BAB IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Determinasi Tanaman

Penelitian ini menggunakan tumbuhan Palem Merah (*Crystotachys renda* Blume) yang berasal dari Kota Jambi, Provinsi Jambi sebagai subjek utama. Penelitian ini diawali dengan determinasi tanaman *Crystotachys renda* Blume atau dikenal sebagai palem merah. Proses ini dilakukan untuk memastikan bahwa tanaman yang digunakan sesuai dengan spesies yang menjadi subjek penelitian, yaitu palem merah. Identifikasi morfologis meliputi pemeriksaan fisik seperti bentuk daun, batang, dan buah, serta pengamatan visual untuk memastikan kesesuaian spesies. Tanaman Palem Merah ini yang digunakan untuk penelitian ini dideterminasi di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan Departemen Biologi FMIPA Universitas Padjajaran dengan No93/HB/10/2024. Hasil determinasi diketahui bahwa tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah benar Buah Palem Merah (*Crystotachys renda* Blume) dengan identifikasi dan didapatkan hasil Klasifikasi (Hirarki Taksonomi) sebagai berikut :

Nama Ilmiah	: ***Crystotachys renda* Becc.**
Sinonim	: Crystotachys renda Blume
Nama Lokal	: Buah Palem Merah
Suku/Famili	: Arecaceae
Kingdom	: Plantae
Divisi	: Tracheophyta
Class	: Magnoliopsida
Ordo	: Arecales
Famili	: Arecaceae
Genus	: *Crystotachys*
Species	: *Crystotachys lakka* Becc.

4.2 Pembuatan Simplisia Buah Palem Merah

Buah yang dipetik dipilih untuk dijadikan sampel dengan kriteria buah marah atau tua yang berwarna merah gelap kehitaman. [47] Tahap awal pembuatan simplisia buah palem merah melibatkan pemilihan buah yang telah matang yang ditandai dengan warna merah gelap hampir keunguan, buah dikumpulkan sebanyak 4,5 kg. Diikuti dengan proses sortasi basah untuk membersihkan buah dari kotoran yang menempel. Proses pengeringan dilakukan secara bertahap dengan metode

kering angin namun tidak terkena sinar matahari secara langsung selama dua hari untuk mengurangi kadar air tanpa merusak kandungan bioaktif dalam buah. Setelah itu, buah dikeringkan menggunakan oven pada suhu rendah 40–50 °C selama tiga hari, memastikan kadar air dalam buah mencapai tingkat minimal untuk menjamin stabilitas simplisia. Kemudian dilakukan proses sortasi kering untuk memisahkan benda – benda asing dan bagian tanaman yang tidak dikehendaki serta kotoran yang masih tertinggal pada simplisia yang telah kering. Diperoleh berat buah Palem Merah setelah kering yaitu 2,2 kg.

Tabel 8. Rendemen Simplisia Buah Palem Merah

sampel	**Hasil**		
	Berat Awal Simplisia	**Berat Akhir Simplisia**	**Rendemen**
Simplisia Buah Palem Merah (*Crystotachys renda* Blume)	4500 gram	2200 gram	48,89 %

Berdasarkan tabel di atas diperoleh hasil Rendemen simplisia Buah Palem Merah sebesar 48,89%. Nilai Rendemen ini dinyatakan baik karena menurut literatur dikatakan bahwa Rendemen dikatakan baik jika nilainya lebih dari 10%. [73] Setelah proses pengeringan, buah palem merah yang telah kering dihancurkan menggunakan *hammer mill* hingga terbentuk serbuk halus. Serbuk ini kemudian disimpan dalam wadah yang kedap udara dan kedap air untuk mencegah penyerapan kelembaban dari lingkungan, sehingga kualitas simplisia tetap terjaga selama periode penyimpanan. Simplisia dalam bentuk serbuk ini siap untuk proses ekstraksi lebih lanjut untuk memperoleh komponen bioaktif yang akan diuji.

4.3. Pembuatan Ekstrak Metanol Buah Palem Merah

Ekstraksi buah palem merah tua dilakukan dengan metode maserasi karena merupakan salah satu metode penyarian yang sederhana. Dalam metode ini, pelarut menembus dinding sel tanaman dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif. Keuntungan metode maserasi antara lain pengerjaannya sederhana, mudah, serta menggunakan alat yang tidak kompleks. Selain itu, metode ini tidak menggunakan panas, sehingga risiko kerusakan zat aktif dalam buah pinang merah tua lebih kecil.[10]

Maserasi dilakukan dengan 4,5 kg serbuk simplisia yang direndam dalam pelarut metanol. Metanol dipilih karena merupakan pelarut sangat polar yang efektif dalam mengekstraksi antioksidan dan senyawa fenolik, bahkan lebih efektif dibandingkan etanol untuk beberapa jenis kandungan fenolik[11].

Tahapan maserasi dilakukan bertahap menggunakan beberapa botol kaca gelap yang terhindar dari paparan cahaya matahari langsung, untuk mencegah oksidasi senyawa yang tidak stabil terhadap cahaya. Setiap botol kaca diisi dengan 500 gram simplisia buah pinang merah tua, dan direndam dalam pelarut metanol sebanyak 5.000 mL, dengan perbandingan (1:10). Proses maserasi berlangsung selama 72, diikuti dengan digojog sesekali, lalu botol disimpan di tempat gelap selama 18 jam. Setiap 6 jam sekali, pengocokan dilakukan kembali. Setelah proses selesai, maserat dipisahkan melalui penyaringan menggunakan kertas saring, sementara residu yang tersisa akan dilakukan remaserasi sebanyak 2 kali dengan jumlah pelarut setengah dari jumlah volume pelarut pada proses maserasi pertama.

Setelah maserat diperoleh, proses pemekatan dilakukan menggunakan rotary evaporator pada suhu 65°C. Berdasarkan proses ini, dihasilkan ekstrak metanol kental sebanyak 698,5 gram dengan rendemen sebesar 13,97%. Nilai rendemen ekstrak diperoleh dari persentase perbandingan antara bobot ekstrak yang dihasilkan dan bobot awal serbuk simplisia yang digunakan, kemudian dikalikan 100%. Rendemen yang lebih tinggi mengindikasikan tingginya kandungan bioaktif yang berhasil diekstraksi dari tumbuhan tersebut.[73]

Nilai rendemen ekstrak dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya suhu dan waktu maserasi. Suhu yang lebih tinggi mempercepat pergerakan partikel dalam pelarut karena meningkatkan koefisien transfer massa dari komponen bioaktif. Selain itu, peningkatan suhu melemahkan permeabilitas sel, sehingga pelarut metanol lebih mudah mengekstraksi zat aktif dalam buah palem merah tua, yang pada akhirnya menghasilkan rendemen lebih tinggi[74].

Waktu maserasi yang lebih lama juga mempengaruhi rendemen. Semakin lama kontak antara padatan dan pelarut, semakin banyak sel yang pecah dan zat aktif yang terlarut. Namun, pada titik tertentu akan tercapai kondisi kesetimbangan, yaitu ketika konsentrasi senyawa aktif dalam buah pinang merah tua setara dengan

konsentrasinya di pelarut metanol, sehingga proses ekstraksi dapat mencapai batas optimal[23,73].

4.4. Karakterisasi Ekstrak Buah Palem Merah

4.4.1. Karakterisasi Spesifik

Karakterisasi spesifik ini digunakan untuk menentukan identitas dan sifat organoleptisk dari ekstrak buah palem merah, dimana penetapan sifat organoleptis ekstrak buah palem merah ini bertujuan untuk memberikan pengenalan awal ekstrak secara objektif dan sederhana yang dilakukan dengan menggunakan panca indera. Pengujian organoleptis mencakup pengamatan visual dan penciuman untuk mengidentifikasi warna, aroma, dan tekstur ekstrak. Ekstrak metanol buah palem merah biasanya memiliki warna kecokelatan atau hijau gelap yang pekat, aroma khas yang agak pahit, dan tekstur kental atau cair yang sedikit lengket.[75] Berikut hasil uji organoleptis dari ekstrak metanol buah palem merah :

Tabel 9. Uji organoleptis Ekstrak Metanol Buah Palem Merah

Parameter	Hasil
Warna	Kecoklatan, hijau gelap pekat
Bau	Khas buah palem merah
Rasa	Kelat
Bentuk	Ekstrak kental

4.4.2. Karakterisasi Non-Spesifik

Karakterisasi non spesifik pada ekstrak biasanya dipakai untuk menentukan kadar air dan kadar abu dari ekstrak yang digunakan, pada penelitian ini ditentukan kadar air dan kadar abu dari ekstrak metanol buah palem merah. Data pengujian parameter non spesifik dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 10. Parameter Non Spesifik Ekstrak Buah Palem Merah

Parameter	Rata-rata (%)
Kadar air	16,5991 %
Kadar abu	1,9127 %

Kadar air dari ekstrak metanol buah palem merah diperoleh sebesar 16,89%, suatu ekstrak dinyatakan sebagai ekstrak kental jika memiliki kadar air 5-30%, apabila kadar air dari suatu ekstrak diperoleh lebih besar dari 5-30%, hal ini

mengindikasikan bahwa ekstrak masih mengandung air dalam jumlah yang banyak, kadar air yang tinggi biasanya disebabkan karena proses pengeringan yang belum sempurna. Karena kadar air suatu ekstrak tidak memenuhi standar, itu dapat menyebabkan pertumbuhan mikroba. Ini karena air berfungsi sebagai tempat mikroba berkembang dan sebagai tempat reaksi enzimatis terjadi yang dapat menguraikan senyawa yang terkandung di dalamnya.[76,77]

Penentuan kadar air pada ekstrak metanol buah palem merah bertujuan untuk menetapkan batas maksimal atau rentang kandungan air yang menguap selama proses pengeringan pada suhu 105°C. Hasil pengukuran kadar air ini digunakan sebagai acuan untuk menilai apakah ekstrak metanol buah palem merah telah memenuhi standar kualitas.[77,78]

Tujuan penentuan kadar abu adalah untuk memberikan gambaran tentang kandungan mineral dalam dan luar. Proses ekstraksi dilakukan pada suhu tinggi sehingga senyawa organik dan turunannya rusak dan menguap. Kadar abu ideal untuk ekstrak bahan alam menurut Farmakope Herbal Indonesia (2017) adalah tidak lebih dari 16,6%.[78], tergantung pada jenis tanaman dan metode ekstraksi.[79,80] Semakin tinggi kadar abu, maka semakin banyak cemaran bahan anorganik.[81] Didapatkan kadar abu total ekstrak metanol buah palem merah sebesar 1,9127% dengan kategori memenuhi standar kualitas farmakope.[78]

Hasil uji skrining fitokimia pada ekstrak metanol dan pelarut buah Palem Merah (*Crystotachys renda* Blume) menunjukkan adanya berbagai senyawa metabolit sekunder. Uji alkaloid dilakukan menggunakan tiga reagen yaitu Wagner, Mayer, dan Dragendorff. Reagen Wagner digunakan untuk mendeteksi alkaloid melalui reaksi dengan ion logam berat, yang akan membentuk endapan berwarna coklat, dan pada reagen mayer akan membentuk endapan berwarna putih, dan Dragendroff akan membentuk endapan berwarna jingga jika alkaloid ada dalam sampel. Ekstrak metanol dan beberapa pelarut lain seperti pada Tabel 1 (n-heksan, etil asetat, diklorometana, dan air) menunjukkan hasil positif, dengan perubahan warna atau pembentukan endapan pada reagen Wagner dan Dragendorff, sementara reagen Mayer hanya memberikan hasil positif pada pelarut diklorometana. Hasil ini menunjukkan adanya senyawa alkaloid dalam ekstrak metanol dan sebagian besar ekstrak lainnya.[82]

4.4.3. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Buah Palem Merah

Tabel 11. Hasil Skrining Fitokimia Buah Palem Merah

Identifikasi Senyawa	**Pereaksi**	**Hasil**
		Ekstrak Metanol
Alkaloid	Wagner	+
	Dragendroff	+
Fenolik	$FeCl_3$	+
Flavonoid	HCl Pekat+Serbuk mg	+
	H_2SO_4	+
	NaOH 10%	+
Saponin	H_2O, HCl 2N	-
Tanin	Gelatin 1% mengandung NaCl	+
	$FeCl_3$	+
Seteroid	Kloroform, CH_3COOH, $H2SO_4$ pekat	-
Terpenoid		+
Seteroid	CH_3COOH Glasial, H_2SO_4 pekat	-
Terpenoid		+

Keterangan :

(+) Hasil Positif mengandung senyawa metabolit sekunder

(-) Hasil Negatif atau tidak mengandung senyawa metabolit sekunder

Hasil uji skrining fitokimia pada ekstrak metanol dan pelarut buah Palem Merah (*Crystotachys renda* Blume) menunjukkan adanya berbagai senyawa metabolit sekunder. Uji alkaloid dilakukan menggunakan tiga reagen yaitu Wagner, Mayer, dan Dragendorff. Reagen Wagner digunakan untuk mendeteksi alkaloid melalui reaksi dengan ion logam berat, yang akan membentuk endapan berwarna coklat, dan pada reagen mayer akan membentuk endapan berwarna putih, dan Dragendroff akan membentuk endapan berwarna jingga jika alkaloid ada dalam sampel. Ekstrak metanol dan beberapa pelarut lain seperti pada Tabel 1 (n-heksan, etil asetat, diklorometana, dan air) menunjukkan hasil positif, dengan perubahan warna atau pembentukan endapan pada reagen Wagner dan Dragendorff, sementara reagen Mayer hanya memberikan hasil positif pada pelarut diklorometana. Hasil ini

menunjukkan adanya senyawa alkaloid dalam ekstrak metanol dan sebagian besar ekstrak lainnya.[82]

Uji fenolik dilakukan dengan menggunakan pereaksi $FeCl_3$. Senyawa fenolik yang ada dalam sampel akan bereaksi dengan $FeCl_3$ dan membentuk warna gelap seperti biru tua atau hijau, menunjukkan hasil positif. Ekstrak metanol menunjukkan hasil positif, begitu pula pelarut etil asetat, diklorometana, dan air. Senyawa fenolik biasanya memiliki berbagai manfaat, termasuk antioksidan, karena merupakan metabolit sekunder tanaman yang menggabungkan mono dan polisakarida dengan satu atau lebih gugus fenolik, atau sebagai turunan dari ester atau metil ester.[9]

Uji flavonoid dilakukan dengan pereaksi HCl pekat dan serbuk magnesium, H_2SO_4, serta NaOH 10%. Hasil positif ditunjukkan dengan perubahan warna seperti merah atau oranye. Ekstrak metanol menunjukkan hasil positif pada semua pereaksi, jika dibandingkan dengan pelarut lain pada Tabel 1 pelarut n-heksan menunjukkan hasil negatif pada ketiga pereaksi. Pelarut etil asetat dan air menunjukkan hasil positif pada semua pereaksi NaOH dan H_2SO, HCl pekat dan serbuk magnesium. Hal ini menunjukkan bahwa flavonoid lebih mudah terdeteksi pada ekstrak metanol dan pelarut polar. Flavonoid terdapat pada tumbuhan dalam bentuk glikosida yang berikatan dengan suatu gula sehingga bersifat polar[83].

Senyawa fenol (C_6H_5OH) yang mendasari seluruh golongan senyawa ini, cincin aromatik benzena, berkoneksi pada inti benzena, yang menyebabkan resonansi dengan transfer elektron saat terkena sinar ultraviolet. Kesamaan sistem konjugasi dari senyawa kimia yang umumnya ditemukan pada tabir surya memungkinkan senyawa-senyawa ini untuk berfungsi sebagai bahan aktif tabir surya.[46]

Uji saponin dilakukan dengan menambahkan air panas dan HCl 2N ke dalam sampel, kemudian mengocoknya. Hasil positif untuk saponin ditandai dengan terbentuknya busa yang stabil. Semua pelarut yang digunakan pada penelitian terdahulu menunjukkan hasil negatif, termasuk ekstrak metanol, yang berarti tidak ada busa stabil yang terbentuk pada sampel. Hal ini menunjukkan bahwa saponin tidak terdapat dalam ekstrak maupun pelarut lainnya. Pembentukan busa pada ekstrak menunjukkan saponin merupakan senyawa makromolekul yang

mempunyai sifat yang dapat menurunkan tegangan permukaan air. Hal ini disebabkan karena saponin memiliki dua (2) gugus yaitu gugus hidrofilik yang merupakan gugus yang larut zat yang bersifat polar seperti air dan gugus lipofilik yang merupakan gugus yang larut dalam zat yang bersifat nonpolar seperti lemak/minyak. Dengan adanya penyerapan molekul saponin dalam permukaan air mnenyebabkan terjadinya penurunan tegangan permukaan air yang mengakibatkan terbentuknya busa.[69]

Uji tanin menggunakan pereaksi $FeCl_3$ dan larutan gelatin 1% yang mengandung NaCl untuk mengamati pembentukan warna atau endapan. Ekstrak metanol menunjukkan hasil positif dengan kedua pereaksi, yang menandakan adanya tanin. Begitu pula dengan pelarut lain pada Tabel 1 etil asetat, diklorometana, dan air yang menunjukkan hasil positif, sedangkan pelarut n-heksan menunjukkan hasil negatif. Hasil ini menunjukkan bahwa tanin lebih mudah terlarut dalam pelarut yang lebih polar. Dalam kebanyakan kasus, tanin memiliki sifat tertentu, terutama dalam bidang fisika dan kimia. Tanin memiliki sifat fisik sebagai berikut: ia membentuk koloid jika dilarutkan dalam air, memiliki bau yang khas, rasa asam, dan sepat, berupa serbuk amorf, dan tidak memiliki titik leleh. Sifat kimia tanin adalah sebagai berikut: ia sulit dipisahkan dan sulit dikristalisasi, ia larut dalam pelarut organik, dan ia dapat dihidrolisis oleh asam, basa, dan enzim.[84]

Uji seteroid dilakukan menggunakan pereaksi kloroform, CH_3COOH, dan H_2SO_4 pekat. Hasil positif ditandai dengan perubahan warna. Pada Tabel 1 pelarut n-heksan dan diklorometana menunjukkan hasil positif, yang mengindikasikan adanya steroid, sementara ekstrak metanol, etil asetat, dan air menunjukkan hasil negatif. Ini menunjukkan bahwa steroid lebih mudah larut dalam pelarut non-polar seperti n-heksan dan diklorometana.[85]

Uji terpenoid dilakukan dengan pereaksi kloroform dan H_2SO_4 pekat, dan hasil positif ditandai dengan warna kecoklatan. Ekstrak metanol dan pelarut etil asetat menunjukkan hasil positif, sedangkan pelarut n-heksan, diklorometana, dan air menunjukkan hasil negatif. Hal ini mengindikasikan bahwa terpenoid lebih mudah diekstraksi dalam pelarut polar. Terpenoid adalah turunan terdehidrogenasi dan teroksidasi dari senyawa terpen. Terpen adalah kelompok hidrokarbon, terutama diproduksi oleh tumbuhan dan beberapa hewan seperti serangga. Rumus

molekul terpen adalah (C5H8)n. Terpenoid disebut juga isoprenoid. Ini disebabkan oleh kesamaan kerangka karbon dengan senyawa isoprena. Terpenoid adalah campuran unit isoprena dalam bentuk rantai terbuka atau siklik. Mereka dapat mengandung ikatan rangkap, gugus hidroksil, gugus karbonil, atau gugus fungsional lainnya. Adapun turunan dari senyawa terpenoid, kerangka karbon triterpenoid berasal dari enam satuan isoprene (2-metilbuta-1,3-diene) satuan C5 dan berasal dari hidrokarbon asiklik C30, skualena.[86]

4.5 Pengujian *Sun Protection Factor* (SPF) Ekstrak Metanol Buah Palem Merah Secara In Vivo .

Tabel 12. Hasil Skoring Eritema dan Edema

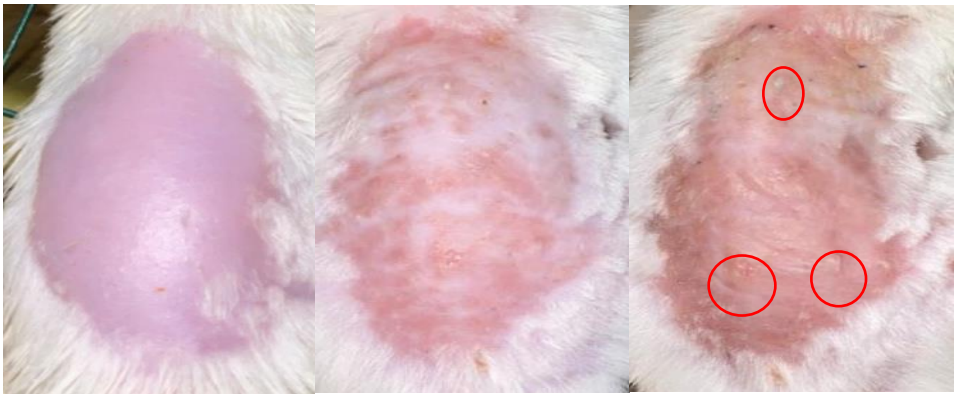
Kelompok perlakuan	Waktu (jam)	Skor rata-rata	
		Eritema	Edema
Kontrol Positif	24	0,8	0
	48	0,8	0,2
	72	0,6	0,4
Kontrol Negatif	24	0,8	0,4
	48	2,6	1,6
	72	3,4	2
Perlakuan I	24	0,1	0,6
	48	1	0,2
	72	1,6	0
Perlakuan II	24	0,8	0
	48	1	0,4
	72	0,5	0,2
Perlakuan III	24	0,8	0,4
	48	0,8	0
	72	0,6	0

Untuk mengetahui bagaimana ekstrak metanol buah palem merah mempengaruhi fotoproteksi kulit, pengujian *in vivo* dilakukan untuk mengukur aktivitas *sun protection factor* (SPF). Sebelum pengujian dimulai, kode etik diperiksa untuk memastikan penggunaan hewan uji sesuai dengan etika dan

prosedur yang dapat dipertanggungjawabkan sambil menjaga kesejahteraan hewan uji. Hasil dari komisi etik Laboratorium Biomedik FKIK UNJA menunjukkan bahwa prosedur perawatan memenuhi standar etika, dengan nomor penelitian 2741/UN21.8/PT.01.04/2024.

Pengujian *Sun Protection Factor* (SPF) dilakukan secara *in vivo* untuk mengukur kapasitas ekstrak metanol buah palem merah (*Crystotachys renda* Blume) untuk melindungi kulit dari paparan sinar matahari. Pengujian ini melibatkan mencit putih jantan (*Mus musculus*) sebagai hewan uji. Sebelum pengujian dilakukan, mencit putih jantan diaklimatisasi selama tujuh hari untuk memastikan bahwa hewan sehat dan dalam kondisi normal. Sebelum disinar dengan cahaya UV-B *exoterra*, bulu punggung mencit dicukur dengan spidol dan diusap dengan alkohol 70%. Kemudian sediaan uji dioleskan dua kali sehari pada punggung kelompok uji masing-masing selama 24, 48, dan 72 jam dengan dosis 1 gram untuk setiap kelompok.

Didapatkan hasil uji SPF secara *in vivo* (pada Tabel 12) yang menunjukkan skor rata-rata eritema dan edema pada kelima kelompok perlakuan. Berdasarkan hasil pengamatan skor rata-rata eritema dan edema pada berbagai kelompok perlakuan selama 72 jam, terlihat bahwa kelompok kontrol positif memiliki skor eritema yang relatif stabil dan rendah (0,8–0,6), dengan edema yang hampir tidak terdeteksi (0–0,4). Sebaliknya, kelompok kontrol negatif menunjukkan skor eritema dan edema tertinggi (eritema: 0,8–3,4; edema: 0,4–2) akibat tidak adanya perlindungan dari paparan UV-B, mengindikasikan kerusakan kulit yang signifikan. Pada kelompok perlakuan I, II, dan III, skor eritema dan edema menunjukkan penurunan seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak metanol buah Palem Merah. Perlakuan III (konsentrasi tertinggi) memberikan perlindungan terbaik, dengan skor eritema (0,8–0,6) dan edema (0,4–0) yang hampir setara dengan kontrol positif. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak metanol buah Palem Merah memiliki potensi sebagai agen fotoprotektif, terutama pada konsentrasi tinggi, dengan kemampuan signifikan dalam mengurangi inflamasi kulit akibat paparan UV-B. Pengamatan ini dilakukan dengan mengamati pembentukan eritema dan edema seperti gambar berikut :



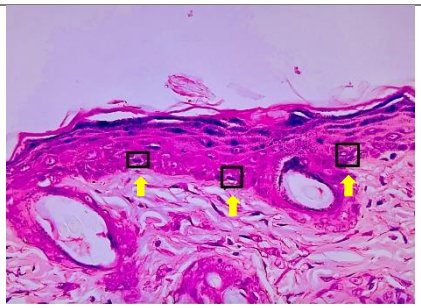
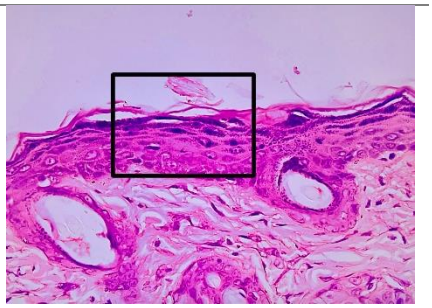
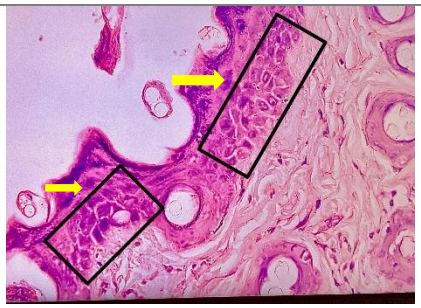
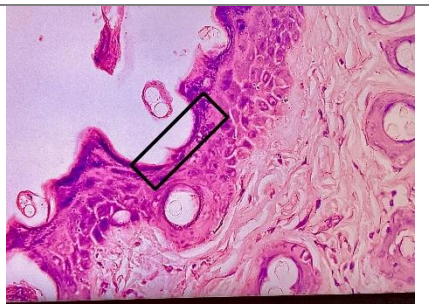
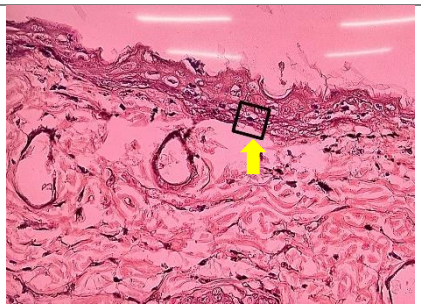
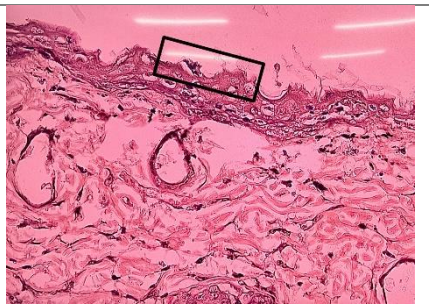
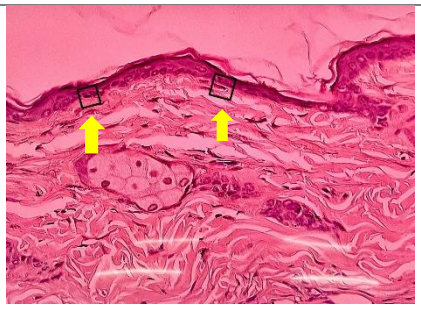
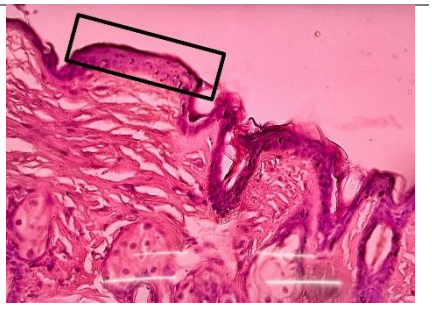
Gambar 4. Penampakan Kulit Mencit Secara Makroskopis (a. Penampakan Kulit normal; b. Penampakan Kulit Eritema Setelah dipapar oleh sinar UV-B; c. Penampakan Kulit Edema setelah dipapar oleh sinar UV-B). 1. Kulit Mengalami Eritema; 2. Kulit Mengalami Edema

Pada kulit mencit normal, permukaan kulit terlihat mulus tanpa adanya tanda-tanda inflamasi atau perubahan tekstur. Kondisi ini mencerminkan keadaan fisiologis kulit yang sehat, dengan lapisan epidermis dan dermis berfungsi secara optimal untuk melindungi tubuh dari paparan lingkungan eksternal. Selain itu, jaringan kapiler di bawah kulit tidak menunjukkan tanda-tanda vasodilatasi atau peningkatan permeabilitas, sehingga kulit tetap stabil dalam strukturnya yang akan tampakjika terjadi pembengkakan (edema)[87].

Setelah terpapar sinar UV-B, kulit mencit menunjukkan tanda-tanda eritema, yang ditandai dengan perubahan warna kulit menjadi merah. Eritema ini terjadi akibat peningkatan aliran darah ke area yang terpapar, disebabkan oleh vasodilatasi kapiler sebagai respons inflamasi awal. Proses ini dipicu oleh produksi mediator inflamasi seperti histamin dan prostaglandin akibat kerusakan jaringan oleh radiasi UV-B. Eritema merupakan salah satu mekanisme tubuh untuk mencoba memperbaiki jaringan yang rusak dan melindungi dari kerusakan lebih lanjut[56,71].

Pada uji SPF, pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis dilakukan untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif mengenai efek perlindungan terhadap sinar UV. Pengamatan makroskopis, seperti perubahan warna kulit (eritema) dan pembengkakan (edema), sangat penting untuk mengidentifikasi respons awal kulit terhadap paparan sinar UV. Namun, pengamatan makroskopis hanya memberikan gambaran umum yang tidak cukup mendalam untuk menjelaskan perubahan yang terjadi di tingkat seluler. Respons ini memperlihatkan tingkat kerusakan jaringan yang lebih serius akibat paparan radiasi sinar UV.

Tabel 13. Hasil Pengamatan Secara Mikroskopis

Kelompok perlakuan	Pembentukan melanosit	Re-epitalisasi epidermis
Kontrol positif		
Kontrol negatif		
Perlakuan I		
Perlakuan II		
Perlakuan III		

Pengamatan mikroskopis menjadi penting untuk menganalisis lebih detail, seperti melihat perubahan struktur jaringan, degradasi sel, atau respons inflamasi pada lapisan epidermis dan dermis. Dengan menggunakan mikroskop, peneliti dapat mengidentifikasi detail yang tidak terlihat secara kasat mata, seperti ketebalan epidermis dan pembentukan melanosit. Perubahan struktur kulit yang terdeteksi secara mikroskopis memungkinkan evaluasi lebih akurat terhadap mekanisme perlindungan SPF [55,71], seperti pada Tabel 13.

Setelah dilakukan pengamatan secara makroskopis, dilakukan prosedur histopatologi untuk dilakukan pengamatan secara mikroskopis pada perlakuan *Uji Sun Protection Factor* (SPF) secara *in vivo* pada kulit mencit.[88] Pada penelitian ini, prosedur hisologi dilakukan dengan mengamati ketebalan epidermis dan melanosit yang terbentuk setelah diberi perlakuan. Pengamatan ini dilakukan pada hari ke 3 setelah dipaparkan sinar UV-B. Jaringan kulit mencit diamati dengan perbesaran 10x40 menggunakan mikrometer okuler.

Berdasarkan hasil pengamatan histologi pada re-epitalisasi epidermis, terlihat perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol negatif, kontrol positif, dan kelompok perlakuan dengan ekstrak metanol buah palem merah. Pada kontrol negatif, jaringan epidermis menunjukkan tanda-tanda kerusakan akibat paparan UV-B dimana terlihat lapisan epidermis yang rusak dan menebal. Sebaliknya, pada kontrol positif (SPF 35), struktur epidermis tampak lebih jelas. Pada kelompok perlakuan I (konsentrasi ekstrak 1%), terjadi perbaikan jaringan dengan lapisan epidermis. Pada perlakuan II (konsentrasi ekstrak 1,5%), jaringan epidermis terlihat lebih sehat dengan struktur epidermis yang tidak menunjukan kerusakan. Sementara itu, pada perlakuan III (konsentrasi ekstrak 2%), struktur epidermis yang paling jelas. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak metanol buah Palem Merah berperan melindungi kerusakan kulit akibat sinar UV-B .[72]

Selain re-epitalisasi, analisis histologi juga menunjukkan peningkatan jumlah melanosit di dalam epidermis. Melanosit adalah sel yang bertanggung jawab untuk produksi melanin, pigmen yang memberikan warna pada kulit dan berfungsi melindungi kulit dari kerusakan akibat sinar ultraviolet (UV). Kelompok perlakuan I, II, III, dan kontrol positif menunjukan melanosit yang sedikit dengan struktur sel kulit normal. Sedangkan kelompok kontrol negatif menunjukan melanosit yang

paling banyak dan padat. Pengamatan pembentukan melanosit dilakukan karena melanosit merupakan sel penghasil melanin. Produksi melanin bertanggungjawab atas warna kulit yang berperan penting dalam melindungi kulit dari sinar UV dengan mekanisme hiperkeratosis.[89]

Metabolit sekunder, yang termasuk dalam kelompok senyawa fenolik dan flavonoid, memiliki peran penting dalam melindungi sel-sel dari kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas. Senyawa fenolik, yang ditemukan buah palem merah, serta flavonoid, yang merupakan subkategori dari fenol, berfungsi sebagai agen antioksidan dengan menangkap radikal bebas dan mengurangi stres oksidatif. Dalam konteks epidermis dan melanosit, antioksidan membantu menjaga kesehatan kulit dengan mencegah kerusakan DNA dan inflamasi yang dapat menyebabkan penuaan dini dan kanker kulit. Melanosit, sel yang memproduksi melanin, juga mendapatkan manfaat dari senyawa metabolit sekunder ini karena mereka dapat melindungi sel-sel tersebut dari kerusakan akibat sinar UV dan meningkatkan respons pertahanan kulit.[91]