	0,6942		10,038	14,45919

## 2. Replikasi 2

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	0,492	0,054	
297,5	0,672	0,809	0,543	
302,5	1	2,011	2,011	
307,5	0,2008	3,826	0,768	
312,5	0,1364	5,231	0,714	
317,5	0,1125	5,385	0,606	
Jumlah	2,2322		4,696	2,1038
322,5	0,1079	5,162	0,557	
327,5	0,102	5,577	0,569	
332,5	0,0936	6,472	0,606	
337,5	0,0798	8,052	0,643	
342,5	0,0669	10,838	0,725	
347,5	0,057	14,803	0,844	
352,5	0,0488	20,529	1,002	
357,5	0,0456	27,966	1,275	
362,5	0,0356	35,594	1,267	
367,5	0,031	42,393	1,314	
372,5	0,026	47,965	1,247	
Jumlah	0,6942		10,048	14,4746

## 3. Replikasi 3

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	0,510	0,056	
297,5	0,672	0,737	0,495	
302,5	1	1,987	1,987	
307,5	0,2008	3,845	0,772	
312,5	0,1364	5,260	0,717	
317,5	0,1125	5,373	0,604	
Jumlah	2,2322		4,632	2,075062
322,5	0,1079	5,126	0,553	
327,5	0,102	5,521	0,563	
332,5	0,0936	6,420	0,601	
337,5	0,0798	8,041	0,642	

342,5	0,0669	10,829	0,724	
347,5	0,057	14,766	0,842	
352,5	0,0488	20,508	1,001	
357,5	0,0456	27,955	1,275	
362,5	0,0356	35,579	1,267	
367,5	0,031	42,387	1,314	
372,5	0,026	47,945	1,247	
Jumlah	0,6942		10,027	14,44466

#### d. Larutan Uji 350 ppm

##### 1. Replikasi 1

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	0,728	0,080444	
297,5	0,672	0,637	0,427728	
302,5	1	1,419	1,419	
307,5	0,2008	2,859	0,573987	
312,5	0,1364	4,054	0,552966	
317,5	0,1125	4,176	0,4698	
Jumlah	2,2322		3,523924	1,578678
322,5	0,1079	3,973	0,428633	
327,5	0,102	4,281	0,436662	
332,5	0,0936	4,985	0,466596	
337,5	0,0798	6,370	0,508286	
342,5	0,0669	8,846	0,591797	
347,5	0,057	12,608	0,718628	
352,5	0,0488	18,239	0,890063	
357,5	0,0456	25,483	1,162002	
362,5	0,0356	33,016	1,175352	
367,5	0,031	39,800	1,2338	
372,5	0,026	45,448	1,181648	
Jumlah	0,6942		8,793467	12,66705

## 2. Replikasi 2

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	0,575	0,063482	
297,5	0,672	0,558	0,37464	
302,5	1	1,435	1,4345	
307,5	0,2008	2,911	0,584529	
312,5	0,1364	4,110	0,560604	
317,5	0,1125	4,177	0,469913	
Jumlah	2,2322		3,487668	1,562435
322,5	0,1079	3,971	0,428417	
327,5	0,102	4,318	0,440385	
332,5	0,0936	5,061	0,473663	
337,5	0,0798	6,401	0,51076	
342,5	0,0669	8,781	0,587449	
347,5	0,057	12,583	0,717203	
352,5	0,0488	18,213	0,888794	
357,5	0,0456	25,368	1,156781	
362,5	0,0356	32,898	1,171169	
367,5	0,031	39,747	1,232157	
372,5	0,026	45,418	1,180868	
Jumlah	0,6942		8,787645	12,65866

## 3. Replikasi 3

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	1,065	0,117627	
297,5	0,672	0,651	0,437472	
302,5	1	1,439	1,439	
307,5	0,2008	2,907	0,583726	
312,5	0,1364	4,094	0,558353	
317,5	0,1125	4,181	0,470306	
Jumlah	2,2322		3,606485	1,615664
322,5	0,1079	3,959	0,427122	
327,5	0,102	4,291	0,437682	
332,5	0,0936	5,009	0,468796	
337,5	0,0798	6,365	0,507887	



342,5	0,0669	8,803	0,588887	
347,5	0,057	12,590	0,71763	
352,5	0,0488	18,250	0,8906	
357,5	0,0456	25,478	1,161774	
362,5	0,0356	32,992	1,174497	
367,5	0,031	39,765	1,232715	
372,5	0,026	45,395	1,18027	
Jumlah	0,6942		8,787861	12,65898

### e. Larutan Uji 400 ppm

#### 1. Replikasi 1

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	0,530	0,05851	
297,5	0,672	0,299	0,200592	
302,5	1	0,646	0,646	
307,5	0,2008	1,382	0,277405	
312,5	0,1364	2,053	0,280029	
317,5	0,1125	2,187	0,245981	
Jumlah	2,2322		1,708517	0,765396
322,5	0,1079	2,108	0,227453	
327,5	0,102	2,308	0,235416	
332,5	0,0936	2,774	0,259646	
337,5	0,0798	3,750	0,29921	
342,5	0,0669	5,592	0,374105	
347,5	0,057	8,651	0,493107	
352,5	0,0488	13,540	0,660728	
357,5	0,0456	20,110	0,916993	
362,5	0,0356	27,426	0,976366	
367,5	0,031	34,403	1,066478	
372,5	0,026	40,358	1,049308	
Jumlah	0,6942		6,558809	9,448011

## 2. Replikasi 2

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	0,530	0,05851	
297,5	0,672	0,366	0,245616	
302,5	1	0,660	0,6595	
307,5	0,2008	1,469	0,294975	
312,5	0,1364	2,131	0,2906	
317,5	0,1125	2,167	0,243788	
Jumlah	2,2322		1,792989	0,803238
322,5	0,1079	2,056	0,221842	
327,5	0,102	2,287	0,233223	
332,5	0,0936	2,768	0,259038	
337,5	0,0798	3,722	0,297016	
342,5	0,0669	5,533	0,370158	
347,5	0,057	8,600	0,4902	
352,5	0,0488	13,519	0,659703	
357,5	0,0456	20,144	0,918544	
362,5	0,0356	27,487	0,978537	
367,5	0,031	34,430	1,06733	
372,5	0,026	40,394	1,050244	
Jumlah	0,6942		6,545834	9,429321

## 3. Replikasi 3

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	0,653	0,072	
297,5	0,672	0,263	0,176	
302,5	1	0,649	0,649	
307,5	0,2008	1,400	0,281	
312,5	0,1364	2,101	0,287	
317,5	0,1125	2,172	0,244	
Jumlah	2,2322		1,710	0,765852
322,5	0,1079	2,044	0,221	
327,5	0,102	2,300	0,235	
332,5	0,0936	2,792	0,261	
337,5	0,0798	3,714	0,296	
342,5	0,0669	5,517	0,369	

347,5	0,057	8,589	0,490	
352,5	0,0488	13,516	0,660	
357,5	0,0456	20,181	0,920	
362,5	0,0356	27,519	0,980	
367,5	0,031	34,437	1,068	
372,5	0,026	40,387	1,050	
Jumlah	0,6942		6,548	9,433066

## D. Pengukuran Persen Eritema (%Te) dan Persen Pigmentasi (%Tp)

### Buah Jeruk Pomelo

#### a. Larutan Uji 200 ppm

##### 1. Replikasi 1

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	19,934	2,202707	
297,5	0,672	22,932	15,4103	
302,5	1	25,935	25,935	
307,5	0,2008	28,943	5,811754	
312,5	0,1364	30,206	4,120098	
317,5	0,1125	29,907	3,364538	
Jumlah	2,2322		56,8444	25,46564
322,5	0,1079	27,019	2,91535	
327,5	0,102	27,831	2,838762	
332,5	0,0936	29,773	2,786753	
337,5	0,0798	33,292	2,656702	
342,5	0,0669	38,408	2,569495	
347,5	0,057	44,548	2,539236	
352,5	0,0488	50,175	2,44854	
357,5	0,0456	56,660	2,583696	
362,5	0,0356	62,166	2,21311	
367,5	0,031	66,870	2,07297	
372,5	0,026	70,615	1,83599	
Jumlah	0,6942		27,4606	39,55719

##### 2. Replikasi 2

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	20,752	2,293096	
297,5	0,672	22,670	15,23424	
302,5	1	26,031	26,031	
307,5	0,2008	29,091	5,841473	
312,5	0,1364	30,203	4,119689	
317,5	0,1125	29,922	3,366225	
Jumlah	2,2322		56,88572	25,48415

322,5	0,1079	27,028	2,916321	
327,5	0,102	27,782	2,833764	
332,5	0,0936	29,768	2,786285	
337,5	0,0798	33,279	2,655664	
342,5	0,0669	38,469	2,573576	
347,5	0,057	44,608	2,542656	
352,5	0,0488	50,252	2,452298	
357,5	0,0456	56,653	2,583377	
362,5	0,0356	62,042	2,208695	
367,5	0,031	66,731	2,068661	
372,5	0,026	70,518	1,833468	
Jumlah	0,6942		27,45476	39,54878

### 3. Replikasi 3

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	20,152	2,226796	
297,5	0,672	22,644	15,21677	
302,5	1	26,093	26,093	
307,5	0,2008	29,007	5,824606	
312,5	0,1364	30,244	4,125282	
317,5	0,1125	30,000	3,375	
Jumlah	2,2322		56,86145	25,47328
322,5	0,1079	26,990	2,912221	
327,5	0,102	27,783	2,833866	
332,5	0,0936	29,782	2,787595	
337,5	0,0798	33,292	2,656702	
342,5	0,0669	38,460	2,572974	
347,5	0,057	44,589	2,541573	
352,5	0,0488	50,237	2,451566	
357,5	0,0456	56,685	2,584836	
362,5	0,0356	62,164	2,213038	
367,5	0,031	66,768	2,069808	
372,5	0,026	70,633	1,836458	
Jumlah	0,6942		27,46064	39,55724

### b. Larutan Uji 250 ppm

## 1. Replikasi 1

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	13,596	1,502358	
297,5	0,672	15,317	10,29302	
302,5	1	17,54	17,54	
307,5	0,2008	20,116	4,039293	
312,5	0,1364	21,002	2,864673	
317,5	0,1125	20,714	2,330325	
Jumlah	2,2322		38,56967	17,27877
322,5	0,1079	18,948	2,044489	
327,5	0,102	19,617	2,000934	
332,5	0,0936	21,526	2,014834	
337,5	0,0798	25,006	1,995479	
342,5	0,0669	30,380	2,032422	
347,5	0,057	36,922	2,104554	
352,5	0,0488	43,364	2,116163	
357,5	0,0456	50,958	2,323685	
362,5	0,0356	57,539	2,048388	
367,5	0,031	63,327	1,963137	
372,5	0,026	68,195	1,77307	
Jumlah	0,6942		22,41716	32,29207

## 2. Replikasi 2

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	13,828	1,527994	
297,5	0,672	14,932	10,0343	
302,5	1	17,583	17,583	
307,5	0,2008	20,142	4,044514	
312,5	0,1364	20,992	2,863309	
317,5	0,1125	20,752	2,3346	
Jumlah	2,2322		38,38772	17,19726
322,5	0,1079	18,945	2,044166	
327,5	0,102	19,626	2,001852	
332,5	0,0936	21,571	2,019046	
337,5	0,0798	25,090	2,002182	
342,5	0,0669	30,342	2,02988	

347,5	0,057	37,039	2,111223	
352,5	0,0488	43,457	2,120702	
357,5	0,0456	50,903	2,321177	
362,5	0,0356	57,574	2,049634	
367,5	0,031	63,301	1,962331	
372,5	0,026	68,159	1,772134	
Jumlah	0,6942		22,43433	32,3168

### 3. Replikasi 3

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	% T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	12,735	1,407218	
297,5	0,672	14,981	10,06723	
302,5	1	17,578	17,578	
307,5	0,2008	20,087	4,03347	
312,5	0,1364	21,043	2,870265	
317,5	0,1125	20,686	2,327175	
Jumlah	2,2322		38,28336	17,15051
322,5	0,1079	18,900	2,03931	
327,5	0,102	19,701	2,009502	
332,5	0,0936	21,555	2,017548	
337,5	0,0798	25,052	1,99915	
342,5	0,0669	30,353	2,030616	
347,5	0,057	37,102	2,114814	
352,5	0,0488	43,410	2,118408	
357,5	0,0456	50,958	2,323685	
362,5	0,0356	57,521	2,047748	
367,5	0,031	63,263	1,961153	
372,5	0,026	68,106	1,770756	
Jumlah	0,6942		22,43269	32,31445

### c. Larutan Uji 300 ppm

#### 1. Replikasi 1

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	% T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	9,038	0,998699	
297,5	0,672	10,991	7,385952	

302,5	1	13,490	13,49	
307,5	0,2008	15,860	3,184688	
312,5	0,1364	16,713	2,279653	
317,5	0,1125	16,476	1,85355	
Jumlah	2,2322		29,19254	13,07792
322,5	0,1079	14,192	1,531317	
327,5	0,102	14,845	1,51419	
332,5	0,0936	16,483	1,542809	
337,5	0,0798	19,604	1,564399	
342,5	0,0669	24,564	1,643332	
347,5	0,057	30,774	1,754118	
352,5	0,0488	36,035	1,758508	
357,5	0,0456	43,291	1,97407	
362,5	0,0356	49,858	1,774945	
367,5	0,031	55,807	1,730017	
372,5	0,026	60,880	1,58288	
Jumlah	0,6942		18,37058	26,46296

## 2. Replikasi 2

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	9,839	1,08721	
297,5	0,672	10,730	7,21056	
302,5	1	13,512	13,512	
307,5	0,2008	15,904	3,193523	
312,5	0,1364	16,772	2,287701	
317,5	0,1125	16,490	1,855125	
Jumlah	2,2322		29,14612	13,05713
322,5	0,1079	14,244	1,536928	
327,5	0,102	14,859	1,515618	
332,5	0,0936	16,527	1,546927	
337,5	0,0798	19,632	1,566634	
342,5	0,0669	24,577	1,644201	
347,5	0,057	30,849	1,758393	
352,5	0,0488	35,913	1,752554	
357,5	0,0456	43,245	1,971972	
362,5	0,0356	49,895	1,776262	
367,5	0,031	55,830	1,73073	



372,5	0,026	60,907	1,583582	
Jumlah	0,6942		18,3838	26,482

### 3. Replikasi 3

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	9,517	1,051629	
297,5	0,672	10,934	7,347648	
302,5	1	13,478	13,478	
307,5	0,2008	15,913	3,19533	
312,5	0,1364	16,812	2,293157	
317,5	0,1125	16,461	1,851863	
Jumlah	2,2322		29,21763	13,08916
322,5	0,1079	14,198	1,531964	
327,5	0,102	14,915	1,52133	
332,5	0,0936	16,580	1,551888	
337,5	0,0798	19,701	1,57214	
342,5	0,0669	24,637	1,648215	
347,5	0,057	30,878	1,760046	
352,5	0,0488	35,928	1,753286	
357,5	0,0456	43,246	1,972018	
362,5	0,0356	49,910	1,776796	
367,5	0,031	55,803	1,729893	
372,5	0,026	60,921	1,583946	
Jumlah	0,6942		18,40152	26,50752

#### d. Larutan Uji 350 ppm

##### 1. Replikasi 1

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	6,226	0,687973	
297,5	0,672	7,951	5,343072	
302,5	1	9,705	9,705	
307,5	0,2008	11,568	2,322854	
312,5	0,1364	12,271	1,673764	
317,5	0,1125	11,995	1,349438	
Jumlah	2,2322		21,0821	9,44454

322,5	0,1079	10,904	1,176542	
327,5	0,102	11,487	1,171674	
332,5	0,0936	12,886	1,20613	
337,5	0,0798	15,659	1,249588	
342,5	0,0669	20,209	1,351982	
347,5	0,057	26,079	1,486503	
352,5	0,0488	31,631	1,543593	
357,5	0,0456	38,753	1,767137	
362,5	0,0356	45,537	1,621117	
367,5	0,031	51,495	1,596345	
372,5	0,026	56,706	1,474356	
Jumlah	0,6942		15,64497	22,53668

## 2. Replikasi 2

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	6,976	0,770848	
297,5	0,672	8,089	5,435808	
302,5	1	9,746	9,746	
307,5	0,2008	11,557	2,320646	
312,5	0,1364	12,244	1,670082	
317,5	0,1125	12,047	1,355288	
Jumlah	2,2322		21,29867	9,54156
322,5	0,1079	10,909	1,177081	
327,5	0,102	11,411	1,163922	
332,5	0,0936	12,920	1,209312	
337,5	0,0798	15,668	1,250306	
342,5	0,0669	20,238	1,353922	
347,5	0,057	26,123	1,489011	
352,5	0,0488	31,589	1,541543	
357,5	0,0456	38,826	1,770466	
362,5	0,0356	45,474	1,618874	
367,5	0,031	51,396	1,593276	
372,5	0,026	56,696	1,474096	
Jumlah	0,6942		15,64181	22,53214

## 3. Replikasi 3

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	6,581	0,727201	
297,5	0,672	7,773	5,223456	
302,5	1	9,778	9,778	
307,5	0,2008	11,572	2,323658	
312,5	0,1364	12,260	1,672264	
317,5	0,1125	12,050	1,355625	
Jumlah	2,2322		21,0802	9,443689
322,5	0,1079	10,907	1,176865	
327,5	0,102	11,429	1,165758	
332,5	0,0936	12,885	1,206036	
337,5	0,0798	15,652	1,24903	
342,5	0,0669	20,132	1,346831	
347,5	0,057	26,039	1,484223	
352,5	0,0488	31,647	1,544374	
357,5	0,0456	38,808	1,769645	
362,5	0,0356	45,515	1,620334	
367,5	0,031	51,457	1,595167	
372,5	0,026	56,703	1,474278	
Jumlah	0,6942		15,63254	22,51878

### e. Larutan Uji 400 ppm

#### 1. Replikasi 1

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	4,446	0,491283	
297,5	0,672	4,501	3,024672	
302,5	1	5,556	5,556	
307,5	0,2008	6,966	1,398773	
312,5	0,1364	7,460	1,017544	
317,5	0,1125	7,376	0,8298	
Jumlah	2,2322		12,31807	5,518355
322,5	0,1079	6,383	0,688726	
327,5	0,102	6,776	0,691152	
332,5	0,0936	7,910	0,740376	
337,5	0,0798	10,040	0,801192	
342,5	0,0669	13,628	0,911713	

347,5	0,057	18,867	1,075419	
352,5	0,0488	24,669	1,203847	
357,5	0,0456	31,862	1,452907	
362,5	0,0356	38,831	1,382384	
367,5	0,031	45,349	1,405819	
372,5	0,026	51,126	1,329276	
Jumlah	0,6942		11,68281	16,82917

## 2. Replikasi 2

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	4,456	0,492388	
297,5	0,672	4,262	2,864064	
302,5	1	5,591	5,591	
307,5	0,2008	6,963	1,39817	
312,5	0,1364	7,512	1,024637	
317,5	0,1125	7,307	0,822038	
Jumlah	2,2322		12,1923	5,462009
322,5	0,1079	6,331	0,683115	
327,5	0,102	6,732	0,686664	
332,5	0,0936	7,870	0,736632	
337,5	0,0798	10,001	0,79808	
342,5	0,0669	13,680	0,915192	
347,5	0,057	18,913	1,078041	
352,5	0,0488	24,663	1,203554	
357,5	0,0456	31,795	1,449852	
362,5	0,0356	38,766	1,38007	
367,5	0,031	45,296	1,404176	
372,5	0,026	51,025	1,32665	
Jumlah	0,6942		11,66203	16,79923

## 3. Replikasi 3

Panjang Gelombang	Eritemal Flux	%T	Ee	%Te%Tp
292,5	0,1105	5,177	0,572059	
297,5	0,672	4,410	2,96352	
302,5	1	5,496	5,496	

307,5	0,2008	6,981	1,401785	
312,5	0,1364	7,391	1,008132	
317,5	0,1125	7,365	0,828563	
Jumlah	2,2322		12,27006	5,496845
322,5	0,1079	6,357	0,68592	
327,5	0,102	6,732	0,686664	
332,5	0,0936	7,867	0,736351	
337,5	0,0798	10,001	0,79808	
342,5	0,0669	13,718	0,917734	
347,5	0,057	18,982	1,081974	
352,5	0,0488	24,638	1,202334	
357,5	0,0456	31,842	1,451995	
362,5	0,0356	38,725	1,37861	
367,5	0,031	45,143	1,399433	
372,5	0,026	50,934	1,324284	
Jumlah	0,6942		11,66338	16,80118

**Lampiran 3**  
**Uji Normalitas**  
Normalitas Kulit Replikasi 1

**Tests of Normality**

	Konsentrasi _KulitR1	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Absorbansi_KulitR1	200	.142	23	.200*	.892	23	.018
	250	.145	23	.200*	.905	23	.032
	300	.150	23	.194	.905	23	.032
	350	.159	23	.136	.852	23	.003
	400	.144	23	.200*	.889	23	.015

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

a. Lilliefors Significance Correction

## Normalitas Kulit Replikasi 2

### Tests of Normality

	Konsentrasi _KulitR2	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Absorbansi_KulitR2	200	.139	23	.200*	.897	23	.022
	250	.152	23	.180	.915	23	.051
	300	.154	23	.168	.909	23	.039
	350	.156	23	.150	.909	23	.039
	400	.150	23	.197	.913	23	.048

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

a. Lilliefors Significance Correction

## Normalitas Kulit Replikasi 3

### Tests of Normality

	Konsentrasi _KulitR3	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Absorbansi_KulitR3	200	.141	23	.200*	.894	23	.019
	250	.150	23	.192	.908	23	.038
	300	.155	23	.162	.912	23	.044
	350	.159	23	.134	.906	23	.033
	400	.154	23	.164	.914	23	.049

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

a. Lilliefors Significance Correction

## Normalitas Buah Replikasi 1

### Tests of Normality

	Konsentrasi _Buah	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Absorbansi_BuahR1	200	.174	23	.070	.894	23	.019
	250	.170	23	.083	.901	23	.027
	300	.189	23	.033	.885	23	.012
	350	.177	23	.059	.891	23	.017
	400	.194	23	.024	.872	23	.007

a. Lilliefors Significance Correction

### Normalitas Buah Replikasi 2

#### Tests of Normality

	Konsentrasi _BuahR2	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Absorbansi_BuahR2	200	.184	23	.043	.897	23	.022
	250	.181	23	.049	.888	23	.014
	300	.183	23	.044	.892	23	.017
	350	.157	23	.147	.917	23	.057
	400	.172	23	.078	.900	23	.026

a. Lilliefors Significance Correction

### Normalitas Buah Replikasi 3

#### Tests of Normality

	Konsentrasi _BuahR3	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Absorbansi_BuahR3	200	.171	23	.080	.914	23	.049
	250	.181	23	.048	.890	23	.015
	300	.184	23	.043	.887	23	.014
	350	.166	23	.102	.904	23	.031
	400	.188	23	.034	.867	23	.006

a. Lilliefors Significance Correction