

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Luka bakar merupakan kondisi ketika kulit mengalami kerusakan atau kehilangan jaringan yang disebabkan oleh kontak dengan panas ekstrem, seperti api, bahan kimia, air panas, listrik, radiasi, ataupun suhu dingin yang sangat rendah (Bahlia dan Rizaldy, 2025). Penyembuhan luka bakar merupakan upaya untuk memperbaiki kerusakan jaringan kulit yang bertujuan untuk mempercepat penutupan luka, meminimalkan dampak jangka panjang, serta mencegah infeksi (Amelia et al., 2024; Nuryahya et al., 2020). Proses penyembuhan luka bakar terdiri dari tiga yaitu fase inflamasi, fase proliferasi, dan fase remodeling yang saling memiliki kesinambungan dan terus-menerus hingga luka tertutup sempurna (Wijaya., 2018). Salah satu bahan alami yang telah terbukti memiliki potensi dalam mempercepat penyembuhan luka bakar adalah ekstrak sarang burung walet.

Manfaat sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) dalam dunia kesehatan telah diakui sejak lama melalui pengobatan tradisional. Efektivitasnya dalam mempercepat pemulihan luka didukung oleh keberadaan senyawa bioaktif, khususnya asam sialat yang berperan dalam memicu proliferasi sel, serta glikosaminoglikan yang berfungsi meminimalkan bekas luka (Anggraini & Kasmawati, 2017; Putriyani et al.,

2022). Meskipun potensi ekstrak sarang burung walet terhadap penyembuhan luka telah dibuktikan dalam beberapa penelitian pada hewan uji, penggunaan bahan ini dalam bentuk sediaan farmasi modern masih sangat terbatas.

Salah satu bentuk sediaan farmasi modern yang menjanjikan adalah Plester hidrogel. Plester hidrogel merupakan sediaan topikal yang terbuat dari bahan hidrogel, yang dirancang untuk mempercepat proses penyembuhan luka (Kustianingrum et al., 2021). Hidrogel merupakan polimer dengan struktur ikatan silang yang mengandung air dalam jumlah yang besar (>70%) dan tidak larut dalam air (Zuria dan Meilani, 2022). Selain itu, hidrogel memiliki sifat transparan, fleksibel, lembut, dan tidak menimbulkan iritasi, sehingga nyaman digunakan sebagai penutup luka (Saputra, 2023).

Beberapa studi terdahulu menunjukkan bahwa ekstrak sarang burung walet efektif dalam menyembuhkan luka. (Anggraini dan Kasmawati, 2017) menunjukkan bahwa gel sarang burung walet dapat mempercepat penyembuhan luka bakar derajat II pada mencit. Dalam penelitian tersebut kelompok hewan uji yang diberikan gel dengan konsentrasi 30% menunjukkan penyembuhan luka bakar paling baik dengan presentase penyembuhan luka hingga 75% pada hari ke-21. (Oktaviani, 2023) juga melaporkan bahwa sediaan gel sarang burung walet putih (*Aerodramus fuciphagus*) dengan konsentrasi 30% memiliki aktivitas penyembuhan

terhadap luka bakar yang terinfeksi bakteri *Staphylococcus aureus* pada hewan uji mencit.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengevaluasi efektivitas sarang burung walet dalam bentuk krim atau gel terhadap penyembuhan luka namun, hingga saat ini belum ditemukan penelitian yang secara khusus memformulasi dan mengevaluasi plester hidrogel berbasis ekstrak sarang burung walet pada luka bakar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah ilmiah tersebut dengan mengevaluasi efektivitas formulasi plester hidrogel terhadap penyembuhan luka bakar.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh plester hidrogel ekstrak sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) terhadap proses penyembuhan luka bakar pada kelinci (*Oryctolagus cuniculus*)?
2. Bagaimana karakteristik fisik masing-masing formula plester hidrogel ekstrak sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) berdasarkan hasil pengujian parameter fisik?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh plester hidrogel ekstrak sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) terhadap proses penyembuhan luka bakar pada kelinci (*Oryctolagus cuniculus*).

2. Untuk mengetahui karakteristik fisik masing-masing formula plester hidrogel ekstrak sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) berdasarkan hasil pengujian parameter fisik.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang kesehatan, khususnya dalam pemanfaatan bahan alam sebagai sediaan topikal penyembuh luka.

2. Manfaat Praktis

Menjadi dasar pengembangan produk plester hidrogel berbasis ekstrak sarang burung walet sebagai alternatif terapi luka bakar yang efektif dan mudah digunakan.

3. Manfaat Sosial

Meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai potensi ekstrak sarang burung walet sebagai obat alami penyembuh luka, serta mendorong pemanfaatan kekayaan hayati lokal melalui pengembangan sediaan farmasi yang aman dan efektif.

E. Ruang lingkup dan Batasan penelitian

1. Ruang lingkup

Penelitian ini mencakup formulasi dan evaluasi plester hidrogel yang mengandung ekstrak sarang burung walet (*Aerodramus*

fuciphagus) untuk menyembuhkan luka bakar pada hewan uji kelinci jantan (*Oryctolagus cuniculus*) dengan berat 1-1,5kg. Evaluasi dilakukan berdasarkan pengamatan proses penyembuhan luka dengan mengukur diameter luka selama periode aplikasi plester.

2. Batasan penelitian

- a. Penelitian hanya menggunakan tiga variasi konsentrasi ekstrak: 25%, 30%, dan 35%.
- b. Penelitian tidak mengevaluasi kandungan kimia spesifik dalam ekstrak sarang burung walet secara kuantitatif.
- c. Model luka yang digunakan merupakan luka bakar dengan diameter 2 cm.
- d. Durasi aplikasi plester dilakukan selama 14 hari, dengan pengamatan dilakukan setiap hari tanpa evaluasi jangka panjang setelah luka sembuh.
- e. Penelitian menggunakan kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) sebagai model hewan uji.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Luka Bakar

1. Definisi Luka

Luka merupakan kondisi ketika kulit mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh paparan suhu atau pH, zat kimia, gesekan, trauma tekanan dan radiasi (Cahyono et al., 2021). Luka dibagi menjadi dua jenis yaitu luka terbuka dan tertutup. Luka bakar adalah jenis luka terbuka yang membutuhkan perawatan tepat untuk mencegah kerusakan sel kulit, infeksi, dan memburuknya kondisi luka, sehingga dapat mempercepat proses penyembuhan. Luka bakar dapat merusak sel dan jaringan kulit, yang kemudian memicu berbagai perubahan biologis berbahaya dan berpotensi fatal (Suwito et al., 2024).

2. Klasifikasi luka bakar

Klasifikasi luka bakar dikelompokkan berdasarkan tingkat keparahan serta kedalaman luka yang dialami. Klasifikasi luka bakar bertujuan untuk menentukan perawatan yang sesuai dan juga memprediksi prognosis pasien. Menurut Rice et al (2021) dalam (Saputra, 2023), klasifikasi luka bakar berdasarkan kedalamannya adalah sebagai berikut:

a. *Superficial Burn*

Luka bakar superfisial (luka bakar epidermal) merupakan luka bakar dangkal yang hanya menyerang epidermis, yaitu lapisan terluar kulit. Luka bakar jenis ini tidak menimbulkan lepuh, tetapi terasa nyeri, kering, kemerahan, dan berubah menjadi pucat saat ditekan. Penyebab utamanya merupakan paparan sinar matahari ataupun cedera ringan seperti percikan api. Proses penyembuhan biasanya melibatkan regenerasi epidermis, adapun gejala yang timbul adalah kemerahan serta rasa nyeri.

b. *Superficial Dermal Burn*

Luka bakar dermis superfisial (luka bakar derajat kedua yang dangkal) melibatkan lapisan epidermis dan sebagian lapisan dermis, serta biasanya ditandai dengan terbentuknya lepuh. Lepuh terbentuk akibat pembengkakan yang menyebabkan epidermis terlepas dari dermis, dan cairan yang terkumpul dapat menyebabkan nekrosis epidermis dan kerusakan dermis. Gejalanya meliputi warna kemerahan dan rasa nyeri yang hebat.

c. *Mid-Dermal Burns*

Mid-Dermal Burns (luka bakar derajat dua dalam) terjadi pada kedalaman antara luka bakar dangkal dan luka bakar dalam. Luka bakar ini biasanya mengalami re-epitelisasi lebih cepat daripada luka bakar dalam. Gejalanya meliputi kerusakan pada pleksus

dermal, trombosis kapiler, pembengkakan, serta pembentukan lepuh.

d. *Deep Burns*

Luka bakar dalam (derajat ketiga) adalah jenis luka bakar yang paling parah, yang memengaruhi semua lapisan kulit. Proses penyembuhan melalui re-epitelisasi seringkali tidak terjadi secara alami atau membutuhkan waktu yang lama, dengan pembentukan jaringan parut yang nyata.

3. Proses penyembuhan luka

a. Fase Inflamasi

Fase inflamasi terjadi sejak terbentuknya luka (hari ke-0) sampai hari ke-3 atau ke-5, terdiri atas respons vaskular dan respons inflamasi. Respons vaskular diawali dengan respons hemostatik sekitar 5 detik setelah luka, ditandai kontraksi kapiler dan pelepasan trombosit. Iskemia pada jaringan sekitar luka memicu pelepasan histamin dan zat vasoaktif lain, yang menyebabkan vasodilatasi, agregasi trombosit, serta rangkaian reaksi vasodilatasi vasokonstriksi pembuluh darah. Selanjutnya terbentuk anyaman fibrin yang membentuk scab (keropeng) di permukaan luka untuk melindungi luka dari kontaminasi mikroorganisme.

Respons inflamasi merupakan reaksi non-spesifik tubuh sebagai bentuk pertahanan terhadap benda asing, diawali dengan meningkatnya aliran darah ke area luka yang menimbulkan tanda

kardinal inflamasi: edema, eritema, peningkatan suhu lokal, nyeri, dan penurunan fungsi jaringan. Pada fase ini tubuh menjalankan aktivitas seluler dan biokimia untuk memperbaiki kerusakan kulit, di mana leukosit melindungi dari mikroorganisme dan makrofag membersihkan benda asing serta jaringan mati melalui proses debridement (Arisanty, 2013).

b. Fase proliferasi

Fase proliferasi berlangsung dari hari ke-2 hingga sekitar hari ke-24, terdiri atas tiga proses utama, destruktif (pembersihan), proliferasi/granulasi (pembentukan sel baru), dan epitelisasi (migrasi sel dan penutupan luka).

Pada fase destruktif, sel polimorf (neutrofil) dan makrofag membunuh mikroorganisme patogen serta membersihkan jaringan mati melalui debridement. Makrofag juga menstimulasi fibroblas untuk menghasilkan kolagen (penguat ikatan jaringan) dan elastin (pemberi fleksibilitas), sekaligus memicu angiogenesis (pembentukan pembuluh darah baru). Kolagen dan elastin tersebut membentuk matriks jaringan baru yang menutupi permukaan luka proses inilah yang disebut granulasi. Luka yang sebelumnya berlubang menjadi terisi hingga permukaannya rata dengan tepi luka, meski fungsi kulit yang terbentuk baru sekitar 20% dari kondisi normal.

Epitelisasi terjadi setelah jaringan granulasi terbentuk, dimulai dari tepi luka melalui migrasi sel yang membentuk lapisan epitel tipis berwarna merah muda dan masih sangat rentan terhadap kerusakan. Sel-sel epitel kemudian berkontraksi sehingga tepi luka saling mendekat dan ukuran luka mengecil. Pada kondisi tertentu, epitel dapat tumbuh meski granulasi belum sempurna (penutupan tidak sempurna), atau bahkan tumbuh dari bagian tengah luka variasi ini terjadi karena perbedaan aktivitas selular pada setiap individu (Arisanty., 2013).

c. Fase maturasi

Fase maturasi yang berlangsung sejak hari ke 21 (3 minggu) hingga beberapa tahun. Selama fase ini, tanda-tanda inflamasi akan menghilang, terjadi penyerapan sel radang, pematangan sel muda, dan kapiler-kapiler baru menutup serta diserap kembali. Pembentukan kolagen baru mengubah bentuk luka dan meningkatkan kekuatan tarik jaringan (*tensile strength*). *Remodelling* kolagen, pembentukan parut yang matang, keseimbangan sintesis dan degradasi kolagen terjadi pada fase ini. Proses penyembuhan luka berakhir dengan pembentukan jaringan parut (*scar tissue*) yang 50–80% di antaranya memiliki kekuatan yang sama dengan jaringan aslinya (Naziyah et al., 2022).

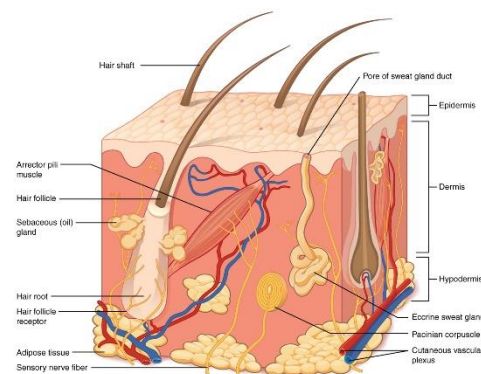
B. Tinjauan Umum Kulit

1. Deskripsi

Kulit merupakan lapisan pelindung terluar dan elastis pada tubuh yang melindungi tubuh dari pengaruh lingkungan eksternal; kulit adalah organ terberat dan terbesar dalam tubuh, yang menyumbang sekitar 15% dari berat badan dan mencakup luas 1,5 mm pada orang dewasa. Kulit bersifat sangat kompleks, elastis, dan sensitif, serta bervariasi secara signifikan tergantung pada iklim, usia, dan ras, serta lokasi pada tubuh; kulit juga bervariasi dalam hal kelembutan, ketebalan, dan ketipisannya. Rata-rata, ketebalan kulit adalah 1–2 mm, dengan area tertebal 6 mm terdapat pada telapak tangan dan telapak kaki, sedangkan area tertipis 0,5 mm terdapat pada penis (Lembang, 2021)

2. Struktur Kulit

Kulit manusia terbagi menjadi tiga lapisan: epidermis, dermis, dan hipodermis. Epidermis adalah jaringan epitel yang berasal dari ektoderm, sedangkan dermis adalah jaringan ikat yang relatif padat yang berasal dari mesoderm. Di bawah dermis terdapat lapisan jaringan ikat longgar yang dikenal sebagai hipodermis (subkutis).



Gambar 2. 1 Lapisan Kulit

a. Epidermis

Ketebalan epidermis bervariasi di berbagai bagian tubuh. epidermis tertebal, yaitu 1 milimeter ditemukan di telapak kaki dan telapak tangan, sedangkan lapisan paling tipis dengan ketebalan 0,1 milimeter terdapat di kelopak mata, pipi, dahi, dan perut. Sel-sel epidermis disebut keratinosit (Lembang, 2021).

1) Stratum Korneum

Terdiri dari beberapa lapisan sel yang pipih dan mati, tidak memiliki inti, tidak mengalami proses metabolisme,

tidak berwarna, dan mengandung sangat sedikit air. Lapisan stratum korneum terdiri dari 10 hingga 25 lapisan yang sejajar dengan permukaan kulit, yang terbentuk dari sel-sel yang mengandung keratin yang disebut korneosit. Stratum korneum bersifat fleksibel namun relatif kedap air, sehingga menjadikannya penghalang utama terhadap penetrasi.

2) Stratum Lucidum

Terletak tepat di bawah stratum korneum, merupakan lapisan ini tipis dan bening serta mengandung eleidin. Di antara stratum lucidum dan stratum granulosum terdapat lapisan tipis keratin yang disebut penghalang Rein, yang tidak permeabel atau tidak bisa ditembus.

3) Stratum Granulosum

Tersusun oleh sel-sel keratinosit yang berbentuk poligonal, berbutir kasar, berinti mengerut. Di dalam butiran keratohialin terdapat unsur-unsur logam, terutama tembaga, yang bertindak sebagai katalis dalam proses keratinisasi kulit.

4) Stratum Spinosum

Lapisan ini mengandung sel-sel berbentuk kubus dan berduri. Inti selnya besar dan oval. Setiap sel mengandung filamen kecil yang terdiri dari serat protein. Cairan limfatik

masih ditemukan mengelilingi sel-sel pada lapisan Malpighi ini.

5) Stratum Germinativum

Stratum germinativum adalah lapisan terdalam epidermis. Di dalam stratum germinativum juga terdapat melanosit sel yang tidak mengalami keratinisasi dan fungsi utamanya adalah memproduksi pigmen melanin serta mentransfernya ke keratinosit melalui dendritnya. Satu melanosit melayani sekitar 36 sel keratinosit. Kesatuan ini diberi nama unit melanin epidermal.

b. Dermis

Terdiri dari bahan dasar serabut kolagen dan elastin yang berada di dalam substansi dasar yang bersifat koloid dan terbuat dari gelatin mukopolisakarida. Serabut kolagen dapat mencapai 72% dari keseluruhan berat kulit manusia bebas lemak. Di dalam dermis terdapat adneksa adneksa kulit seperti folikel rambut, papila rambut, kelenjar keringat, saluran keringat, kelenjar sebacea, otot penegak rambut, ujung pembuluh darah dan ujung saraf, juga sebagian serabut lemak yang terdapat pada lapisan lemak bawah kulit Subkutan (Lembang, 2021).

c. Hipodermis

Hipodermis atau lapisan subkutis (*tela subcutanea*) tersusun atas jaringan ikat dan jaringan adiposa yang membentuk fasia

superfisial yang tampak secara anatomis. Hipodermis ini terdiri dari sel-sel lemak, ujung saraf tepi, pembuluh darah dan pembuluh getah bening, kemudian dari beberapa kandungan yang terdapat pada lapisan ini sehingga lapisan hipodermis ini memiliki fungsi sebagai penahan terhadap benturan ke organ tubuh bagian dalam, memberi bentuk pada tubuh, mempertahankan suhu tubuh dan sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan (Lembang, 2021).

C. Tinjauan Umum Sarang Burung Walet (*Aerodramus fuciphagus*)

1. Deskripsi umum

Sarang burung walet merupakan sarang burung yang terbuat dari air liur burung walet (*Aerodramus sp.*). Tidak semua spesies burung walet dapat membangun sarang menggunakan air liurnya. Dari 24 spesies burung walet hanya 4 spesies yang dapat membangun sarang dengan air liurnya dan dapat dimakan, salah satunya adalah *Aerodamus fuciphagus* (Sirenden et al., 2018). Sarang burung walet terbentuk secara alami di gua atau rumah yang cukup lembap dengan pencahayaan redup hingga gelap. Sarang burung ini menempel di langit-langit dan biasanya digunakan oleh burung walet sebagai tempat beristirahat dan berkembang biak (Dewi, 2020).



Gambar 2. 2 Sarang Burung Walet (*Aerodramus fuciphagus*)

(sumber: Miftahul Jannah., 2025)

2. Klasifikasi ilmiah

Menurut Thunberg (1812, dikutip dalam Munir, 2020), burung walet memiliki klasifikasi berikut:

Kingdom : Animalia
 Subkingdom : Bilateria
 Infrakingdom : Deuterostomia
 Phylum : Chordata
 Subphylum : Vertebrata
 Infraphylum : Gnathostomata
 Superclass : Tetrapoda
 Kelas : Aves
 Ordo : Apodiformes
 Family : Apodidae
 Subfamily : Apodinae
 Genus : *Aerodramus*
 Spesies : *Aerodramus fuciphagus*

3. Kandungan senyawa bioaktif dan manfaat farmakologis

Sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) mengandung protein, lemak, karbohidrat, zat besi, kalsium, fosfor, garam anorganik, serat, dan air. Komponen glikonutrien yang terdapat di dalamnya meliputi *sialic acid* (asam sialat) 9%, *N-acetylgalactosamine* (galNAc) 7,2%, *N-acetylglucosamine* (glcNAc) 5,3%, galaktosa 16,9%, dan fruktosa 0,7%. Selain itu, sarang burung walet juga mengandung *Epidermal Growth Factor* (EGF) atau faktor pertumbuhan yang berfungsi memperbaiki tekstur kulit dan jaringan, serta mempercepat regenerasi kulit baru.

Beberapa penelitian membuktikan bahwa sarang burung walet memiliki potensi mitogenik karena adanya kandungan asam sialat dan glikosaminoglikan yang strukturnya mirip dengan matriks ekstraseluler. Asam sialat ini mampu meningkatkan proses pertumbuhan serta proliferasi sel, sedangkan glikosaminoglikan berfungsi mengurangi pembentukan jaringan parut dan mempercepat penyembuhan luka (Anggraini & Kasmawati, 2017; Ramadani et al., 2023).

Di samping itu, sarang burung walet telah lama dikonsumsi oleh masyarakat Cina karena khasiat kesehatannya yang beragam, seperti sebagai antioksidan, anti-inflamasi, memperkuat tulang, dan mempercepat proses penyembuhan luka (Rahmayanti et al., 2019). Senyawa *sialic acid* dan glukosamin di dalamnya berperan penting dalam membantu proses penyembuhan luka sehingga berlangsung lebih

singkat. Hal ini dikarenakan fungsi kedua senyawa tersebut sebagai peningkat sistem kekebalan tubuh, peningkat pertumbuhan sel, serta perangsang pembentukan sel epitel baru yang mendukung proses reepitelisasi serta pembentukan pembuluh darah (Sulistiawati, 2011, dalam Rahmayanti et al., 2019). Kandungan asam sialat ini juga sering dikaitkan dengan peningkatan fungsi neurologis, perkembangan otak, serta peningkatan intelektual pada bayi sebagai komponen fungsional gangliosida otak (Munir, 2020).

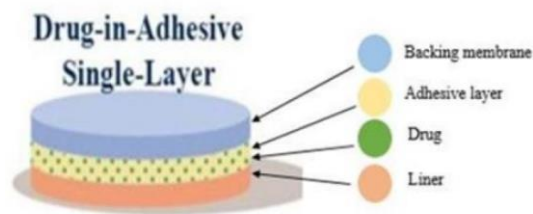
D. Tinjauan Umum Plester Hidrogel

1. Deskripsi umum

Plester hidrogel merupakan sediaan topikal dengan lapisan hidrogel yang dirancang untuk mempercepat proses penyembuhan luka (Kustianingrum et al., 2021). Lapisan hidrogel dalam bentuk plester dapat menyerap dan menahan volume air saat bersentuhan dengan luka basah, menjaga kelembapan, mencegah infeksi, dan mempercepat regenerasi kulit (Hanistya et al., 2020). Hidrogel merupakan polimer makromolekul hidrofilik dengan struktur jaringan terhubung, yang memungkinkan retensi kelembapan dan peningkatan kandungan air (Ilkhawati et al., 2023). Kandungan air yang tinggi membuat hidrogel memiliki fleksibilitas yang menyerupai jaringan alami serta biokompatibilitas yang baik, sehingga mengurangi risiko iritasi kulit pada penggunaan jangka panjang (Sarvaiya et al., 2012).

Dibandingkan dengan sediaan topikal lainnya, Keunggulan utama dari plester hidrogel adalah biokompatibilitasnya, yang memungkinkan penggunaannya pada berbagai jenis kulit tanpa menimbulkan reaksi negatif, menghindari *first pass metabolisme* dan mencegah iritasi pada saluran pencernaan, meningkatkan kepatuhan pasien, mudah dihilangkan apabila terjadi reaksi alergi (Syamsuri, 2021). Selain itu, penggunaan plester hidrogel pada luka bakar dapat memberikan sensasi dingin di area aplikasi, serta dapat melindungi area luka dari paparan polusi dan hal lain yang dapat menghambat proses regenerasi (Jariyah et al., 2025).

2. Komponen plester



Gambar 2. 3 Komponen Plester

- a. Lapisan backing adalah lapisan paling luar dari plester dan berfungsi melindungi lapisan-lapisan lainnya dari lingkungan. Lapisan ini biasanya terbuat dari bahan yang fleksibel dan tahan air, seperti polietilena atau polipropilena (Shaikh dan Srivastava, 2024).
- b. Lapisan drug berisi zat obat yang akan dihantarkan melalui kulit. Lapisan ini diformulasikan untuk melepaskan obat secara konstan dalam jangka waktu tertentu (Shaikh dan Srivastava, 2024)

- c. *Adhesive* (perekat) berfungsi menempelkan tempelan pada kulit dan menjaganya tetap pada tempatnya. Biasanya terbuat dari perekat yang kuat, hipoalergenik, dan lembut di kulit (Shaikh dan Srivastava, 2024)
- d. Liner berfungsi sebagai perekat dan mencegah obat keluar dari matriks polimer selama penyimpanan. Liner harus dilepas sebelum plester ditempelkan ke permukaan kulit (Shaikh dan Srivastava, 2024)

3. Formulasi Plester Hidrogel

a. Master formula

Tabel 2. 1 Formula Sediaan Plester Hidrogel (Hanistya et al., 2020)

Bahan	kegunaan	Jumlah yang digunakan
PVA	Backing	5%
PEG 400	Plasticizer	20%
HPMC	Basis gel	10%
DMSO	Enhancer	4%
Aquadest	Pelarut	q.s

b. Modifikasi formula

Tabel 2. 2 Formula Plester Hidrogel Ekstrak Sarang Burung Walet (*Aerodramus fuciphagus*)

Bahan	kegunaan	Formulasi	Range
-------	----------	-----------	-------

		F-	F1	F2	F3	
Ekstrak sarang burung walet <i>(Aerodramus fuciphagus)</i>	Zat aktif	-	25%	30%	35%	
PVA	Backing	5	5	5	5	≤10%
PEG 400	Plasticzer	20	20	20	20	5-20%
HPMC	Basis gel	10	10	10	10	10%
DMSO	Enhancer	4	4	4	4	<7%
Aquadest	Pelarut	ad	ad	ad	ad	ad
		100	100	100	100	100%

4. Monografi bahan

a. PVA

Polyvinyl alkohol (PVA) merupakan polimer sintetis yang dihasilkan melalui proses alkoholisis dari polivinil asetat. Senyawa ini dikenal sebagai bahan yang stabil secara kimia dan fisik, serta memiliki sifat yang unik dibandingkan polimer lain. PVA tidak mudah larut dalam sebagian besar pelarut organik maupun minyak, namun sangat mudah larut dalam air, sehingga sering digunakan dalam formulasi sediaan berbasis air. Selain memiliki kelarutan yang baik dalam air, PVA menunjukkan stabilitas mekanik yang tinggi yang mampu memberikan kekuatan serta elastisitas optimal pada produk akhir.

Bahan ini juga bersifat biokompatibel dan tidak toksik, sehingga aman digunakan dalam berbagai aplikasi farmasi dan biomedis tanpa menimbulkan reaksi iritasi maupun toksisitas terhadap

jaringan tubuh. Pada penggunaan topikal, PVA umumnya digunakan pada konsentrasi $\leq 10\%$, di mana pada kadar tersebut senyawa ini tidak mengiritasi terhadap kulit serta mata (Rowe et al., 2009). Karena seluruh karakteristik unggul tersebut, PVA banyak dimanfaatkan sebagai pembentuk film (*film former*), penstabil, serta komponen matriks dasar pada formulasi plester hidrogel maupun sediaan topikal lainnya (Ramadhani et al., 2021).

b. PEG 400

PEG 400 digunakan sebagai *plasticizer* karena mampu menghasilkan sediaan plester hidrogel yang kuat dan elastis. Peningkatan konsentrasi PEG 400 diketahui dapat meningkatkan nilai kekuatan regangan (*tensile strength*) serta persentase kadar air dalam sediaan (Rowe et al., 2009). Range penggunaan PEG 400 sebagai *plasticizer* berada pada rentang 5-20% (Fridayanti et al., 2010). Secara fisik, polimer ini berwujud cair pada suhu ruang dengan struktur $\text{HO}-(\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n-\text{OH}$ (di mana n berkisar antara 8 atau 9). Struktur tersebut membuat PEG 400 dapat bercampur dengan air melalui pembentukan ikatan hidrogen. Di sisi lain, hidrokarbonnya yang hidrofobik berperan memutuskan ikatan hidrogen antarmolekul air, sehingga interaksi intermolekular air berkurang dan momen dipol (kepolaran) air menurun. Kondisi ini memungkinkan komponen hidrofobik masuk ke dalam rongga antarmolekul air. Selain keunggulan struktural tersebut, PEG 400

juga dipilih karena stabil secara kimia dan memiliki toksisitas yang relatif rendah (Fridayanti et al., 2010).

c. HPMC

Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC) merupakan salah satu polimer hidrofilik yang diaplikasikan secara luas sebagai basis gel dalam formulasi sediaan farmasi dan kosmetik. Karakteristik unggulan dari HPMC meliputi kemampuannya dalam menghasilkan gel yang jernih, kelarutan yang tinggi di dalam air, serta profil toksisitas yang rendah. Secara kimiawi, polimer ini bersifat netral, transparan, memiliki stabilitas yang baik pada rentang pH 3–11, serta menunjukkan resistensi yang optimal terhadap kontaminasi mikroba. Di dalam sistem penghantaran obat, HPMC berperan penting sebagai agen peningkat dispersi sekaligus mengoptimalkan efisiensi penetrasi zat aktif ke dalam kompartemen target (Rajebi et al., 2023).

Selain karakteristik tersebut, HPMC juga bertindak sebagai agen pembentuk film (*film-forming agent*) yang mampu memberikan kekuatan mekanis optimal setelah sediaan diaplikasikan dan mengering di atas permukaan kulit. Studi terdahulu mengonfirmasi bahwa penggunaan matriks berbasis HPMC menghasilkan profil pelepasan zat aktif yang konstan serta karakteristik daya sebar gel yang luas (Ardana et al., 2015).

Dalam pengembangan sediaan hidrogel, penentuan konsentrasi HPMC menjadi parameter kritis karena berkorelasi langsung terhadap sifat fisikokimia sediaan. Penggunaan HPMC pada konsentrasi sebesar 10% dilaporkan mampu menghasilkan karakteristik lembaran hidrogel yang tipis dan transparan (Hanistya et al., 2020). Sebaliknya, peningkatan konsentrasi HPMC yang melebihi batas 10% cenderung memicu pembentukan matriks gel yang terlalu tebal dengan elastisitas yang rendah. Kondisi tersebut dapat menurunkan fleksibilitas sediaan plester hidrogel sehingga mengurangi kenyamanan (*acceptability*) saat diaplikasikan pada permukaan kulit (Hanistya et al., 2020).

d. DMSO

Dimethyl Sulfoxide (DMSO) adalah senyawa organik yang sering digunakan sebagai *enhancer* (peningkat) penetrasi dalam formulasi obat topikal. Kemampuannya untuk meningkatkan penetrasi zat aktif melalui kulit menjadikannya pilihan populer dalam sediaan gel dan krim, dengan tujuan utama untuk meningkatkan jumlah zat aktif yang mampu menembus lapisan kulit secara optimal. Sebagai peningkat penetrasi, DMSO memiliki kemampuan yang lebih baik jika dibandingkan dengan gliserol. Mekanisme kerja dari DMSO dalam memfasilitasi penetrasi ini adalah dengan meningkatkan hidrasi pada stratum korneum, yang mengakibatkan penurunan ketebalan membran sehingga mampu

melarutkan dan membawa bahan fungsional masuk ke dalam kulit (Fauziah, 2023).

Meskipun efektivitasnya tinggi, penggunaan larutan DMSO dalam sediaan topikal cukup terbatas karena sifatnya yang toksik pada konsentrasi yang lebih tinggi (Agustina et al., 2023). Oleh karena itu, untuk menjaga keamanan sediaan, DMSO dapat digunakan sebagai *enhancer* dengan batasan konsentrasi <7% (Handayani dan Kautsar, 2018).

e. Aquadest

Aquadest atau air suling merupakan komponen yang sering digunakan sebagai pelarut, bahan tambahan, maupun bahan baku dalam formulasi dan produksi sediaan farmasi. Aquadest memiliki pH netral 7,0 dan dapat digunakan dengan konsentrasi hingga 100% tergantung pada kebutuhan (Endira, 2022).

E. Tinjauan Umum Hewan Uji

1. Klasifikasi ilmiah



Gambar 2. 4 Kelinci (*Oryctolagus cuniculus*)

Klasifikasi kelinci menurut (Rinanto et al., 2018) sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Filum : Chordata
 kelas : Mammalia
 ordo : Logomorpha
 family : Leporidae
 genus : *Oryctolagus*
 spesies : *Oryctolagus cuniculus*

2. Morfologi

Kelinci adalah hewan mamalia dari famili Leporidae, yang dapat ditemukan di banyak bagian bumi. Kelinci berkembang biak dengan cara beranak yang disebut vivipar. kelinci diklasifikasikan dalam ordo Lagomorpha. Ordo ini terbagi menjadi dua famili: Ochtonidae dan Leporidae. Tubuh kelinci ditutupi bulu yang lembut namun lebat, dengan berbagai warna mulai dari hitam, abu-abu, cokelat, hitam-putih, dan lainnya. Mata kelinci berwarna kemerahan dan berbentuk oval. Hidung kelinci berbentuk silinder, dan ia memiliki gigi seri di bagian depan yang digunakan untuk memotong atau mengunyah rumput.

3. Alasan Pemilihan Sebagai Hewan Uji

kelinci merupakan salah satu hewan uji coba yang paling umum digunakan dalam penelitian penyembuhan luka, hal ini dikarenakan kulit kelinci memiliki respon terhadap penyembuhan luka yang mirip dengan manusia, selain itu kelinci juga memiliki kulit yang tebal dan area punggung yang luas sehingga memudahkan dalam pembuatan luka (Sharun et al., 2024).

4. Kriteria hewan uji

Kriteria kelinci sebagai hewan uji yang siap digunakan dalam penelitian dapat dilihat dari tingkat kesejahteraannya, yaitu hewan harus bebas dari rasa sakit, ketidaknyamanan, kelaparan, kehausan, serta rasa takut dan stres (Yusuf et al., 2022). Umur kelinci yang ideal untuk penelitian biasanya berkisar antara 5-6 bulan, karena pada usia tersebut kelinci masih termasuk dewasa muda dan memiliki respons imunologis yang cepat terlihat. Selain itu, berat badan yang sesuai untuk kelinci uji berada di kisaran 1,5 hingga 2 kg (Himaniarwati et al., 2023).

5. Perlakuan hewan uji

a. Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah proses pemeliharaan hewan coba untuk membantu mereka beradaptasi terhadap lingkungan baru. Aklimatisasi dilakukan selama 1 minggu, jika terdapat hewan uji coba yang sakit atau mati, atau mengalami penurunan berat badan >10%, maka hewan tersebut akan dikeluarkan dari penelitian. Kelinci ditempatkan dalam kandang persegi dengan ukuran 0,5 x 0,5

meter untuk setiap ekornya. Kelinci diberikan pakan komersial dan air minum secara *ad libitum* (Ridho et al., 2021).

b. Identifikasi

Identifikasi Kelinci dalam kandang dapat diidentifikasi dengan mewarnai bulunya menggunakan fuchsin, acriflavin, atau gentian violet; namun, identifikasi ini harus diulang pada interval tertentu. Spidol permanen berbasis xylene juga dapat digunakan pada telinga dan bulu, serta diaplikasikan ulang setiap 3 minggu. Penandaan bagian dalam telinga dengan warna yang berbeda sangat efektif. Pemakaian microchip dan tatto telinga dapat digunakan untuk identifikasi kelinci secara permanen namun diaplikasikan pada kelinci umur 6 minggu dalam kondisi teranestesi atau sedasi dan diberikan analgesia (Maphilindawati., 2016).

c. Handling dan restraint

Tujuan utama pengekangan (*restraint*) adalah mencegah kelinci melukai diri sendiri sekaligus memudahkan penanganan atau pengobatan dengan aman dan nyaman. Telinga kelinci yang besar dan sensitif tidak boleh dijadikan pegangan karena dapat memicu perlawanan dan cedera. Kaki belakang harus selalu diarahkan menjauhi tubuh handler untuk mencegah cakaran karena kelinci memiliki kuku tajam.

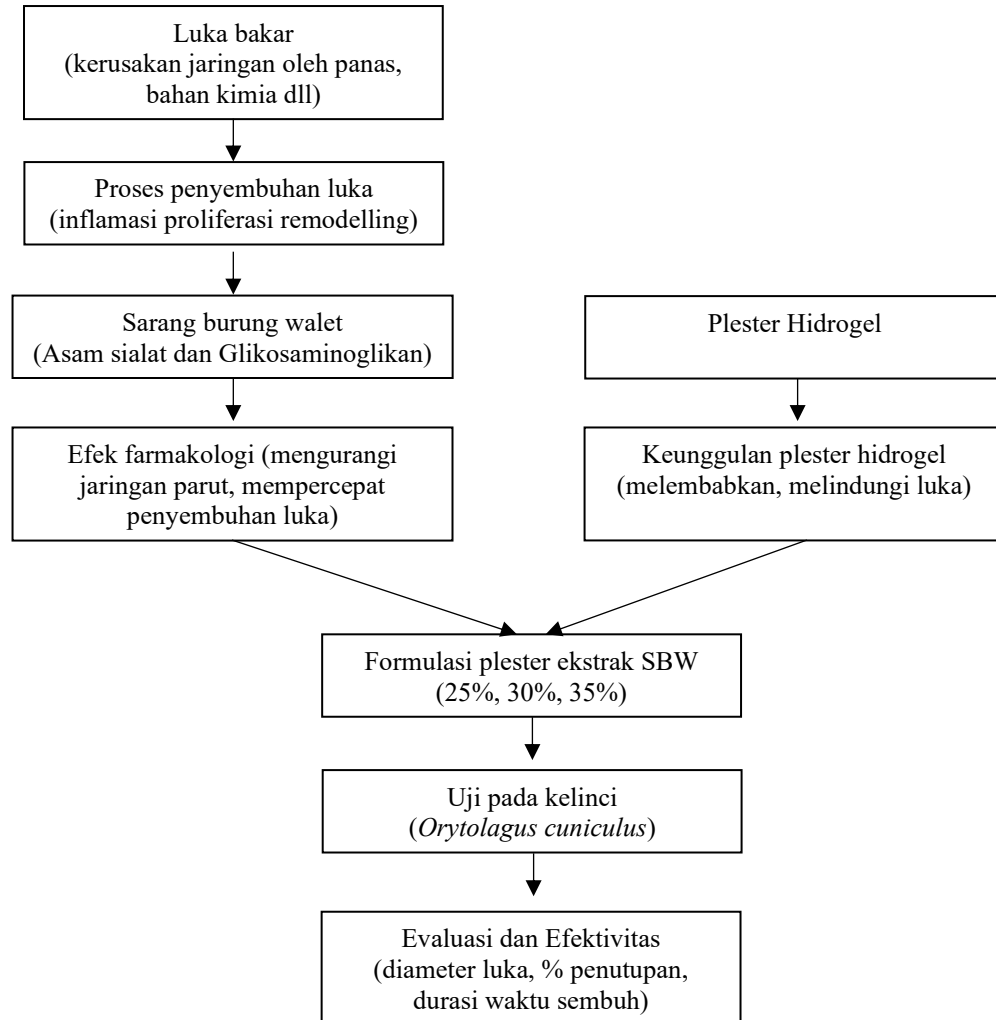
Teknik handling disesuaikan dengan umur dan berat badan kelinci, kelinci muda dapat dipegang pada bagian pinggang secara

mantap, sedangkan pada ras kecil kadang digunakan metode memegang daun telinga atau scruffing (kulit tengkuk), namun cara ini tidak boleh diterapkan pada ras besar seperti *New Zealand* karena berisiko melukai. Untuk kelinci dewasa, penanganan dilakukan dengan memegang kulit tengkuk menggunakan tangan kanan sambil menyangga badan dengan tangan kiri. Pada kelinci berbobot besar, kulit bahu dipegang dengan tangan kanan, kepala diletakkan di bawah lengan kiri, tubuh dijepit di antara lengan dan badan handler, sementara bobot tubuh disangga oleh pinggul dan tangan kiri di bawah badan kelinci (Kasiyati dan Tana, 2020).

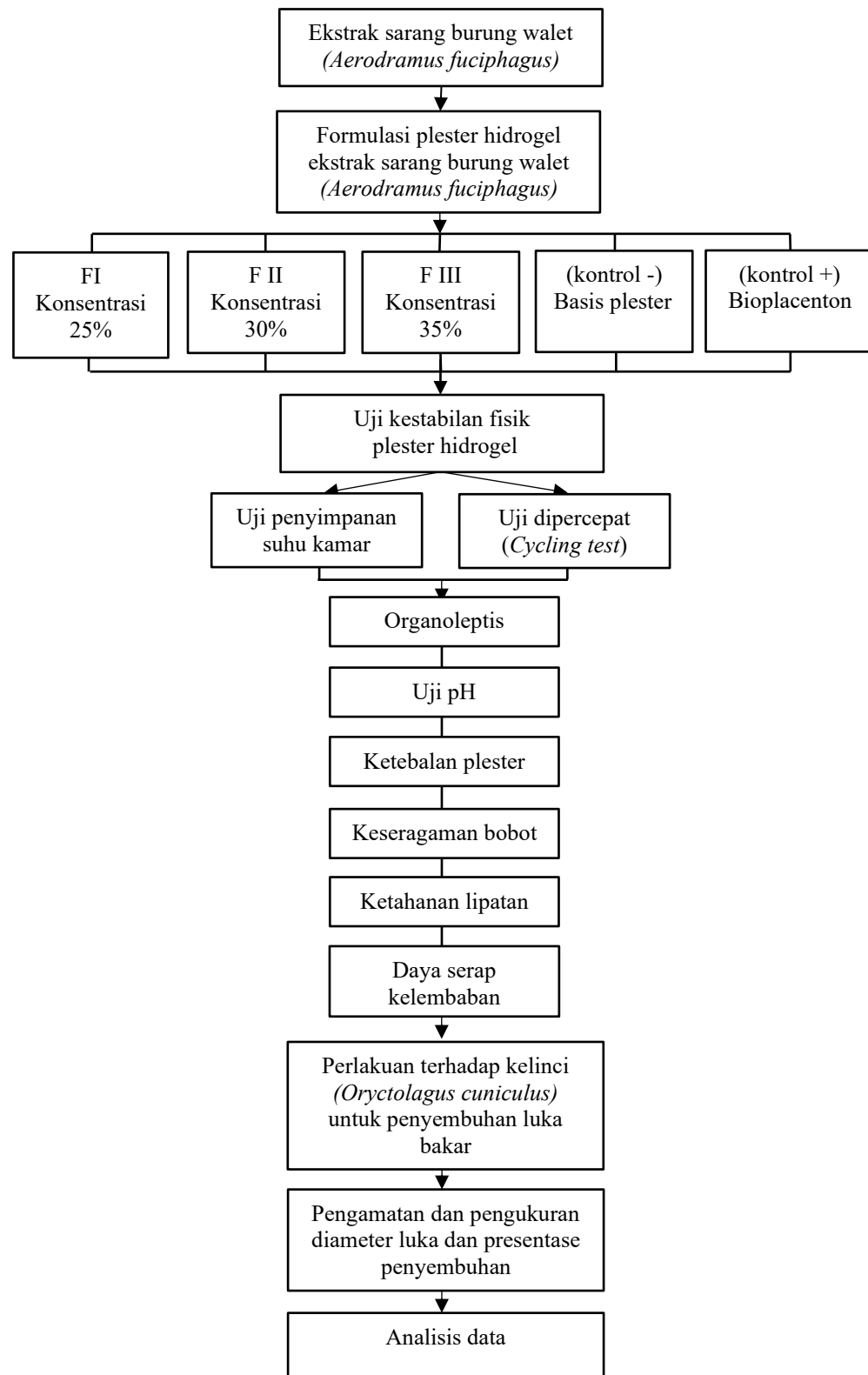
c. Pemeliharaan dan lingkungan

Sebagai hewan nokturnal, kelinci sangat peka terhadap cahaya. Secara natural kelinci hidup di liang dalam komunitas besar dan merupakan makhluk pemalu serta sensitif, beristirahat di tempat gelap pada siang hari, serta aktif mencari makan pada malam hari. Oleh karena itu pencahayaan dalam ruang kandang harus di atur dengan siklus waktu 12 jam terang dan 12 jam gelap. Kelinci sangat toleran terhadap temperatur rendah. Temperatur ruangan di atas 30°C dengan kelembaban relatif yang tinggi, dapat menyebabkan stres pada kelinci yang dapat berakibat infertilitas dan kematian. Temperatur yang direkomendasikan untuk ruangan kandang kelinci berkisar 15-21°C dengan kelembaban udara berkisar 45-65% (Maphilindawati., 2016).

F. Kerangka teori



G. Kerangka konseptual



H. Definisi operasional

Tabel 2. 3 Definisi Operasional

No	variabel	Definisi operasional	Cara dan alat ukur	Kriteria objektif	skala
1	Konsentrasi ekstrak sarang burung walet dalam plester hidrogel (variabel bebas)	Jumlah ekstrak sarang burung walet (<i>Aerodramus fuciphagus</i>) yang digunakan dalam formulasi plester hidrogel, dinyatakan dalam persen (%) dari total komposisi	Penentuan konsentrasi dilakukan saat formulasi dengan penimbangan bahan menggunakan timbangan analitik	F1=25% F2=30% F3 = 35%	Rasio
2	Efektivitas penyembuhan luka bakar (variabel terikat)	Tingkat kesembuhan luka bakar pada kelinci (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) setelah aplikasi plester hidrogel ekstrak sarang burung walet	Pengukuran diameter luka secara vertikal, horizontal, dan diagonal menggunakan jangka sorong/penggaris setiap 24 jam selama 14 hari	Luka dinyatakan sembuh total jika diameter luka = 0 mm	Rasio
3	Persentase penyembuhan luka	Perbandingan antara diameter luka setelah perlakuan dengan diameter luka awal, dinyatakan dalam persen (%)	Mengukur diameter luka lalu menghitung presentase penyembuhan dengan rumus: $\frac{d_1^2 - d_2^2}{d_1^2} \times 100\%$	0%= belum sembuh, 100%= sembuh total	Rasio

I. Hipotesis

1. Hipotesis Umum

Plester hidrogel yang mengandung ekstrak sarang burung walet memiliki efektivitas dalam mempercepat penyembuhan luka bakar pada kelinci.

2. Hipotesis Statistik

- a. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam efektivitas penyembuhan luka bakar pada kelinci di antara kelompok kontrol negatif (F0), kontrol positif (Bioplacenton), dan plester hidrogel dengan berbagai konsentrasi ekstrak sarang burung walet (25%, 30%, dan 35%).
- b. Terdapat perbedaan yang signifikan dalam efektivitas penyembuhan luka bakar pada kelinci di antara kelompok kontrol negatif (F0), kontrol positif (Bioplacenton), dan plester hidrogel dengan berbagai konsentrasi ekstrak sarang burung walet (25%, 30%, dan 35%).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan rancangan *Posttest-only control group design* dengan pengamatan berulang (repeated measure). penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas formulasi sediaan plester hidrogel ekstrak sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) terhadap penyembuhan luka bakar pada kelinci (*Oryctolagus cuniculus*)

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada Maret – Mei 2026 di Laboratorium Teknologi Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Palopo

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) yang diperoleh dari Desa Patoloan, Kecamatan Bone-Bone, Kabupaten Luwu Utara

2. Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah plester hidrogel ekstrak sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) dengan 3 variasi konsentrasi (25%, 30%, 35%)

D. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi ekstrak sarang burung walet dalam sediaan plester hidrogel, yaitu 25%, 30%, dan 35%.

2. Variable terikat

Variabel terikat adalah efektivitas penyembuhan luka bakar pada kelinci yang diukur berdasarkan diameter luka yang tersisa, waktu penyembuhan, dan persentase penutupan luka bakar.

E. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beaker, gelas ukur, pipet tetes, cawan porselen, kaca arloji, batang pengaduk, spatula, timbangan analitik, blender, ayakan, pencukur bulu, jangka sorong, desikator, magnetik stirrer dan oven.

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah ekstrak sarang burung walet (*Aerodramus fuchiphagus*), aquadest, HPMC, PEG

400, PVA, DMSO, plester hypafix, NaCL 0,9%, alkohol swab, eter, dan kertas saring.

F. Prosedur penelitian

1. Pembuatan ekstrak air (Aquosa) sarang burung walet

Sarang burung walet yang telah diperoleh dicuci dengan air mengalir lalu dibersihkan dari bulu dan kotoran yang menempel menggunakan pinset. Kemudian sarang walet ditiriskan dan di diamkan hingga kering, sarang walet yang telah bersih dihaluskan menggunakan blender dan diayak menggunakan mesh 80 agar partikel seragam (Nisa et al., 2024). Kemudian 100 gr sarang burung walet direndam dengan 250 mL aquadest yang telah dipanaskan pada suhu 72°C selama 10-15 menit agar kandungan proteinnya tidak rusak (Anggraini dan Kasmawati, 2017). Setelah beberapa menit sarang burung walet ditiriskan kemudian hasil saringan di tampung dan dibuat menjadi sediaan.

2. Pembuatan plester

Proses formulasi dimulai dengan menimbang semua bahan yang diperlukan. Pertama Polivinil Alkohol (PVA) dilarutkan dengan aquadest, kemudian dikeringkan pada suhu 50°C selama 8 jam. Ekstrak sarang burung walet dicampur kedalam HPMC yang telah di larutkan dengan aquadest dan ditambahkan plasticizer *Polyethylene Glycol* (PEG 400) aduk selama 1 jam, tambahkan larutan DMSO dan aduk hingga homogen, kemudian tuang di backing membran lalu keringkan pada suhu ruangan selama 24 jam. Setelah pengeringan, lapisan hidrogel yang

terbentuk diangkat dan dipotong menjadi potongan berukuran 3 x 3 cm². Potongan-potongan ini kemudian ditempelkan pada sisi perekat dari plester hypafix dengan ukuran 5 x 5 cm² dan disimpan dalam wadah kering yang kedap udara serta terlindung dari sinar matahari (Hanistya et al., 2020).

3. Uji Stabilitas Fisik Plester

a. penyimpanan pada suhu kamar

Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya kestabilan fisik dari sediaan yang disimpan pada suhu kamar ($28 \pm 2^\circ\text{C}$). Apabila hasil menunjukkan tidak ada tanda kestabilan maka dapat disimpulkan bahwa sediaan tersebut stabil pada suhu kamar yaitu ($28 \pm 2^\circ\text{C}$) (Endira, 2022).

b. Uji dipercepat (*Cycling test*)

Salah satu cara mempercepat evaluasi kestabilan adalah dengan *Cycling test*. Uji *Cycling test* ini dilakukan sebanyak 6 siklus. Sediaan plester disimpan pada suhu dingin $\pm 4^\circ\text{C}$ selama 12 jam lalu dikeluarkan dan ditempatkan pada suhu $\pm 40^\circ\text{C}$, proses ini dihitung 1 siklus (Pratasik et al., 2019). Parameter-parameter yang digunakan dalam uji kestabilan fisik plester, antara lain:

1) pH

Uji pH dilakukan dengan tujuan untuk melihat nilai pH pada plester karena apabila pH plester terlalu asam atau terlalu basa dapat menimbulkan iritasi kulit. Pengujian pH ini dilakukan

dengan pengulangan sebanyak 3 kali pada tiap kelompok konsentrasi plester yang dipilih secara acak, kemudian di beri air selama 2 jam hingga mengembang dan dilakukan pengecekan pH dengan kertas pH. (Meilina et al., 2025). plester dikatakan baik jika memiliki rentang pH sediaan topikal 5,5-6,5 sehingga sediaan tidak memiliki potensi untuk mengiritasi kulit (Hanistya et al., 2020).

2) Organoleptis

Uji organoleptis dilakukan dengan mengamati langsung bentuk, warna, dan bau dari persiapan plester hidrogel yang telah dibuat (Harliatika dan Noval, 2021).

3) Ketahanan lipatan

Uji ketahanan lipat dilakukan dengan tujuan untuk melihat integritas plester ketika diaplikasikan pada kulit ditunjukkan dengan daya tahan lipatan yang baik sehingga diharapkan plester tidak mudah sobek selama masa penggunaan (Meilina et al., 2025). Ketahanan lipat plester ditentukan berulang kali melipat satu plester ditempat yang sama sampai pecah atau sampai 300 kali lipatan secara manual untuk menghasilkan sifat plester yang baik (Baharudin dan Maesaroh, 2020).

4) Keseragaman bobot

Masing-masing formula diambil tiga plester secara acak, ditimbang masing masing patch, kemudian dihitung rata-rata

berat patch pada masing-masing formulasi (Baharudin dan Maesaroh, 2020). Keseragaman bobot yang baik ditunjukkan oleh standar deviasi relatif < 6% (Windriyati et al., 2016).

5) Ketebalan plester

Uji ketebalan plester dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keseragaman ketebalan plester. Bila plester memiliki ketebalan yang seragam dikatakan memiliki bobot yang seragam pula sehingga dapat dikatakan kadar zat aktif yang terkandung juga seragam. Pengujian dilakukan dengan menggunakan jangka sorong sebagai alat ukurnya, dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali pada tiap kelompok plester. Range ukuran ketebalan plester yang baik adalah tidak lebih dari 1,0 mm (Meilina et al., 2025).

6) Daya serap kelembaban

Plester yang telah ditimbang untuk menentukan berat awal disimpan di dalam desikator yang mengandung silika pada temperatur ruangan selama 24 jam. Setelah itu, plester ditimbang hingga beratnya konstan (Endira, 2022). Perhitungan persen kandungan kelembaban dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ kelembaban} = \frac{\text{bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{bobot awal}} \times 100\%$$

4. Persiapan dan perlakuan hewan uji

Hewan uji yang digunakan yaitu kelinci jantan sehat, dengan rentang berat antara 1-1,5 kg, sebelum diberi perlakuan kelinci terlebih dahulu diadaptasikan selama 7 hari, serta diberi pakan dan air minum dan diberi perlakuan setelah hari ke-8. Kemudian bulu kelinci dicukur dengan menggunakan alat pencukur pada daerah punggung hingga bersih dan tidak terdapat bulu, Kemudian dibersihkan dengan etanol 70%. Selanjutnya, dilakukan anastesi lokal dengan mengoleskan eter pada area kulit yang akan dilukai untuk mengurangi rasa sakit. Setelah anastesi, logam berdiameter 2 cm dengan permukaan datar dipanaskan di atas api selama 1 menit. Logam yang telah dipanaskan kemudian ditempelkan pada punggung kelinci yang sudah dicukur selama 5 detik, tanpa menekannya, agar hanya terjadi luka bakar derajat II (Prayitno et al., 2024). Setelah itu, dilakukan kompresi dengan normal saline selama 1 menit untuk mengurangi derajat luka bakar yang lebih dalam (Amelia et al., 2024).

Hewan uji dibagi menjadi 5 kelompok perlakuan yaitu kelompok kontrol negatif yang diberikan basis plester tanpa ekstrak sarang burung walet, kelompok kontrol positif yang diberikan bioplacenton, kelompok perlakuan I dengan plester ekstrak sarang burung walet konsentrasi 25%, kelompok perlakuan II dengan konsentrasi 30%, dan kelompok perlakuan III dengan konsentrasi 35%, dengan masing-masing kelompok terdiri dari 1 ekor hewan uji.

Penentuan jumlah hewan uji dilakukan dengan menggunakan rumus Federer sebagai berikut:

Rumus Federer: $(n-1)(t-1) \geq 15$

Keterangan: n = jumlah kelinci

t = jumlah kelompok ($t=5$)

$$(n-1)(t-1) \geq 15$$

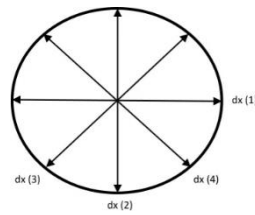
$$(n-1)(5-1) \geq 15$$

$$(n-1)(4) \geq 15$$

$$4n-4 \geq 15 \rightarrow 4n \geq 19 \rightarrow 4,75 \text{ } n = 5 \text{ ekor}$$

5. Pengamatan dan pengukuran

Pengamatan dilakukan 1x24 jam selama 14 hari untuk memantau proses penyembuhan luka pada masing-masing kelompok hewan uji. Parameter utama yang diamati adalah diameter luka yang diukur menggunakan jangka sorong secara konsisten pada area luka yang sama. Pengukuran dilakukan sehari setelah pembuatan luka sebelum diberi perlakuan dan dilanjutkan hari kedua hingga hari ke-14 (Kalsum et al., 2023). Data hasil pengukuran panjang luka dianalisis untuk membandingkan kecepatan penyembuhan antar kelompok perlakuan, serta untuk menentukan efektivitas formulasi plester hidrogel ekstrak sarang burung walet dalam mempercepat proses penyembuhan luka bakar. Pengukuran dilakukan dengan mengamati diameter luka dan persentase penyembuhan luka, dengan cara mengukur diameter luka secara vertikal, horizontal dan dua diagonal (Zahra et al., 2017).



a. Pengamatan luka bakar

$$dx = \frac{dx(1) + dx(2) + dx(3) + dx(4)}{4}$$

keterangan: d = diameter luka pada hari dilakukannya pengamatan

b. Presentase penyembuhan luka bakar

$$\frac{d_1 - d_2}{d_1} \times 100\%$$

Keterangan: d_1 = diameter luka sehari sesudah luka dibuat

d_2 = diameter luka pada hari dilakukannya pengamatan

6. Analisis Data

Data dianalisis menggunakan uji One-Way ANOVA (*Analysis of Variance*) untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Karakteristik Fisik

a. Uji Organoleptis

Tabel 4. 1 Hasil Uji Organoleptis Suhu Kamar

Parameter	Formula	Pemeriksaan (Hari ke-)				
		1	7	14	21	28
Warna	F0	Transparan	Transparan	Transparan	Transparan	Transparan
	F1	Transparan	Transparan	Transparan	Transparan	Transparan
	F2	Transparan	Kuning	Kuning	Kuning	Kuning
	F3	Transparan	Transparan	Transparan	Transparan	Transparan
			Kuning	Kuning	Kuning	Kuning
Bentuk	F0	Sediaan gel	Sediaan gel	Sediaan gel	Sediaan gel	Sediaan gel
	F1	padat	padat	padat	padat	padat
		Sediaan gel	Sediaan gel	Sediaan gel	Sediaan gel	Sediaan gel
		padat	padat	padat	padat	padat
		Sediaan gel	Sediaan gel	Sediaan gel	Sediaan gel	Sediaan gel
Aroma	F0	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
	F1	beraroma	beraroma	beraroma	beraroma	beraroma
		Aroma khas	Aroma khas	Aroma khas	Aroma khas	Aroma khas
		ekstrak	ekstrak	ekstrak	ekstrak	ekstrak
		Aroma khas	Aroma khas	Aroma khas	Aroma khas	Aroma khas
	F3	ekstrak	ekstrak	ekstrak	ekstrak	ekstrak

Keterangan:

F0 : Plester hidrogel tanpa ekstrak (kontrol-)

F1 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 25%

F2 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 30%

F3 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 35%

Tabel 4. 2 Hasil Uji Organoleptis *Cycling Test*

Parameter	Formula	Pemeriksaan (Siklus ke-)			
		Sebelum	Siklus 1	Siklus 2	Siklus 3
Warna	F0	Transparan	Transparan	Transparan	Transparan
	F1	Transparan	Transparan	Transparan	Transparan
	F2	Kuning	Kuning	Kuning	Kuning
		Transparan	Transparan	Transparan	Transparan
	F3	Kuning	Kuning	Kuning	Kuning
Bentuk	F0	Sediaan gel padat	Sediaan gel padat	Sediaan gel padat	Sediaan gel padat
	F1	Sediaan gel padat	Sediaan gel padat	Sediaan gel padat	Sediaan gel padat
	F2	Sediaan gel padat	Sediaan gel padat	Sediaan gel padat	Sediaan gel padat
	F3	Sediaan gel padat	Sediaan gel padat	Sediaan gel padat	Sediaan gel padat
		Sediaan gel padat	Sediaan gel padat	Sediaan gel padat	Sediaan gel padat
Aroma	F0	Tidak beraroma	Tidak beraroma	Tidak beraroma	Tidak beraroma
	F1	Aroma khas ekstrak	Aroma khas ekstrak	Aroma khas ekstrak	Aroma khas ekstrak
	F2	Aroma khas ekstrak	Aroma khas ekstrak	Aroma khas ekstrak	Aroma khas ekstrak
	F3	Aroma khas ekstrak	Aroma khas ekstrak	Aroma khas ekstrak	Aroma khas ekstrak
		Aroma khas ekstrak	Aroma khas ekstrak	Aroma khas ekstrak	Aroma khas ekstrak

b. Uji pH

Tabel 4. 3 Hasil Pengamatan pH

Formula	pH (Hari ke-)					Sebelum <i>cycling test</i>	Sesudah <i>cycling test</i>
	1	7	14	21	28		
F0	6	6	6	6	6	6	6
F1	6	6	6	6	6	6	6
F2	6	6	6	6	6	6	6
F3	6	6	6	6	6	6	6
Memenuhi syarat jika pH 4,5-6,5 (SNI No. 06-2588)							

Keterangan:

F0 : Plester hidrogel tanpa ekstrak (kontrol-)

F1 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 25%

F2 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 30%

F3 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 35%

c. Ketahanan Lipatan

Tabel 4. 4 Hasil Uji Ketahanan Lipatan

Formula	Pemeriksaan (Hari ke-)					Sebelum <i>cycling</i> <i>test</i>	Sesudah <i>cycling</i> <i>test</i>
	1	7	14	21	28		
F0	>300	>300	>300	>300	>300	>300	>300
F1	>300	>300	>300	>300	>300	>300	>300
F2	>300	>300	>300	>300	>300	>300	>300
F3	>300	>300	>300	>300	>300	>300	>300
Memenuhi syarat jika ≥ 300 (Baharudin & Maesaroh, 2020)							

Keterangan:

F0 : Plester hidrogel tanpa ekstrak (kontrol-)

F1 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 25%

F2 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 30%

F3 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 35%

d. Keseragaman bobot

Tabel 4. 5 Hasil Uji Keseragaman Bobot

Formula	Pemeriksaan (Hari ke-)					Sebelum <i>cycling</i> <i>test</i>	Sesudah <i>cycling</i> <i>test</i>
	1	7	14	21	28		
F0	1,36	1,24	1,16	1,10	1,05	1,34	1,05
	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,02$	$\pm 0,01$	$\pm 0,02$	$\pm 0,02$	$\pm 0,02$
F1	1,68	1,59	1,48	1,38	1,24	1,67	1,36
	$\pm 0,02$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,02$	$\pm 0,03$
F2	2,24	1,98	1,59	1,40	1,23	2,24	1,80
	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,02$	$\pm 0,03$
F3	3,19	2,78	2,42	1,81	1,43	3,21	2,51
	$\pm 0,03$	$\pm 0,04$	$\pm 0,04$	$\pm 0,04$	$\pm 0,05$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$

Memenuhi syarat jika standar deviasi relatif $< 6\%$ (0,06)

(Windriyati et al., 2016).

Keterangan:

F0 : Plester hidrogel tanpa ekstrak (kontrol-)

F1 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 25%

F2 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 30%

F3 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 35%

e. Ketebalan

Tabel 4. 6 Hasil Uji Ketebalan

Formula	Pemeriksaan (Hari ke-)					Sebelum <i>cycling</i> <i>test</i>	Sesudah <i>cycling</i> <i>test</i>
	1	7	14	21	28		
F0	0,82	0,75	0,69	0,64	0,60	0,84	0,63
F1	0,87	0,80	0,75	0,69	0,65	0,85	0,68
F2	0,91	0,82	0,76	0,72	0,66	0,96	0,92
F3	0,97	0,88	0,84	0,81	0,78	0,99	0,95
Memenuhi syarat jika $< 1\text{mm}$ (Purwasih et al, 2023)							

Keterangan:

F0 : Plester hidrogel tanpa ekstrak (kontrol-)

F1 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 25%

F2 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 30%

F3 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 35%

f. Kadar Kelembaban

Tabel 4. 7 Hasil Uji Kadar Kelembaban

Formula	Pemeriksaan (Hari ke-)					Sebelum <i>cycling</i> <i>test</i>	Sesudah <i>cycling</i> <i>test</i>
	1	7	14	21	28		
F0	1,50	1,84	1,96	2,62	2,80	2,28	2,40
F1	4,58	6,10	6,62	6,87	6,57	4,00	5,57
F2	5,71	6,29	6,74	7,13	7,55	4,73	6,63
F3	6,37	7,99	8,46	9,05	9,56	5,03	8,26
Memenuhi syarat jika kadar kelembaban $< 10\%$ (Purwasih et al, 2023)							

Keterangan:

F0 : Plester hidrogel tanpa ekstrak (kontrol-)

F1 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 25%

F2 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 30%

F3 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 35%

2. Pengukuran Luka Bakar

Tabel 4. 8 Diameter (cm) Luka Bakar Hari ke-1 dan Hari ke-14

Formula	Diameter Luka Bakar Hari ke- 1	Diameter Luka Bakar Hari ke- 14
F0	2,01 cm	1,80 cm
F1	2,00 cm	1,72 cm
F2	1,99 cm	1,47 cm
F3	2,00 cm	1,22 cm
K+	2,00 cm	0,71 cm

Keterangan:

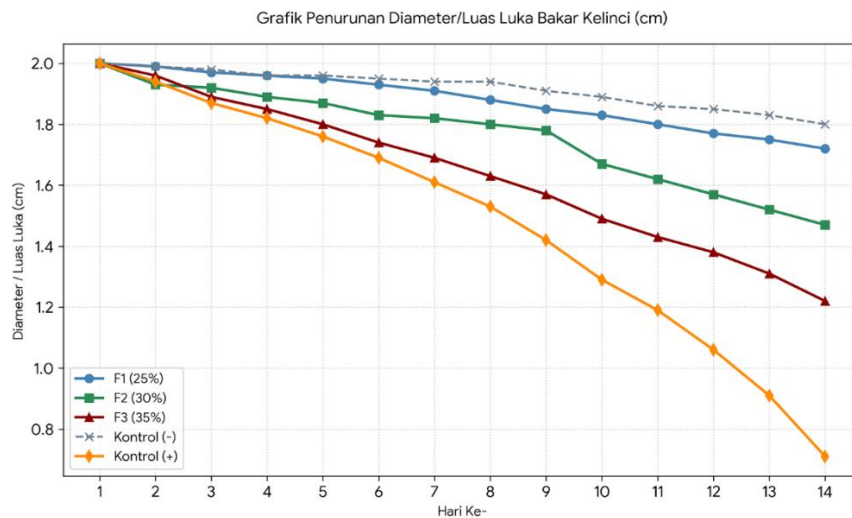
F0 : Plester hidrogel tanpa ekstrak (kontrol-)

F1 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 25%

F2 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 30%

F3 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 35%

K+: Bioplacenton (kontrol +)



Gambar 4. 1 Grafik penurunan diameter (cm) luka bakar kelinci

Tabel 4. 9 Presentase (%) Penyembuhan Luka Bakar Hari ke-1 dan Hari ke-14

Formula	Presentase % Hari ke- 1	Presentase % Hari ke- 14
F0	0 (%)	10 (%)
F1	0 (%)	14 (%)
F2	0 (%)	26 (%)
F3	0 (%)	39 (%)
K+	0 (%)	64 (%)

Keterangan:

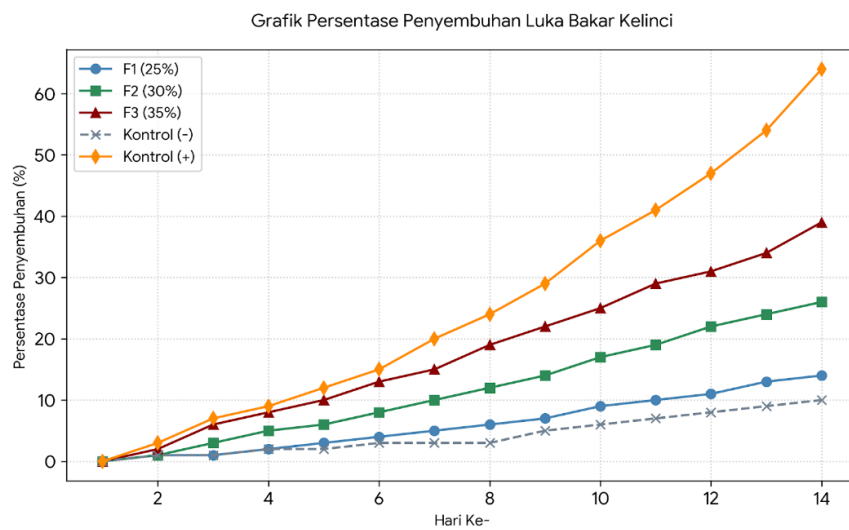
F0 : Plester hidrogel tanpa ekstrak (kontrol-)

F1 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 25%

F2 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 30%

F3 : Konsentrasi ekstrak sarang burung walet 35%

K+: Bioplacenton (kontrol +)

**Gambar 4. 2** Grafik Presentase (%) Penyembuhan Luka Bakar Kelinci

3. Analisis Statistik SPSS

Tabel 4. 10 Normalitas

Kelompok	Statistic	df	Sig.
F0	.946	3	.637
F1	.983	3	.751
F2	.855	3	.253
F3	.968	3	.657
K+	.972	3	.678

Tabel 4. 11 Homogenitas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.855	4	10	.079

Tabel 4. 12 Anova

Sumber Variasi	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	58.424.517,733	4	14.606.129,433	100,138	<0,001
Within Groups	1.458.604,667	10	145.860,467	-	-
Total	59.883.122,400	14	-	-	-

Tabel 4. 13 Duncan

Formula	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3	Subset 4
F1	3	1.383,67	-	-	-
F2	3	-	2.641,67	-	-
F3	3	-	-	3.904,33	-
K+	3	-	-	-	6.446,00
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

B. Pembahasan

Luka bakar merupakan salah satu bentuk cedera yang terjadi akibat kontak langsung dengan sumber panas seperti api, benda panas, bahan kimia, listrik, maupun radiasi, yang menyebabkan kerusakan atau kehilangan pada jaringan kulit (Bahlia dan Rizaldy., 2025). Berdasarkan kedalamannya, luka bakar diklasifikasikan menjadi tiga derajat, yaitu luka bakar derajat I yang hanya melibatkan lapisan epidermis, derajat II yang melibatkan epidermis dan sebagian dermis, serta derajat III yang merusak seluruh lapisan kulit hingga jaringan subkutan (Rice et al., 2021 dalam Saputra, 2023). Proses penyembuhan luka bakar berlangsung melalui serangkaian fase yang saling berkesinambungan meliputi fase inflamasi, proliferasi, dan remodeling jaringan. Penanganan luka bakar yang tepat sangat diperlukan untuk mendukung setiap fase penyembuhan tersebut agar berlangsung optimal dan meminimalkan risiko terbentuknya jaringan parut.

Salah satu bentuk sediaan topikal yang dinilai sesuai untuk penanganan luka bakar adalah plester hidrogel. Plester hidrogel merupakan sediaan topikal dengan lapisan hidrogel yang dirancang untuk mempercepat proses penyembuhan luka (Kustianingrum et al., 2021). Dibandingkan dengan sediaan topikal lainnya, plester hidrogel memiliki beberapa keunggulan, di antaranya bersifat biokompatibel sehingga dapat digunakan pada berbagai jenis kulit tanpa menimbulkan reaksi negatif, menghindari efek *first pass metabolism*, mencegah iritasi saluran pencernaan, meningkatkan kepatuhan pasien, serta mudah dilepas apabila terjadi reaksi alergi (Syamsuri, 2021). Selain itu, plester hidrogel memberikan efek

pendinginan pada area luka bakar sekaligus melindungi luka dari kontaminasi polutan dan faktor eksternal yang dapat menghambat regenerasi jaringan (Jariyah et al., 2025). Di sisi lain, plester hidrogel juga memiliki beberapa kekurangan. Secara mekanis, plester hidrogel sangat rentan mengalami deformasi atau kerusakan ketika ditempelkan pada area tubuh yang aktif bergerak atau mengalami penekanan mekanis dari luar, seperti pada area persendian (Shen et al., 2023). Kelemahan mekanis ini semakin diperparah apabila komposisi basis polimer yang digunakan tidak tepat, di mana penggunaan HPMC yang melebihi batas optimum ($>10\%$) justru dapat menghasilkan plester yang kaku sehingga menurunkan kenyamanan pengguna dalam pemakaiannya (Hanistya et al., 2021).

Dalam penelitian ini, plester hidrogel diformulasikan dengan penambahan ekstrak aquosa sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) sebagai zat aktif penyembuh luka. Sarang burung walet telah diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif yang berperan penting dalam proses penyembuhan luka, di antaranya asam sialat dan glikosaminoglikan (Putriyani et al., 2022). Asam sialat diketahui berperan dalam mempercepat proses pertumbuhan dan proliferasi sel sehingga membantu memodulasi respons inflamasi pada area luka (Anggraini dan Kasmawati, 2017). Senyawa glikosaminoglikan berperan dalam mengurangi pembentukan jaringan parut sekaligus mempercepat proses penyembuhan luka melalui aktivitas anti-inflamasi dan stimulasi regenerasi matriks ekstraseluler (Anggraini dan Kasmawati, 2017). Selain itu, sarang burung walet juga

memiliki potensi mitogenik yang menyerupai aktivitas *Epidermal Growth Factor* (EGF), yang berperan dalam menstimulasi proliferasi sel fibroblas untuk mensintesis kolagen sebagai komponen utama pembentukan jaringan granulasi (Putriyani et al., 2022).

Evaluasi stabilitas fisik sediaan plester hidrogel ekstrak sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) dilakukan melalui serangkaian pengujian meliputi pH, ketahanan lipatan, organoleptis, keseragaman bobot, ketebalan, dan kadar kelembaban, yang diamati selama 28 hari penyimpanan pada suhu kamar dan uji stabilitas dipercepat (*cycling test*) selama 6 hari.

Pemeriksaan pH dilakukan untuk melihat kestabilan pH sediaan selama masa penyimpanan dan uji dipercepat. Berdasarkan hasil pengamatan, keempat formula menunjukkan nilai pH yang stabil yaitu 6 pada seluruh kondisi pengujian. Nilai ini memenuhi persyaratan pH sediaan plester hidrogel yang baik untuk kulit, yakni berkisar antara 5,5–6,5 (Hanistya et al., 2021).

Selain kestabilan pH, ketahanan lipatan juga menjadi parameter penting yang menentukan kualitas fisik plester hidrogel. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan sediaan terhadap lipatan, di mana sediaan yang elastis dan tidak mudah robek diharapkan dapat memberikan kenyamanan optimal saat digunakan (Purwasih et al., 2023). Hasil pengujian menunjukkan bahwa keempat formula memenuhi persyaratan ketahanan

lipatan > 300 kali lipatan tanpa mengalami robekan maupun kerapuhan, baik pada penyimpanan suhu kamar maupun uji dipercepat.

Pemeriksaan organoleptis bertujuan untuk mendeskripsikan bentuk, warna, dan aroma sediaan plester hidrogel selama masa penyimpanan. Pengamatan dilakukan terhadap keempat formula selama 28 hari pada suhu ruang dan 6 hari pada uji stabilitas dipercepat. Hasil pemeriksaan menunjukkan karakteristik sediaan yang secara umum stabil selama periode pengamatan. Namun, pada Formula 2 dan Formula 3 sempat teramati adanya perubahan warna menjadi sedikit kekuningan pada hari ke 3 penyimpanan, meskipun perubahan tersebut tidak berlanjut dan warna sediaan kembali stabil pada pengamatan berikutnya. Sementara itu, Formula 0 dan Formula 1 tidak menunjukkan perubahan warna, bentuk, maupun aroma yang berarti sepanjang seluruh periode penyimpanan. Secara keseluruhan, keempat formula dinilai stabil secara organoleptis karena tidak ditemukan adanya perubahan bermakna yang bersifat progresif maupun permanen.

pemeriksaan keseragaman bobot dilakukan untuk memastikan tidak adanya kehilangan massa yang signifikan selama proses penyimpanan. Perbedaan bobot awal antarformula disebabkan oleh variasi konsentrasi ekstrak yang digunakan, di mana F1, F2, dan F3 masing-masing mengandung ekstrak sebesar 25%, 30%, dan 35%. Meskipun terjadi penurunan bobot selama pengujian akibat perubahan parameter lingkungan seperti suhu, pH, dan keberadaan zat ionik yang memicu perubahan

struktural pada plester (Radhika dan Kumar, 2017), seluruh formula tetap memenuhi syarat keseragaman bobot dengan nilai standar deviasi relatif (RSD) kurang dari 6% (Windriyati et al., 2016).

Pemeriksaan ketebalan dilakukan untuk mengetahui profil fisik sediaan selama 28 hari penyimpanan dan uji *cycling test*. Keempat formula menunjukkan ketebalan kurang dari 1 mm sehingga memenuhi persyaratan mutu fisik plester hidrogel (Purwasih et al., 2023). Meskipun seluruh formula mengalami penurunan ketebalan selama pengujian akibat perubahan parameter lingkungan yang memicu perubahan struktural pada sediaan (Radhika & Kumar, 2017), perbedaan ketebalan antarformula berkaitan dengan perbedaan konsentrasi ekstrak yang ditambahkan pada masing-masing formula.

Uji kadar kelembaban dilakukan untuk mengetahui kemampuan sediaan dalam mempertahankan kandungan airnya selama penyimpanan. Kadar kelembaban yang terlalu rendah menyebabkan plester menjadi kering dan rapuh, sedangkan kadar yang terlalu tinggi berpotensi menurunkan integritas mekanis dan mendorong pertumbuhan mikroorganisme (Labowska et al., 2023). Hasil pengujian pada suhu kamar dan *cycling test* mengalami kenaikan kadar kelembaban secara bertahap pada seluruh formula, namun masih berada dalam rentang yang dipersyaratkan yaitu 1–10% (Purwasih et al., 2023). dengan nilai berkisar antara 1,50% hingga 9,56%. Persentase kenaikan kadar kelembaban berbanding lurus dengan penambahan konsentrasi ekstrak tiap formula. Hal ini disebabkan oleh

karakteristik ekstrak sarang burung walet yang kaya akan senyawa makromolekul berupa glikoprotein dan asam sialat, sehingga semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang ditambahkan, semakin tinggi pula kadar kelembaban yang dihasilkan (Purwasih et al., 2023).

Kesembuhan luka bakar pada hewan uji secara klinis ditandai dengan merapat dan tertutupnya luka (Triswanto Sentat & Rizki Permatasari, 2015 dalam). Hal ini berbeda dengan kriteria penilaian penyembuhan luka pada manusia yang menggunakan kerangka kerja yang lebih komprehensif seperti TIMERS, meliputi penilaian jaringan, infeksi/inflamasi, keseimbangan kelembaban termasuk ada tidaknya eksudat, tepi luka, regenerasi jaringan, serta faktor sosial pasien (Lumbers, 2019). Parameter-parameter klinis yang kompleks tersebut sulit dinilai secara objektif pada hewan uji karena keterbatasan komunikasi dan respons subjektif dari hewan terhadap kondisi luka yang dialaminya. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada parameter objektif dan terukur secara kuantitatif yang sesuai dengan karakteristik hewan uji, yaitu diameter luka yang diukur dari empat arah (vertikal, horizontal, dan dua diagonal) menggunakan jangka sorong, yang kemudian dikonversi menjadi persentase penutupan luka sebagai indikator merapat dan tertutupnya luka, sejalan dengan kriteria kesembuhan luka pada hewan uji tersebut.

Evaluasi efek penyembuhan luka bakar dalam penelitian ini dilakukan menggunakan sediaan topikal berbentuk plester hidrogel dengan kandungan ekstrak sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*). Formula

yang digunakan terdiri dari tiga variasi konsentrasi, yaitu F1 (25%), F2 (30%), dan F3 (35%), serta F0 (basis tanpa ekstrak) sebagai kontrol negatif dan Bioplacenton sebagai kontrol positif. Pengamatan dilakukan secara visual dengan mengamati persentase diameter luka dan lama waktu penyembuhan luka bakar, di mana pengukuran panjang atau diameter luka dilakukan dengan menggunakan jangka sorong.

Kontrol positif yang digunakan dalam penelitian ini adalah Bioplacenton, yaitu gel dengan kandungan aktif ekstrak plasenta 10% dan Neomycin sulfate 0,5%. Gel Bioplacenton diindikasikan untuk mengobati luka bakar, luka dengan infeksi, luka kronik dan jenis luka yang lain (Solfaine et al., 2021). Ekstrak plasenta mengandung FGF (*Fibroblast Growth Factor*) dan TGF (*Transforming Growth Factor*) yang berperan penting dalam proses re-epitelisasi, di mana TGF-beta dapat meningkatkan proses migrasi keratinosit dan fibroblas. (Chakraborty et al., 2009).

Berdasarkan hasil pengukuran, terjadi pengurangan ukuran diameter luka bakar pada semua perlakuan sampai hari ke-14.. Pada hari ke 14 diameter luka bakar F1, F2, dan F3 adalah 1,72 1,47 dan 1,22 cm. Diameter luka bakar kontrol positif pada hari ke 14 adalah 0,71 cm dan F0 (kontrol negatif) 1,80 cm. Formula F3 (35%) menunjukkan aktivitas penyembuhan luka yang paling tinggi di antara ketiga formula, mencapai 39% pada hari ke-14. Formula F2 (30%) berada pada posisi intermediate dengan persentase penyembuhan 26% pada hari ke-14, sedangkan Formula F1 (25%) memberikan hasil terendah di antara kelompok formula aktif, yaitu

14% pada hari ke-14. Kontrol positif (Bioplacenton) menunjukkan persentase penyembuhan tertinggi yaitu 64% pada hari ke-14. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak sarang burung walet berbanding lurus dengan efektivitas penyembuhan luka.

Pada hari ke-3, area kulit yang diinduksi luka bakar akan mengalami penebalan dan perubahan warna menjadi merah terang. Kondisi ini menggambarkan respons vaskular dan respons inflamasi pada fase inflamasi yang masih berlangsung, di mana jaringan yang rusak dan sel mast melepaskan histamin sehingga menyebabkan vasodilatasi pembuluh darah di sekitar luka dan meningkatkan aliran darah ke area luka, yang tampak sebagai eritema berwarna merah (Rinawati, 2015).

Pada hari ke-7, terjadi penebalan di seluruh area luka bakar dan intensitas warna luka menjadi semakin gelap dibandingkan hari ke-3. Perubahan ini menandakan proses penyembuhan telah memasuki fase proliferasi secara dominan, di mana fibroblas aktif menyintesis kolagen sebagai komponen utama jaringan granulasi yang berwarna merah tua (Krisanty, 2009 dalam Utami, 2021). Pada hari ke-14, intensitas warna luka bakar mulai memudar dan ukuran luka mulai mengecil, menandakan proses epitelisasi terus berlangsung meskipun luka belum tertutup sempurna.

Sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti asam sialat dan glikosaminoglikan yang bekerja sesuai dengan fase penyembuhan luka yang teramati selama 14 hari penelitian (Putriyani et al., 2022). Pada fase inflamasi yang berlangsung dari

hari ke-1 hingga sekitar hari ke-5, asam sialat berperan dalam mempercepat proses pertumbuhan dan proliferasi sel sehingga membantu memodulasi respons inflamasi pada area luka bakar (Anggraini dan Kasmawati, 2017). Hal ini sejalan dengan hasil pengamatan pada hari ke-3 di mana kelompok F3 (35%) menunjukkan persentase penyembuhan yang lebih tinggi dibandingkan kelompok F1 (25%) dan F2 (30%), mengindikasikan bahwa konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi memberikan ketersediaan asam sialat yang lebih besar dalam mendukung fase inflamasi awal.

Fase proliferasi yang secara teoritis berlangsung mulai hari ke-2 hingga hari ke-24 (Arisanty, 2013) tampak semakin dominan pada pengamatan hari ke-7 hingga hari ke-14, di mana aktivitas mitogenik sarang burung walet yang menyerupai EGF didukung oleh asam sialat yang mempercepat proliferasi sel fibroblas, sementara glikosaminoglikan berperan mengurangi pembentukan jaringan parut serta mempercepat penyembuhan luka (Anggraini dan Kasmawati, 2017). Sel fibroblas yang aktif pada fase ini mensintesis kolagen sebagai bahan dasar pembentukan jaringan granulasi, di mana ketersediaan lapisan dermis yang kaya fibroblas akan mempercepat proses penyembuhan luka (Wijaya, 2018). Peningkatan persentase penyembuhan yang lebih signifikan pada hari ke-14 dibandingkan hari ke-7, khususnya pada kelompok F3 yang mencapai 39%, mencerminkan kontribusi aktif senyawa bioaktif sarang burung walet dalam mendukung proses proliferasi jaringan selama periode pengamatan.

Efektivitas penyembuhan luka pada seluruh kelompok formula juga didukung oleh karakteristik basis plester hidrogel yang digunakan. Hidrogel mampu menyerap dan menahan volume air saat bersentuhan dengan luka basah sehingga menjaga kelembapan, mencegah infeksi, dan mempercepat regenerasi kulit (Hanistya et al., 2020). Selain itu, penggunaan plester hidrogel pada luka bakar memberikan sensasi dingin di area aplikasi serta melindungi luka dari paparan polusi dan faktor eksternal lain yang dapat menghambat proses regenerasi (Jariyah et al., 2025).

Data yang diperoleh dianalisis dengan *one way Anova* menggunakan program SPSS. sebelum dilakukan uji statistik parametrik, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas data menggunakan uji Shapiro-Wilk. Uji ini dipilih karena jumlah sampel pada masing-masing kelompok tergolong kecil ($n=3$) (Mishra et al., 2019). Data dinyatakan terdistribusi normal apabila nilai signifikansi $p > 0,05$.

Hasil uji Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa seluruh kelompok perlakuan pada ketiga waktu pengamatan memiliki nilai $p > 0,05$. Pada pengamatan hari ke-3, nilai signifikansi berkisar antara 0,244 (F0) hingga 0,904 (kontrol positif). Pada hari ke-7, nilai signifikansi berkisar antara 0,350 (F1) hingga 0,995 (F3). Pada hari ke-14, nilai signifikansi berkisar antara 0,253 (F2) hingga 0,751 (F1). Keseluruhan nilai tersebut berada di atas 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data persentase penyembuhan luka bakar pada seluruh kelompok dan seluruh waktu pengamatan terdistribusi normal.

Setelah uji normalitas terpenuhi, selanjutnya dilakukan uji homogenitas varians menggunakan uji *Levene's Test of Homogeneity of Variances*. Data dinyatakan homogen apabila nilai signifikansi $p > 0,05$. Hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa data pada hari ke-3 memiliki nilai signifikansi 0,590, hari ke-7 sebesar 0,458, dan hari ke-14 sebesar 0,079 (kesemuanya berdasarkan *based on mean*). Seluruh nilai tersebut lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa varians data antar kelompok perlakuan bersifat homogen pada semua waktu pengamatan.

Uji *One Way ANOVA* dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang bermakna antar kelompok perlakuan terhadap persentase penyembuhan luka bakar. Perbedaan dinyatakan bermakna secara statistik apabila nilai signifikansi $p < 0,05$.

Hasil uji *One Way ANOVA* menunjukkan adanya perbedaan yang sangat bermakna (*highly significant*) pada seluruh waktu pengamatan. Pada hari ke-3, diperoleh nilai F hitung sebesar 77,895 dengan $p < 0,001$. Pada hari ke-7, nilai F hitung meningkat menjadi 350,525 dengan $p < 0,001$. Pada hari ke-14, nilai F hitung sebesar 100,138 dengan $p < 0,001$. Keseluruhan nilai F hitung yang jauh lebih besar dari F tabel serta nilai signifikansi yang berada jauh di bawah 0,05 menunjukkan bahwa perbedaan antar kelompok perlakuan bukan merupakan variasi acak, melainkan mencerminkan pengaruh nyata dari perbedaan konsentrasi ekstrak sarang burung walet yang diberikan.

Hasil *One-Way ANOVA* pada pengukuran luka bakar hari ke 1-14 menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,001$, sehingga hipotesa nol (H_0) ditolak dan hipotesa satu (H_1) diterima. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian plester hidrogel ekstrak sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) dapat mempengaruhi presentase penyembuhan luka bakar pada hari ke-3, ke-7 dan ke-14.

Untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda secara bermakna, dilakukan uji lanjut Duncan. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa seluruh kelompok perlakuan berada pada subset yang berbeda, yaitu F1 pada subset 1, F2 pada subset 2, F3 pada subset 3, dan kontrol positif pada subset 4, dengan nilai signifikansi sebesar 1,000 pada masing-masing subset. Hal ini menunjukkan bahwa setiap kelompok perlakuan berbeda secara bermakna satu sama lain dalam hal persentase penyembuhan luka bakar.

Formula F1 (25%) menunjukkan rata-rata persentase penyembuhan terendah di antara kelompok formula aktif dengan nilai 1383,67, diikuti oleh F2 (30%) dengan nilai 2641,67, dan F3 (35%) dengan nilai 3904,33. Kontrol positif (Bioplacenton) menunjukkan rata-rata persentase penyembuhan tertinggi yaitu 6446,00. Perbedaan yang bermakna antara F1, F2, dan F3 mengonfirmasi bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak sarang burung walet berbanding lurus dengan efektivitas penyembuhan luka bakar, di mana semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan maka semakin besar persentase penyembuhan yang dihasilkan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Plester hidrogel ekstrak sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) terbukti berpengaruh signifikan ($p < 0,001$) terhadap penyembuhan luka bakar pada kelinci (*Oryctolagus cuniculus*), di mana Formula 3 (35%) menjadi yang paling efektif dengan persentase kesembuhan 39% pada hari ke-14.
2. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa seluruh formula sediaan plester hidrogel ekstrak sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) dengan konsentrasi 25% (F1), 30% (F2), dan 35% (F3) memenuhi persyaratan evaluasi fisik.

B. Saran

Dari hasil penelitian sediaan plester hidrogel ekstrak sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) dapat disarankan:

1. Perlu dilakukan pengamatan secara histopatologi terhadap jaringan kulit hewan uji (seperti pembentukan kolagen, re-epitelisasi, dan kepadatan sel radang) untuk mengetahui mekanisme penyembuhan luka bakar oleh ekstrak sarang burung walet secara mikroskopis dan lebih akurat.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menambahkan pengawet dalam formulasi untuk menjaga sediaan dari cemaran mikroorganisme dan menghindari kerusakan sediaan.

3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk membandingkan efektivitas penyembuhan luka bakar antara perlakuan luka yang ditutup menggunakan plester hidrogel dengan luka yang dibiarkan terbuka tanpa penutup, guna mengetahui metode penanganan mana yang memberikan efek penyembuhan luka bakar yang lebih optimal.

DAFTAR RUJUKAN

- Agustina, C., Mujahid, I., & Dhanti, K. R. (2023). Pengaruh dimetil sulfoksida (DMSO) dan suhu preservasi berbeda terhadap bakteri *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA). *Masker Medika*, 11(2), 328–336.
- Amelia, R., Trinovita, E., Patricia, T., Fatmaria, & Handayani, S. (2024). Efektivitas sediaan patch ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum*) sebagai penyembuhan luka bakar derajat II secara in vivo. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 9(1), 187–197. <https://doi.org/10.36387/jiis.v9i1.1766>
- Anggraini, D., & Kasmawati, L. Y. (2017). Formulasi gel sarang burung walet putih (*Aerodramus fushipagus*) dan uji penyembuhan luka bakar derajat II pada mencit. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 4(1), 55–61. <https://doi.org/10.29208/jsfk.2017.4.1.172>
- Ardana, M., Aeyni, V., & Ibrahim, A. (2015). Formulasi dan optimasi basis gel HPMC (Hidroxy Propyl Methyl Cellulose) dengan berbagai variasi konsentrasi. *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, 3(2), 101–108. <https://doi.org/10.25026/jtpc.v3i2.95>
- Arisanty, I. P. (2013). *Konsep dasar manajemen perawatan luka*. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Baharudin, A., & Maesaroh, I. (2020). Formulasi sediaan patch transdermal dari ekstrak bonggol pohon pisang ambon (*Musa paradisiaca* var. *sapientum*) untuk penyembuhan luka sayat. *Journal of Herbs and Pharmacological*, 2(2), 55–62.
- Bahlia, M. R., & Rizaldy, M. B. (2025). Luka bakar. *Kesehatan dan Kedokteran*, 2(1), 61–71. <https://doi.org/10.62383/vimed.v2i1.1067>
- Cahyono, A. D., Tamsuri, A., & Wiseno, B. (2021). Wound care dan health education pada masyarakat kurang mampu yang mengalami skin integrity disorders di Desa Asmorobangun, Kecamatan Puncu, Kabupaten Kediri. *Journal of Community Engagement in Health*, 4(2), 424–431. <https://doi.org/10.30994/jceh.v4i1.265>
- Chakraborty, P. D., De, D., Bandyopadhyay, S., & Bhattacharyya, D. (2009). Human aqueous placental extract as a wound healer. *Journal of Wound Care*, 18(11), 462–467. <https://doi.org/10.12968/jowc.2009.18.11.44626>
- Dewi, M. E. (2020). Manfaat konsumsi sarang burung walet. *Jurnal Kedokteran Ibnu Nafis*, 9(1), 12–16.
- Endira, S. P. (2022). *Formulasi dan evaluasi transdermal patch ekstrak daun sawo (Manilkara zapota L.) dengan variasi HPMC dan PVP sebagai basis (polimer) [Karya Tulis Ilmiah, Politeknik Kesehatan Palembang]*. Repository Poltekkes Palembang.
- Fauziah, S. (2023). *Pengaruh variasi konsentrasi Dimethyl Sulfoxide (DMSO)*

- sebagai enhancer terhadap viskositas serum antiaging [Tugas Akhir, Universitas Swasta].
- Fridayanti, A., Hendradi, E., & Isnaeni. (2010). Pengaruh kadar polietilen glikol (PEG) 400 terhadap pelepasan natrium diklofenak dari sediaan transdermal patch type matriks. *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, 1(1), 1–7.
- Handayani, R., & Kautsar, A. P. (2018). Strategi baru sistem penghantaran obat transdermal menggunakan peningkatan penetrasi kimia. *Farmaka*, 15(3), 24–36.
- Hanistya, R., Alkautsar, M. I., Syawalia, A. H., & Azizi, N. M. (2020). Formulasi dan karakteristik fisik sediaan plester hidrogel ekstrak daun ciplukan (*Physalis angulata* L.) dan batang kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). *Jurnal Farmasi Indonesia*, 17(2), 115–122.
- Harliatika, Y., & Noval. (2021). Formulasi dan evaluasi hidrogel ekstrak etanol daun gaharu (*Aquilaria malacensis* Lamk.) dengan kombinasi basis Karbopol 940 dan HPMC K4M. *Journal of Pharmacy and Science*, 6(1), 37–46.
- Himaniarwati, Mariana, & Firmansyah. (2023). Uji aktivitas ekstrak terpurifikasi kulit batang langir (*Albizia saponaria*) sebagai penumbuh rambut terhadap kelinci (*Oryctolagus cuniculus*). *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 2(4), 187–198.
- Ilkhawati, S. A., Ikasari, E. D., & Indriyanti, E. (2023). Formulation and optimization of Hydroxypropyl Methylcellulose K100M and Polyvinyl Acetate concentrations in transdermal patch Propranolol HCl. *Repository STIFAR*, 405-414. <https://repository.stifar.ac.id/Repository/article/view/537>
- Jariyah, M. A., Rahayu, S., & Trienita, G. (2025). Pemanfaatan ekstrak jahe dan mentimun menjadi plaster luka bakar dengan penambahan alga sebagai biofilm. *Jurnal Integrasi Sains dan Qur'an (JISQu)*, 4(01), 408–414. <https://doi.org/10.64477/401408-414>
- Kalsum, U., Erikania, S., & Nurmaulawati, R. (2023). Uji efektivitas sediaan transdermal patch ekstrak daun beluntas (*Pluchea indica* L.) terhadap luka sayat pada mencit putih (*Mus musculus*). *Prosiding Seminar Informasi Kesehatan Nasional (SIKESNas)*, 185–194.
- Kasiyati, & Tana, S. (2020). *Penanganan hewan coba*. Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro. <https://www.researchgate.net/publication/371303553>
- Kustianingrum, A. R., Lailatul Amaliyah, I. T., Ghonim, M. I., Azzuhroh, H. I., & Asy'ari, A. (2021). Plester hidrogel dari ekstrak daun sidaguri upaya mempercepat proses penyembuhan luka gangren pada penderita diabetes melitus sebagai edukasi masyarakat. *Didaktis: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Pengetahuan*, 21(3), 255–261. <https://doi.org/10.30651/didaktis.v21i3.10016>
- Labowska, M. B., Skrodzka, M., Sicińska, H., Michalak, I., & Detyna, J. (2023). Influence of cross-linking conditions on drying kinetics of alginate hydrogel. *Gels*, 9(1), Article 63. <https://doi.org/10.3390/gels9010063>

- Lembang, R. S. (2021). *Formulation and evaluation of transdermal patch ethanol extract of bangle rhizome (Zingiber purpureum Roxb.) with various concentration of menthol* [Skripsi, Universitas Sanata Dharma].
- Lumbers, M. (2019). TIMERS: undertaking wound assessment in the community. *British Journal of Community Nursing*, 24(Sup12), S22–S25.
- Meilina, R., Amelia Putri, I., Dina Kali Kulla, P., Andika, F., Willis, R., Yulisma, A., Alvionida, F., & Wirda Ningsih, Y. (2025). Formulation and evaluation of transdermal patch preparations from nutmeg ethanol extract (*Myristica fragrans* Houtt.) as a pain relief. *Journal of Healthcare Technology and Medicine*, 11(1), 146–154.
- Mishra, P., Pandey, C. M., Singh, U., Gupta, A., Sahu, C., & Keshri, A. (2019). Descriptive statistics and normality tests for statistical data. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 22(1), 67–72. https://doi.org/10.4103/aca.ACA_157_18
- Munir, M. A. (2020). *Deteksi peningkatan jumlah bakteri terhadap lama waktu pemanenan sarang burung walet* [Skripsi, Universitas Hasanuddin Makassar].
- Naziyah, Hidayat, R., & Maulidya. (2022). Penyuluhan manajemen luka terkini dalam situasi pandemic COVID-19 melalui kegiatan pesantren luka dengan menggunakan media zoom meeting bagi mahasiswa Prodi Keperawatan & Profesi Ners Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Nasional Jakarta. *Jurnal Kreativitas Pengabdian kepada Masyarakat (PKM)*, 5(7), 2061–2070. <https://doi.org/10.33024/jkpm.v5i7.6223>
- Nisa, A. S., Endah, S. R. N., & Nofriyaldi, A. (2024). Stabilitas sediaan serum gel dari sarang burung walet putih (*Aerodramus fuciphagus*) Arfani. *Perjuangan Nature Pharmaceutical Conference*, 1(1), 249–256.
- Nuryahya, M. F., Afiani, N., & Soelistyoningsih, D. (2020). Perbedaan efektivitas ekstrak daun sirih hijau dan merah pada perawatan luka bakar derajat II. *Media Husada Journal of Nursing Science*, 1(1), 1–10.
- Oktaviani, N. S. (2023). *Uji efektivitas gel sarang burung walet putih (Aerodramus fushipagus) terhadap penyembuhan luka bakar yang terinfeksi bakteri Staphylococcus aureus pada mencit putih jantan* [Skripsi, Universitas Islam Sultan Agung Semarang].
- Pratasik, M. C. M., Yamlean, P. V. Y., & Wiyono, W. I. (2019). Formulasi dan uji stabilitas fisik sediaan krim ekstrak etanol daun sesewanua (*Clerodendron squamatum* Vahl.). *Pharmacon*, 8(2), 261–267. <https://doi.org/10.35799/pha.8.2019.29289>
- Prayitno, S., Kamal, S. E., & AR, N. I. (2024). Efektivitas ekstrak daun andong terhadap kesembuhan luka bakar pada kelinci (*Oryctolagus cuniculus*). *Media Farmasi*, 20(2), 110–118. <https://doi.org/10.32382/mf.v20i2.881>
- Purwasih, R., Endah, S. R. N., & Nofriyaldi, A. (2023). Formulasi dan uji aktivitas sediaan plester hidrogel ekstrak etanol daun randu (*Ceiba pentandra* (L.)

- Gaertn) sebagai antipiretik. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 5(4), 941–952. <https://doi.org/10.25026/jsk.v5i4.1317>
- Putriyani, H., Fitrianingsih, S. P., & Yuniarni, U. (2022). Studi literatur potensi sediaan topikal sarang burung walet (*Aerodramus fuciphagus*) sebagai penyembuh luka. *Bandung Conference Series: Pharmacy*, 2(2), 700–707. <https://doi.org/10.29313/bcsp.v2i2.4545>
- Radhika, P. V., & Kumar, A. (2017). Herbal hydrogel for wound healing: A review. *International Journal of Pharma Research and Health Sciences*, 5(2), 1616–1622. <https://doi.org/10.21276/ijprhs.2017.02.02>
- Rahmayanti, D., & Nuroini, F. (2019). Uji ekstrak akuosa sarang burung walet putih (*Collocalia fuciphaga*) terhadap penyembuhan luka sayat tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang diinduksi *Pseudomonas aeruginosa*. *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus*, 246–251.
- Rajebi, O., Shadrina, A. N., Lestari, D. A., Nieda, B. E., Nopi, S., Muhammad, C. H., & Nia, Y. (2023). Aplikasi hidroksipropil metilselulosa (HPMC) sebagai zat eksipien dalam sistem penghantaran obat. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 5(1), 508–517.
- Ramadani, A., Suhartini, & Anja, M. I. (2023). Efektivitas ekstrak sarang burung walet (*Collocalia fuciphaga*) asal Siwa terhadap udema kulit punggung mencit (*Mus musculus*). *Jurnal Kesehatan Yamas Makassar*, 7(2), 91–101.
- Ramadhani, F., Miratsi, L., & Humaeroh, Z. (2021). Kemampuan swelling hidrogel berbasis PVA/alginat. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*, 149–151.
- Ridho, M. F., Erwin, E., Balqis, U., Hambal, M., Syarfruddin, S., & Adam, M. (2021). Gambaran histopatologi otot femur kelinci (*Lepus* sp.) setelah implan plat logam. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner (JIMVET)*, 5(3), 124–130.
- Rinanto, A. U., Kustanti, N. O. A., & Widigdyo, A. (2018). Pengaruh penggunaan tepung daun belimbing manis (*Averrhoa carambola* L.) sebagai substitusi pakan kelinci terhadap performa kelinci Hyla Hycle. *Jurnal Ilmu Peternakan (Aves)*, 12(1), 9–20. <https://doi.org/10.35457/aves.v12i1.1132>
- Rinawati, R., Agustina, R., & Suhartono, E. (2015). Penyembuhan luka dengan penurunan eritema pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang diberikan getah batang jarak cina (*Jatropha multifida* L.). *Jurnal Berkala Kedokteran*, 11(2), 135–142.
- Rowe, R. C., Sheskey, P. J., & Quinn, M. E. (2009). *Handbook of pharmaceutical excipients* (6th ed.). Pharmaceutical Press.
- Saputra, D. (2023). Tinjauan komprehensif tentang luka bakar dan penanganannya. *Journal Scientific Universitas Andalas Padang*, 2(2), 207–218.
- Sari, N. (2022). Uji aktivitas ekstrak etanol daun sungkai (*Peronema canescens* Jack) terhadap penyembuhan luka bakar pada kelinci putih jantan

(*Oryctolagus cuniculus*) [Skripsi, Universitas Jambi].

- Sarvaiya, J., Kapse, G., Tank, C., & Upadhyay, J. (2012). Formulasi dan evaluasi plester hidrogel topikal mengandung agen anestesi lokal tipe amida. *International Journal for Pharmaceutical Research Scholars (IJPRS)*, 1(5), 164–169.
- Shaikh, N., & Srivastava, R. (2024). A review on transdermal drug delivery through patches. *IP Indian Journal of Clinical and Experimental Dermatology*, 10(2), 113–121. <https://doi.org/10.18231/j.ijced.2024.022>
- Sharun, K., Banu, A. S., Mamachan, M., Subash, A., Karikalan, M., Kumar, R., Vinodhkumar, O. R., Dhama, K., Pawde, A. M., & Amarpal. (2024). Development and characterization of contraction-suppressed full-thickness skin wound model in rabbits. *Tissue and Cell*, 90, Article 102482. <https://doi.org/10.1016/j.tice.2024.102482>
- Shen, Z., Zhang, C., Wang, T., & Xu, J. (2023). Advances in functional hydrogel wound dressings: A review. *Polymers*, 15(9), Article 2000. <https://doi.org/10.3390/polym15092000>
- Sirenden, M. T., Puspita, D., Sihombing, M., Nugrahani, F., & Retnowati, N. (2018). Inovasi pangan lokal untuk mendukung ketahanan pangan. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan dan Riset Teknologi*, 101–106.
- Solfaine, R., Ayu, D., Sari, K., Shagitha, Y., & Widyawati, R. (2021). Perbandingan pemberian minyak kuning telur ayam dan bioplacenton terhadap gambaran histologi kulit. *Jurnal Vitek Bidang Kedokteran Hewan*, 11(1), 6–14.
- Suwito, B. E., Syarifah, M. C., Yasmin, N. F., Husna, A. H. Z., & Bariyah, K. K. (2024). Edukasi penanganan luka bakar untuk menghindari komplikasi masif. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(6), 11276–11281.
- Syamsuri, S. (2021). Formulasi dan evaluasi sediaan plester patch dari ekstrak etanol limbah kulit buah pisang kepok (*Musa acuminata*). *Jurnal Ilmiah JOF*, 7(1), 45–53.
- Utami, S. D. (2021). Pengaruh kombinasi ekstrak etanol 70% biji *Nigella sativa* dan *Trigonella foenum-graecum* terhadap penyembuhan luka bakar *Mus musculus* yang diinduksi streptozotocin. *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, 7(3), 306–312.
- Wijaya, M. S. (2018). *Perawatan luka dengan pendekatan multidisiplin*. CV Andi Offset.
- Windriyati, Y. N., Sholikhah, A., & Muliawati, F. (2016). Pengembangan film transdermal diltiazem HCl tipe matriks dengan kombinasi polimer polivinil alkohol dan etil selulosa serta peningkat penetrasi PEG 400. *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinis*, 13(1), 21–26.
- Yusuf, M., Al-Gizar, Rafliansyah, M., Rorrong, Y., Yudistira, Y., Badaring, D. R., Aswanti, H., & Ayu, S. M. (2022). *Teknik manajemen dan pengelolaan hewan*

- percobaan (Memahami perawatan dan kesejahteraan hewan percobaan)* (A. Mu'nisa, O. Jumadi, M. Junda, M. W. Caronge, & H. H. Putera, Eds.). Jurusan Biologi FMIPA UNM.
- Zahra, E. H. R., WS, S. H., & Maifritrianti. (2017). Aktivitas penyembuhan luka bakar fraksi ekstrak etanol 96% daun cocor bebek (*Kalanchoe pinnata* [Lam.] Pers). *Farmasains*, 4(1), 1–7.
- Zuria, M., & Meilani, D. (2022). Formulasi dan uji aktivitas antipiretik plester hidrogel ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera*). *Journal of Health and Medical Science*, 1(2), 58–68.