

## BAB III

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil Penelitian

##### 3.1.1. Determinasi Tumbuhan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah daun kelor yang masih muda, diperoleh dari Kelurahan Sidodadi, Samarinda. Identifikasi tanaman dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Konservasi Biodiversitas Hutan Tropis Universitas Mulawarman dengan Nomor Surat Determinasi: 268/UN17.4.08/LL/2023 dengan tujuan memverifikasi jenis tanaman tersebut (Khasanah & Widiastuti, 2019). Dari hasil identifikasi, dapat disimpulkan bahwa sampel yang digunakan dalam penelitian ini termasuk dalam keluarga *Moringaceae*, dengan spesies *Moringa oleifera* Lam. Selain itu, dalam bahasa daerah, daun kelor juga dikenal marongghih, keloro.



Gambar 1. Daun Kelor

##### 3.1.2. Proses Pembuatan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

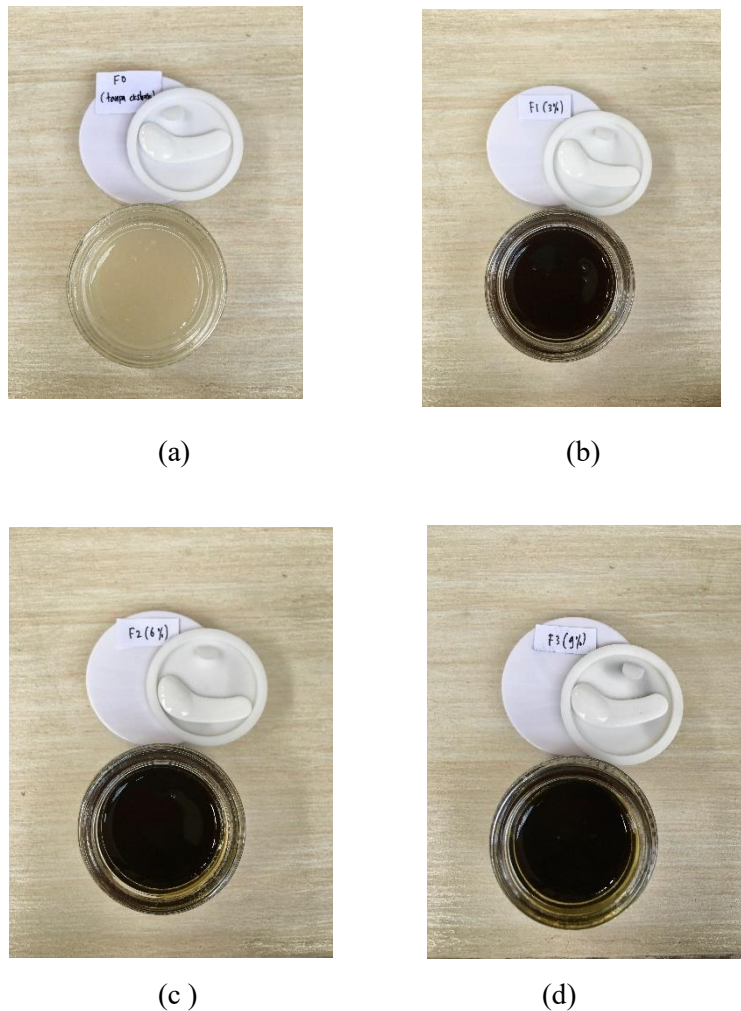
Ekstraksi dilakukan dengan menimbang 500 gram simplisia daun kelor yang telah dihaluskan diukur dan diekstraksi menggunakan 1,5 liter etanol 70% selama 5 hari. Pengadukan dilakukan pada hari ke-3 dan ke-4, serta dilakukan remaserasi dua kali. Penggunaan pelarut etanol 70% selama maserasi bertujuan untuk menghindari dekomposisi senyawa akibat panas. Setelah itu, hasil maserasi disaring, kemudian diuapkan dengan rotary evaporator selama 2 jam pada suhu 60°C dan di waterbath selama 2 hari untuk menghasilkan ekstrak pekat dan kental. Rendemen ekstrak daun kelor sebesar 45,10% dihitung menggunakan formula %rendemen, dan data hasil rendemen disajikan dalam tabel.

Tabel 2. Hasil Rendemen Ekstrak Daun Kelor

Pelarut	Sampel (gram)	Ekstrak (gram)	Rendemen	Literature (FHI 2017)
Etanol 70%	500	47,10	9,42%	Tidak Kurang dari 9,2%

##### 3.1.3 Hasil Formulasi Hydrogel berbasis PVA

Semua komponen bahan yang akan digunakan ditimbang terlebih dahulu dengan takaran yang disarankan. Proses dimulai dengan mengembangkan PVA dalam aquadest panas hingga mencapai pengembangan sempurna dalam cawan penguap, yang kemudian diaduk. Kemudian HPMC dikembangkan dengan aquadest panas sebagai basis, PVA dan HPMC di gerus hingga homogen kemudian dicampur dengan propil paraben dan metil paraben yang sudah larut. Metil paraben dan propilen glikol ditambahkan, dan campuran digerus hingga homogen. Selanjutnya, aquadest tambahan ditambahkan dan diaduk hingga homogen. Pada formulasi F1, sediaan gel hydrogel berbasis PVA dibuat tanpa penambahan ekstrak, hanya menggunakan gel Sementara pada formulasi FII-FIV, ekstrak daun kelor ditambahkan pada FII (3%) sebanyak 6 gram, FIII (6%) sebanyak 12 gram, dan FIV (9%) sebanyak 18 gram



**Gambar 2.** Sediaan Hydrogel berbasis PVA

Keterangan: (a) hydrogel berbasis PVA tanpa ekstrak; (b) hydrogel berbasis PVA ekstrak daun kelor 3%; (c) hydrogel berbasis PVA ekstrak daun kelor 6%; (d) hydrogel berbasis PVA ekstrak daun kelor 9%

Dalam penelitian ini, gel peel-off dibuat dengan dasar HPMC, suatu agen pengental semi-sintetis yang berasal dari selulosa. HPMC memiliki ketahanan terhadap fenol dan tetap stabil pada rentang pH 3 hingga 11. Sebagai bahan non-toksik, HPMC tidak menyebabkan iritasi pada kulit dan tidak mengalami metabolisme oleh tubuh. Penggunaan HPMC (*Hydroxy propil methyl selulose*) sebagai dasar gel memungkinkan pembentukan gel yang jernih dan netral, menunjukkan stabilitas fisik optimal dengan viskositas yang tetap stabil untuk penyimpanan jangka panjang, dan memiliki ekspansi yang terbatas dalam air, membuatnya menjadi pembentuk hydrogel yang efektif (Afianti & Murrukmihadi, 2017). Sifat fisik gel peel-off dipengaruhi oleh formulasi bahan, di mana salah satu komponen utamanya adalah PVA. PVA berfungsi sebagai agen pembentuk film, menciptakan lapisan film transparan dan kuat yang menempel dengan baik pada kulit. PVA larut dalam air, mudah diolah dalam formulasi, dan aman digunakan karena tidak bersifat beracun. Konsentrasi PVA memiliki dampak signifikan terhadap kemampuan membentuk film atau lapisan penutup pada kulit setelah aplikasi dan pengeringan sediaan (Arinjani & Ariani, 2019). Memelihara stabilitas formulasi sangat krusial karena formulasi tersebut memiliki penggunaan yang berkepanjangan. Propilenglikol berperan dalam menjaga stabilitas formulasi dengan menyerap kelembaban dari lingkungan dan mengurangi penguapan air dari formulasi. Fungsi lainnya adalah menjaga kelembaban kulit saat formulasi ini digunakan (Sulastris & Chaerunisaa, 2016). Gel peel-off dengan tingkat kelembaban yang tinggi rentan terhadap kontaminasi bakteri. Maka, diperlukan penambahan agen antibakteri atau pengawet, seperti gabungan metil paraben dan propil

paraben, yang efisien dalam mencegah pertumbuhan mikroba dan menjaga kebersihan sediaan (Sulastrri & Chaerunisaa, 2016)

### Evaluasi sediaan Gel *Peel-off*

#### a.) Hasil Uji Organoleptis

Tabel 3. menunjukkan hasil evaluasi organoleptis hydrogel berbasis PVA tanpa atau dengan ekstrak daun kelor mengungkapkan aroma khas, warna jernih pada formulasi tanpa ekstrak, serta tekstur semi padat. Sediaan F1, mengandung ekstrak daun kelor 3%, menampilkan aroma khas, warna hijau tua, dan tekstur halus, menghasilkan bentuk sediaan yang kental. Di sisi lain, F2 dengan ekstrak daun kelor 6%, menunjukkan aroma ekstrak yang khas, warna hijau kecoklatan, dan tekstur halus dan terdapat sedikit bulir ekstrak. Sediaan F3, dengan konsentrasi ekstrak daun kelor 9%, memiliki aroma ekstrak yang khas, warna coklat tua yang lebih gelap, dan tekstur cair dan terdapat buliran kasar karena penggunaan konsentrasi ekstrak yang signifikan.

**Tabel 3.** Uji Organoleptis Sediaan Hydrogel Berbasis PVA Ekstrak Daun Kelor

Formula	Pengamatan		
	Bau	Warna	Bentuk
F0 (Basis)	Khas	Putih Bening	Kental
F1 (3%)	Khas	Hijau tua	Kental
F2 (6%)	Khas	Hijau kecoklatan	Kental agak cair
F3 (9%)	Khas	Coklat tua	Kental agak cair

#### b.) Hasil Uji Daya Lekat

Daya lekat dari keempat formula sediaan gel peel-off diukur sebagai berikut: Formula dasar (F0) memiliki rata-rata waktu 2 menit. Formula dengan konsentrasi ekstrak 3% (F1), 6% (F2), dan 9% (F3) semuanya memiliki rata-rata waktu 1 menit 3 detik. Dari segi teoritis, semua formula memenuhi standar daya lekat yang baik, yakni lebih dari 4 detik (Arman dkk., 2021). Tabel 4. berisi informasi terkait hasil uji daya lekat.

**Tabel 4.** Hasil Uji Daya Lekat

Replikasi	Hasil Uji			
	F0	F1 (3%)	F2 (6%)	F3 (9%)
1	1 menit 4 detik	1 menit, 7 detik	1 menit,5 detik	1 menit, 2 detik
2	3 menit 1 detik	1 menit, 3 detk	1 menit ,5 detik	1 menit ,3 detik
3	1 menit 4 detik	1 menit	1 menit	1 menit ,3 detik
Rata-Rata	2 menit	1 menit , 3 detik	1 menit , 3 detik	1 menit, 3 detik

#### c.) Hasil Uji Viskositas

Hasil uji viskositas dari sediaan hydrogel berbasis PVA F0 (Basis) adalah 7.118 cps, gel peel-off F1 (kandungan ekstrak 3%) memiliki viskositas sebesar 7.852 cps, Hydrogel berbasis PVA F2 (Kandungan ekstrak 6%) memiliki viskositas sebesar 7.045 cps, sedangkan Hydrogel berbasis PVA F3 (Kandungan ekstrak 9%) memiliki viskositas sebesar 2.202 cps.

**Tabel 5.** Hasil Uji Viskositas

Viskositas (Cps)	F0	F1 3%	F2 6%	F3 9%
2.000-50.000 cps	7.118	7852	7.045	3.592

### 3.1.4 Hasil efek penyembuhan luka sayat

Penilaian penyembuhan luka sayat pada mencit dilaksanakan secara makroskopis dengan tujuan membandingkan penyembuhan luka sayat antara lima kelompok penggunaan intervensi yang berbeda. Selain mengamati secara makroskopis kondisi luka sayat mencit, Selain melakukan pengamatan visual terhadap kondisi luka sayat pada mencit, para peneliti juga mencatat dan mengukur panjang luka setiap hari pada pukul 21.00 WITA hingga luka sepenuhnya sembuh, menggunakan penggaris. Data mengenai pengukuran panjang luka sayat pada mencit disajikan dalam tabel yang terlampir.

**Tabel 6.** Rata-rata Penurunan Panjang Luka Sayat Pada Setiap perlakuan

Perlakuan	Rata-Rata Panjang penyembuhan Luka perhari (cm)													
	hari 1	hari 2	hari 3	hari 4	hari 5	hari 6	hari 7	hari 8	hari 9	hari 10	hari 11	hari 12	hari 13	hari 14
<b>K-</b>	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7
<b>K+</b>	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,1
<b>F1</b>	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6
<b>F2</b>	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
<b>F3</b>	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,1	0,1	0,0

**Keterangan :**

K- = Kontrol Negatif (Hydrogel berbasis PVA tanpa ekstrak)

K+= Kontrol Positif (Gel Bioplacenton/Obat Apotek)

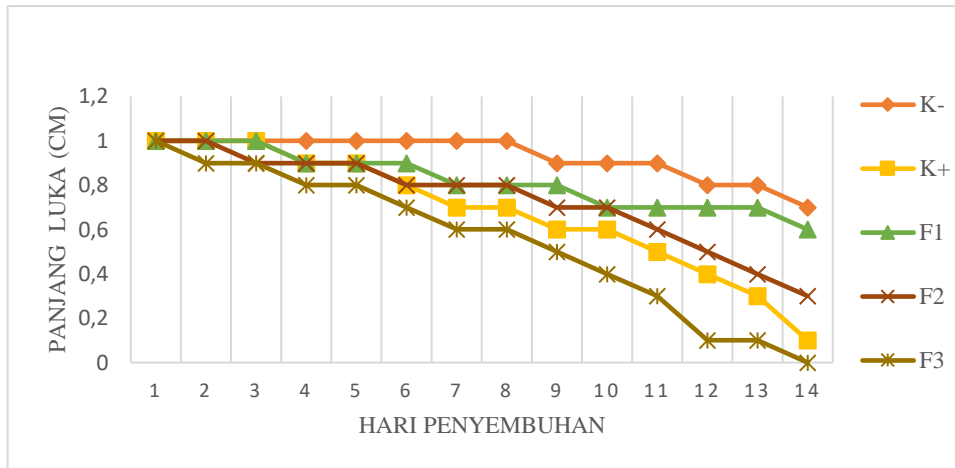
F1= Hydrogel berbasis PVA konsentrasi ekstrak 3%

F2= Hydrogel berbasis PVA konsentrasi ekstrak 6%

F3= Hydrogel berbasis PVA konsentrasi ekstrak 9%

Pada Tabel 6. mengindikasikan variasi waktu yang diperlukan oleh setiap kelompok mencit untuk menutup luka secara sempurna dalam respons terhadap perlakuan luka sayat. Dalam kelompok kontrol negatif, yang menggunakan hydrogel berbasis PVA tanpa ekstrak, hasil menunjukkan bahwa hingga hari ke-8, panjang luka sayat pada semua mencit belum mengalami penurunan. Pada rentang hari ke-9 hingga ke-11, panjang luka sayat pada seluruh mencit turun menjadi 0,9 cm. Kemudian, pada hari ke-12 dan ke-13, panjang luka sayat pada mencit berkurang menjadi 0,8 cm. Pada hari terakhir pengamatan, yaitu hari ke-14, luka pada mencit masih belum menunjukkan penutupan sempurna dengan panjang luka sayat mencapai 0,7 cm.

Dapat diamati juga pada perlakuan kontrol positif (*Gel bioplacenton*) pada hari ke 3 belum mengalami perubahan Panjang luka sayat. Barulah pada hari ke 4 mengalami penurunan 0,9 cm dengan cukup cepat yaitu menurun sebesar 0,1-0,2 cm/ harinya. Pada hari terakhir pengamatan, yakni hari ke-14, luka hampir sepenuhnya sembuh dengan panjang mencapai 0,1 cm. Pada penerapan hydrogel berbasis PVA dengan konsentrasi ekstrak 3%, tidak terlihat penyembuhan luka sepenuhnya pada hari ke-14. Hal serupa terjadi pada perlakuan kedua (konsentrasi ekstrak 6%) dengan panjang luka berturut-turut 0,6 cm dan 0,3 cm. Meskipun demikian, perlakuan ketiga dengan konsentrasi ekstrak 9% menunjukkan hasil yang signifikan, di mana luka sayat berhasil ditutup sepenuhnya pada hari ke-14, berbeda dengan kelompok perlakuan lainnya. Temuan ini dapat dilihat pada Gambar berikut



Gambar 3. Grafik Rata-rata Penurunan Panjang Luka Sayat

Berdasarkan gambar 3. menggambarkan bahwa pada hari pertama, tidak terlihat perbedaan signifikan dalam kondisi luka setelah intervensi. Baru pada hari kedua, perbedaan mulai terlihat, dengan kelompok kontrol negatif (hydrogel berbasis PVA tanpa ekstrak) dan kelompok kontrol positif (gel bioplacenton) menunjukkan perbedaan yang nyata. Sementara perlakuan F1 (Hydrogel berbasis PVA konsentrasi ekstrak 3%) dan F2 (Hydrogel berbasis PVA konsentrasi ekstrak 6%) belum menunjukkan penurunan panjang luka, perlakuan F3 (hydrogel berbasis PVA konsentrasi ekstrak 9%) telah mengalami penurunan panjang luka pada mencit. Pada hari keempat belas, perlakuan kelima menunjukkan penutupan luka secara sempurna, diikuti oleh kelompok kontrol positif, perlakuan keempat, perlakuan ketiga, dan terakhir kelompok kontrol negatif yang memerlukan waktu paling lama untuk mengalami penurunan panjang luka sayatan.

### 3.1.5 Analisis Data

Tabel 7. Presentase Luka Sayat pada Mencit

Perlakuan	Rerata Panjang luka Sayat Hari ke (cm <sup>2</sup> )		Rerata penurunan panjang luka sayat (cm) ± SD	Rerata persentase penyembuhan luka (%)
	1	14		
K-	1	0,7	0,93 ± 0,10	30%
K+	1	0,1	0,68 ± 0,28	90%
F1	1	0,6	0,82 ± 0,13	40%
F2	1	0,3	0,74 ± 0,22	70%
F3	1	0	0,55 ± 0,33	100%

Dari Tabel 5. terlihat rata-rata penyembuhan luka untuk setiap perlakuan. Kontrol negatif, sebagai perlakuan pertama, menunjukkan tingkat penyembuhan sebesar 30%, sementara kontrol positif, mencapai persentase penyembuhan 90%. Perlakuan F1 (hydrogel berbasis PVA konsentrasi 3%) menunjukkan persentase penyembuhan sebesar 40%, perlakuan F2 (hydrogel berbasis PVA konsentrasi 6%) mencapai 70%, dan pada perlakuan F3 (hydrogel berbasis PVA 9%) terjadi penyembuhan sempurna dengan persentase 100%.

Dalam penelitian ini, dilakukan uji normalitas terlebih dahulu, diikuti oleh penerapan uji statistik *Kruskal-Wallis*. Langkah berikutnya mencakup analisis *post-hoc* melalui uji *Mann-Whitney*. uji normalitas untuk semua perlakuan, menggunakan p dari uji Shapiro-Wilk, dan hasil signifikansinya dinilai. Hasil uji normalitas pada perlakuan pertama menunjukkan nilai probabilitas  $p=0,00 < 0,05$ , mengindikasikan bahwa data tersebut tidak terdistribusi normal. Oleh karena itu, diperlukan uji non-parametrik yang tidak tergantung pada asumsi data normal. Sementara itu, pada perlakuan K+, F1, F2, dan F3, nilai signifikansinya masing-masing adalah 0,32; 0,17; 0,23; dan 0,35  $> 0,05$ . Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data pada perlakuan tersebut memiliki distribusi normal.

Pada uji normalitas menunjukkan bahwa data perlakuan pertama tidak berdistribusi normal, sehingga uji alternatif *Kruskal-Wallis* diterapkan. Menunjukkan signifikansi sebesar  $0,002 < 0,05$ , mengindikasikan adanya perbedaan antar perlakuan. Uji *Post Hoc* dilakukan, mengidentifikasi kelompok perlakuan dengan perbedaan yang signifikan. Setelah dilakukan uji *Post-hoc* didapatkan hasil sebagai berikut.

**Tabel 8.** Hasil Uji *Mann-Whitney* Luka Sayat pada Mencit

	<b>K-</b>	<b>K+</b>	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>
<b>K-</b>		0,04	0,73	0,18	0,00
<b>K+</b>			0,47	0,96	0,57
<b>F1</b>				0,86	0,02
<b>F2</b>					0,21
<b>F3</b>					

Keterangan :

K- = Kontrol Negatif (Hydrogel berbasis PVA Tanpa Ekstrak)

K+ = Kontrol Positif (Gel Bioplacenton/Obat Apotek)

F1 = Hydrogel berbasis PVA Konsentrasi Ekstrak 3%

F2 = Hydrogel berbasis PVA Konsentrasi Ekstrak 6%

F3 = Hydrogel berbasis PVA Konsentrasi Ekstrak 9%

Dalam analisis Mann-whitney terdapat 2 kelompok yaitu kelompok yang mempunyai perbedaan signifikan dan kelompok yang tidak mempunyai perbedaan signifikan. Adanya perbedaan yang signifikan dalam waktu penyembuhan luka sayat pada mencit terlihat antara penggunaan hydrogel berbasis PVA tanpa tambahan ekstrak sebagai kontrol negatif dan penggunaan Gel Bioplacenton sebagai kontrol positif, dengan signifikansi sebesar  $0,04 < 0,05$ . Kemudian, terdapat perbedaan signifikan antara penggunaan hydrogel berbasis PVA tanpa ekstrak sebagai kontrol negatif dan hydrogel berbasis PVA dengan konsentrasi 9% sebagai F3, dengan nilai signifikansi sebesar  $0,00 < 0,05$ . perbedaan signifikan dalam waktu penyembuhan luka sayat pada mencit juga terdapat diantara penerapan hydrogel berbasis PVA dengan konsentrasi 3% sebagai F1 dan hydrogel berbasis PVA dengan konsentrasi 9% sebagai F3, karena nilai signifikansi sebesar  $0,02 < 0,05$

Sedangkan kelompok yang tidak ada perbedaan yang signifikan dalam waktu penyembuhan luka sayat pada mencit antara penggunaan hydrogel berbasis PVA tanpa ekstrak sebagai perlakuan pertama dan hydrogel berbasis PVA dengan konsentrasi 3% sebagai perlakuan ketiga, dengan nilai signifikansi sebesar  $0,73 > 0,05$ . Tidak ada perbedaan yang signifikan dalam waktu penyembuhan luka sayat pada mencit antara penggunaan Gel Bioplacenton sebagai perlakuan kedua dan hydrogel berbasis PVA dengan konsentrasi 3% sebagai perlakuan ketiga, karena nilai signifikansi sebesar  $0,47 > 0,05$ . Tidak ada perbedaan yang signifikan dalam waktu penyembuhan luka sayat pada mencit antara penerapan Gel Bioplacenton sebagai kontrol positif dan hydrogel berbasis PVA dengan konsentrasi 6% sebagai

F2, mengingat nilai signifikansi sebesar  $0,96 > 0,05$ . Tidak ada perbedaan yang signifikan dalam waktu penyembuhan luka sayat pada mencit antara penerapan Gel Bioplacenton sebagai kontrol positif dan hydrogel berbasis PVA dengan konsentrasi 9% sebagai F3, karena nilai signifikansi sebesar  $0,57 > 0,05$ . Tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam waktu penyembuhan luka sayat pada mencit antara penggunaan hydrogel berbasis PVA dengan konsentrasi 3% sebagai F1 dan hydrogel berbasis PVA dengan konsentrasi 6% sebagai F2, mengingat nilai signifikansi sebesar  $0,86 > 0,05$ . Kesimpulannya, tidak terdapat perbedaan signifikan dalam waktu penyembuhan luka sayat pada mencit antara penggunaan hydrogel berbasis PVA dengan konsentrasi 6% sebagai F2 dan hydrogel berbasis PVA dengan konsentrasi 9% sebagai F3, karena nilai signifikansi sebesar  $0,21 > 0,05$ .

### 3.2 Pembahasan

Pada penelitian kali ini digunakan sampel daun kelor (*Moringa oleifera*) yang pertama-tama diolah menjadi simplisia untuk memudahkan proses pengambilan senyawa kimia yang berpotensi mempunyai aktivitas dalam percepatan penyembuhan luka sayat. Setelah di dapatkan ekstrak kental maka ditambahkan ke dalam sediaan hydrogel berbasis PVA sebagai zat aktif. Hydrogel mempunyai sifat yang dapat melembabkan kulit, mengikat cairan dengan baik sehingga dapat menyerap cairan biologis maupun eksudat luka, serta menjaga permukaan kulit tetap bersih dan menghindarkan kulit dari paparan luar. Dalam pembuatan formulasi hydrogel yang harus diperhatikan ialah kestabilan suatu zat nya. Selain itu, penggunaan hydrogel bukan lah penggunaan sekali pakai dalam artian merujuk kepada aktivitas farmakologisnya hydrogel berbasis PVA ditujukan sebagai plester atau pembalut untuk penyembuhan luka sayat. sediaan yang diproduksi juga penting untuk dilakukan pengujian terhadap kestabilannya sesuai prosedur yang telah ditentukan. Sediaan hydrogel dapat dikatakan stabil apabila masih berada dalam batas yang telah ditentukan selama dalam waktu periode penyimpanan dan penggunaan dengan sifat dan karakteristiknya zat aktif di dalam sediaan tetap sama atau stabil. Maka sangat penting dilakukan evaluasi sediaan pada hydrogel (Rahayuningdyah dkk., 2020).

Pemeriksaan organoleptis pada sediaan hydrogel berbasis PVA dilakukan untuk mendeskripsikan bau atau aroma, warna, tekstur sediaan dengan menggunakan alat panca Indera, sehingga didapatkan hasil objektif (Arief, 2020). Data terlihat dalam tabel 3.2, sementara gambar dapat ditemukan di lampiran 2. Pengamatan organoleptik menunjukkan bahwa keempat formulasi hydrogel berbasis PVA ini memenuhi standar organoleptis, dengan bentuk kental, warna bening tanpa ekstrak, dan aroma yang khas. Namun, masing-masing formula memiliki konsistensi yang berbeda (Stiani dkk., 2018). Hasil observasi menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak dalam setiap formula menyebabkan konsistensi hydrogel berbasis PVA menjadi lebih cair, sementara perbedaan warna antar formula hanya sedikit signifikan. Kesimpulannya, peningkatan kadar ekstrak dalam hydrogel berbasis PVA memengaruhi sifat organoleptis, terutama tekstur, konsistensi, aroma dan intensitas warna pada produk tersebut.

Uji daya lekat dilakukan untuk mengukur durasi ketahanan suatu formulasi pada kulit, dan formulasi dianggap baik jika memiliki daya lekat yang tinggi. Terdapat hubungan proporsional antara daya lekat dan viskositas, di mana kenaikan viskositas juga mengakibatkan peningkatan daya lekat. Daya lekat yang sangat kuat dapat menghambat pori-pori kulit, sementara kelemahan yang berlebihan mungkin mengurangi efek terapeutik yang diinginkan (Slamet dkk., 2020). Hasil pengujian daya lekat dapat dilihat pada tabel 3.3. Dari segi teoritis, semua formula memenuhi standar daya lekat yang baik, yakni lebih dari 4 detik (Arman dkk., 2021). Hydrogel berbasis PVA tanpa ekstrak menunjukkan daya lekat yang lebih tahan lama dibandingkan dengan tiga formula lain yang mengandung ekstrak karena memiliki konsistensi basis yang lebih kental. Semakin kental konsistensi sediaan, waktu pemisahan kedua objek kaca pada alat uji menjadi lebih lama (Dellima & Putri, 2022).

Pengujian viskositas bermanfaat dalam menentukan kekentalan gel, mencerminkan tahanan aliran cairan. Ini menjadi indikator fisik yang digunakan untuk mengestimasi dampak tekanan pada sediaan semisolid. Viskositas hydrogel berbasis PVA umumnya terkait dengan jumlah dan berat molekul agen pengental yang dimasukkan (Slamet dkk., 2020). Disajikan pada tabel 3.4. sediaan formula ketiga memiliki viskositas yang rendah disebabkan karena pada saat pengujian sediaan terlalu sedikit sehingga *spindle* tidak terbenam sepenuhnya, selain itu penurunan nilai viskositas pada Formula 3 muncul karena peningkatan ekstrak daun kelor yang melebihi formula lain, menyebabkan peningkatan pelarut dan akibatnya menurunkan viskositas gel. Temuan ini sesuai dengan hasil penelitian yang mendukung fenomena tersebut (Sugihartini dkk., 2020). Dimana Hydrogel berbasis PVA dengan penambahan ekstrak daun kelor dapat menyebabkan perubahan viskositas sehingga Hydrogel berbasis PVA menjadi lebih encer. Hasil viskositas keempat formula Hydrogel berbasis PVA tersebut memiliki rentang nilai viskositas yang masih memenuhi persyaratan menurut Badan Standar Nasional Indonesia (BSNI/SNI) standar nilai viskositas Hydrogel berbasis PVA ialah 2.000-50.000 cps (Maulidini dkk., 2023).

Dari segi fisiologis, tubuh memiliki kapasitas untuk memperbaiki kerusakan pada jaringan kulit melalui proses yang dikenal sebagai penyembuhan luka. Proses ini melibatkan respons seluler dan biokimia, baik secara lokal maupun sistemik, yang mencakup serangkaian tahapan kompleks seperti pendarahan, koagulasi, inisiasi respons inflamasi akut setelah trauma, regenerasi, migrasi, dan proliferasi jaringan, serta perombakan (Primadina dkk., 2019). Penyembuhan luka dianggap selesai ketika lapisan kulit dan jaringan di bawahnya pulih sepenuhnya, menyatu kembali, dan mencapai kekuatan normal (Purnama dkk., 2017). Penyembuhan luka terdiri atas tiga fase, fase inflamasi, fase proliferasi, dan fase maturasi (Primadina dkk., 2019).

Dalam penelitian ini, penilaian aktivitas penyembuhan luka sayat dilakukan dengan memonitor penurunan dimensi luka, perubahan warna, dan granulasi. Pada hari penyebab luka, dilakukan insisi pada lapisan epidermis punggung mencit menggunakan pisau bisturi, membentuk luka sayat sepanjang 1 cm dengan kedalaman 2 mm. Pendarahan terjadi karena kerusakan pembuluh darah saat luka terbentuk, terutama pada pars papile dermis. Mekanisme fisiologis tubuh turut berperan efektif dalam menghentikan pendarahan (Primadina dkk., 2019).

Sebelum memberikan intervensi berupa luka sayatan pada setiap mencit, mencit dibius menggunakan lidocain ampoule 2 mL, setiap mencit diberi dosis 0,05 cc dengan spuit 1 ml.

Secara makroskopis, setelah pembuatan luka sayat pada punggung mencit terlihat adanya kemerahan dan pembengkakan di sekitar tepi luka, yang merupakan indikasi dari terjadinya reaksi inflamasi. Reaksi inflamasi ditandai oleh rubor (kemerahan) karena pelebaran kapiler dan pelepasan mediator inflamasi yang beragam. Fenomena ini konsisten dengan prinsip yang dijelaskan dalam teori yang diajukan Primadina (2019).

Primadina, dkk. (2019) menjelaskan bahwa saat terjadi luka, terjadi vasokonstriksi pada arteri dan kapiler untuk menghentikan pendarahan. Vasodilatasi pembuluh darah terjadi sekitar 10 hingga 15 menit setelah intervensi luka dan dimediasi oleh histamin, serotonin, prostaglandin, dan kinin. Zat-zat ini meningkatkan aliran darah ke area luka dan meningkatkan permeabilitas kapiler. Peningkatan aliran darah menyebabkan area luka terlihat merah dan hangat (Primadina dkk., 2019).

Percepatan munculnya kemerahan di sekitar luka dalam kelompok perlakuan diduga terkait dengan dampak metabolit dari senyawa aktif yang terdapat dalam ekstrak daun kelor. Daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung senyawa seperti alkaloid, flavonoid, dan tanin yang dapat mendukung proses penyembuhan luka. Flavonoid, sebagai contohnya, memiliki sifat antiinflamasi yang dapat mencegah kekakuan dan nyeri, serta membantu mengurangi peradangan dan mengurangi rasa sakit saat terjadi pendarahan atau pembengkakan pada luka (Zakiya dkk., 2019).

Pertumbuhan jaringan granulasi pada kelompok perlakuan diyakini dipengaruhi oleh efek saponin dan tanin, sejalan dengan penelitian Erwiyani et al. (2020). Saponin, sebagai metabolit,



memiliki peran dalam merangsang pembentukan kolagen yang esensial untuk penyembuhan luka. Kolagen berfungsi sebagai protein struktural dan pembersih yang efektif dalam penyembuhan luka terbuka. Saponin juga meningkatkan jumlah makrofag yang bermigrasi ke area luka, memperkuat proses dan meningkatkan fibroblast di jaringan luka (Erwiyani dkk., 2020)

Setelah terbentuknya jaringan granulasi, proses epitelisasi dimulai dengan pertumbuhan jaringan epitel kulit. Sel-sel epitel yang berkembang akan berpindah dari bagian luar luka ke dalam jaringan. Konstruksi jaringan luka merupakan tahap akhir dari rekonstruksi penyembuhan luka sayat, mencakup perubahan bentuk luka dan pengurangan area serta panjang luka terbuka, menghasilkan area luka yang lebih kecil (Herdiani dkk., 2022)

Dalam penelitian ini, perhatian peneliti difokuskan pada pengamatan terkait penurunan panjang atau penyempitan luas luka sayat, dimulai sejak hari pertama setelah insisi dilakukan. Pada kelompok kontrol negatif yang menggunakan basis hydrogel berbasis PVA, proses penyembuhan luka sayat membutuhkan waktu terlalu lama hingga tertutup sempurna. Mencit dalam kelompok kontrol negatif tidak menunjukkan penurunan panjang luka selama tujuh hari, namun, meskipun tanpa intervensi ekstrak, proses penyembuhan luka mencit dalam kelompok tersebut tetap menunjukkan respons imunologi dengan gejala radang, munculnya granulasi, dan pengecilan ukuran luka sayat mulai terlihat pada hari kesembilan. Ini menunjukkan bahwa tubuh yang sehat memiliki kemampuan alami dalam memberikan respons imunologi untuk pulih secara fisiologis, sesuai dengan teori yang diungkapkan Tamuntuan dkk.(2021).

Pada perlakuan kelompok positif (gel bioplacenton) memiliki waktu penyembuhan luka sayat paling cepat kedua sebanding dengan perlakuan ketiga dibandingkan dengan ketiga kelompok lainnya. Presentase rerata penyembuhan pada perlakuan kelompok positif ialah 90% dari 100%. Dimulai pada hari kedua belas luka sudah mulai menutup sempurna dan tumbuh bulu disebagian area luka sayatan. Dalam uji klinisnya, Bioplacenton telah terbukti sebagai antibiotik topikal berbentuk gel, mengandung ekstrak plasenta sapi (*ex bovine*) 10% dan neomisin sulfat 0,5%. Ekstrak plasenta berperan dalam mempercepat penyembuhan luka dan merangsang pembentukan jaringan baru dengan mekanisme stimulasi biogenik, terbukti melalui uji *in vitro* dan *in vivo* yang meningkatkan kebutuhan oksigen dalam sel hati, mempercepat regenerasi sel, serta mendukung penyembuhan luka. Sementara itu, neomisin sulfat bertugas melawan bakteri gram positif dan gram negatif tanpa dapat dihancurkan oleh eksudat atau produk pertumbuhan bakteri (Erwiyani dkk., 2020). Menurut teori tersebut, dapat disimpulkan bahwa efek terapi dari Bioplacenton sebagai antibiotik topikal dapat meningkatkan proses penyembuhan luka sayat pada mencit, khususnya pada kelompok perlakuan kontrol positif, lebih efektif dibandingkan dengan kelompok perlakuan kontrol negatif, kelompok F1, dan kelompok F2.

Pada kelompok perlakuan pertama dengan sediaan hydrogel berbasis PVA konsentrasi ekstrak daun kelor 3%, rerata presentase penyembuhan luka sayat sebesar 40%, nilai tersebut tidak berbeda jauh dengan nilai rerata pada kelompok perlakuan satu atau kontrol negatif. Hasil perlakuan F1 lebih lambat 4 hari dibandingkan dengan kelompok F2 dan F3 yaitu konsentrasi ekstrak 6% dan 9%. Tetapi, dalam tahap penyembuhan luka sayat, terdapat perbaikan yang lebih signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol negatif.

Dalam kelompok F2 menggunakan hydrogel berbasis PVA dengan konsentrasi ekstrak daun kelor 6%, ditemukan bahwa presentase rerata penyembuhan luka sayat mencapai 70%. Penyempitan luas luka pada kelompok ini terjadi lebih baik dan lebih cepat dibandingkan dengan konsentrasi ekstrak 3%. Hal ini dikarenakan hydrogel berbasis PVA mengandung ekstrak daun kelor 6%, yang memiliki lebih banyak zat aktif untuk membantu penurunan luas luka sayat. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Erwiyani, dkk. (2020). Kandungan fitokimia ekstrak daun kelor ini berupa alkaloid yang berperan sebagai antiinflamasi, anti bakteri dan

membantu vasokonstriksi pembuluh darah diawal terjadinya luka bertujuan untuk mengurangi terjadinya pendarahan (Nafi dkk., 2020).

Pada kelompok F3 dengan sediaan hydrogel berbasis PVA konsentrasi ekstrak daun kelor 9%, didapatkan presentase rerata penyembuhan luka sayat sebesar 100%. Kelompok ini memiliki presentase penyembuhan tertinggi dibandingkan kelompok kontrol positif dan ketiga kelompok lainnya. Perlakuan kelima memiliki kandungan ekstrak tertinggi dan lebih banyak memiliki kandungan senyawa metabolit quercetin, sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Winahyu, dkk. (2023). Quercetin memiliki kemampuan untuk merangsang pembentukan kolagen dan meningkatkan Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF). Terdapat kandungan senyawa tanin yang memiliki peran sebagai antimikroba, antioksidan, dan mempromosikan penyembuhan luka yang dapat bekerja pada fase re-epitalisasi dan fase maturase dalam proses percepatan penyembuhan luka (Nafi dkk., 2020). Berdasarkan penelitian, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan dalam hydrogel berbasis PVA, semakin mempercepat proses penyembuhan luka sayat (Winahyu dkk., 2023).

Setelah itu, hasil pengamatan panjang luka sayat dianalisis menggunakan uji statistik (uji *Kruskal-Wallis* dan *post-hoc*). Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa kelima kelompok mencit memiliki nilai signifikan sebesar 0,002, dengan  $p < 0,05$ , mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan dalam waktu penyembuhan luka sayat mencit setelah menerima perlakuan masing-masing. Untuk menentukan kelompok yang berbeda secara signifikan, perlu dilakukan uji *post-hoc Mann-Whitney*.

Dalam analisis uji *post-hoc*, hasil menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dalam waktu penyembuhan luka sayat pada kelima kelompok. Hal ini terbukti dari nilai  $p < 0,05$  pada perbandingan antar masing-masing kelompok. Antara perlakuan kontrol negatif dengan perlakuan kontrol positif ( $p=0,04$ ), Perlakuan kontrol negatif dibandingkan dengan F1 ( $p=0,73$ ). Perlakuan kontrol negatif dibandingkan perlakuan F2 ( $p=0,18$ ), perlakuan kontrol negative dibandingkan perlakuan F3 ( $p=0,00$ ), perlakuan kontrol positif dibandingkan kelompok F1 ( $p=0,47$ ), perlakuan kontrol positif dibandingkan kelompok F2 ( $p=0,96$ ), Perlakuan kontrol positif dibandingkan kelompok F3 ( $p=0,57$ ), kelompok F1 dibandingkan perlakuan F2 ( $p=0,86$ ), kelompok F1 dibandingkan kelompok F3 ( $p=0,02$ ), kelompok F2 dibandingkan kelompok F3 ( $p=0,21$ ).

Oleh karena itu, berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa hydrogel berbasis PVA dengan konsentrasi ekstrak 9% terbukti lebih efektif dalam merawat luka, khususnya luka sayat, dibandingkan dengan Bioplacenton gel. Ketiga sediaan hydrogel berbasis PVA yang mengandung ekstrak juga terbukti lebih baik dibandingkan dengan kelompok perlakuan pertama yaitu basis gel sebagai kontrol negatif. Perbedaan waktu penyembuhan luka pada kelompok kontrol negatif mengalami penyembuhan luka lebih lambat dibandingkan kelompok lainnya, hal tersebut disebabkan karena pada proses penyembuhan luka kontrol negative terjadi secara normal tanpa adanya intervensi tambahan yang dapat mempercepat proses penyembuhan luka, Sedangkan perbedaan waktu penyembuhan luka kelompok F1, F2, dan F3 disebabkan karena adanya kandungan fitokimia yang kompleks ekstrak daun kelor.