

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Daun Binahong

1. Klasifikasi Tanaman

Binahong (*Anredera cordifolia*) merupakan salah satu tanaman yang banyak ditemukan di Indonesia dan dikenal memiliki manfaat sebagai obat, terutama dalam mempercepat proses penyembuhan luka. Tanaman ini sering dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional karena kandungan senyawa aktifnya yang berkhasiat untuk mendukung proses regenerasi jaringan dan perawatan kesehatan (Hidayat *et al.*, 2019). Nama lain tanaman binahong antara lain *Boussingaultia gracilis* Miers, *Boussingaultia cordifolia*, *Boussingaultia baselloides* (Janti Sudiono, G. Melisa Gunawan, 2014). Dalam klasifikasi ilmiahnya, tanaman ini memiliki susunan sebagai berikut:



Gambar 1. Daun Binahong (Sumber Internet)

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Angiosperms
Kelas	: Eudicots
Ordo	: Caryophyllales
Famili	: Basellaceae
Genus	: <i>Anredera</i>
Spesies	: <i>Anredera cordifolia</i>

2. Morfologi Tanaman

Tanaman binahong (*Anredera cordifolia*) memiliki ciri-ciri daun tunggal dengan tangkai yang sangat pendek atau disebut subsesil, dan tersusun secara berselang-seling. Daunnya berwarna hijau, berbentuk jantung (cordata), dengan ukuran panjang sekitar 5–10 cm dan lebar 3–7 cm (Dadiono & Andayani, 2022). Ujung daunnya meruncing, pangkal

berlekuk, tepi daun rata, serta memiliki permukaan yang licin. Helaian daun binahong tipis, lemas, dan memiliki pola pertulangan menyirip. Daun ini dapat dikonsumsi dan sering dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional untuk berbagai kondisi kesehatan (Sanjaya *et al.*, 2021).

3. Manfaat Tanaman

Daun binahong (*Anredera cordifolia*) dikenal luas dalam pengobatan tradisional karena memiliki berbagai khasiat. Senyawa bioaktif yang terkandung dalam daun binahong, seperti flavonoid, saponin, dan tanin, memberikan berbagai manfaat kesehatan. Flavonoid berfungsi sebagai antiinflamasi, sementara saponin memiliki sifat antiseptik yang mencegah pertumbuhan mikroorganisme pada luka dan merangsang pembentukan kolagen. Tanin, di sisi lain, membantu mengecilkan pori-pori kulit serta mencegah infeksi. Selain itu, daun binahong digunakan dalam pengobatan luka bakar, tifus, radang usus, sariawan, keputihan, pembengkakan hati, dan juga berfungsi untuk meningkatkan daya tahan tubuh (Rahayu *et al.*, 2023).

4. Kandungan Kimia Tanaman

Daun binahong (*Anredera cordifolia*) diketahui mengandung berbagai senyawa kimia bioaktif yang mendukung khasiat terapeutiknya. Berdasarkan hasil skrining fitokimia, ekstrak etanol daun binahong mengandung senyawa seperti flavonoid, saponin, alkaloid, triterpenoid dan tanin (Samirana *et al.*, 2017). Flavonoid memiliki sifat antioksidan yang dapat mengurangi peradangan dan mempercepat penyembuhan luka, sedangkan saponin berfungsi sebagai antibakteri dan antiinflamasi yang juga dapat membantu meningkatkan system kekebalan tubuh. Triterpenoid memiliki sifat antiinflamasi, antimikroba yang dapat mempercepat penyembuhan luka. Tanin berperan sebagai astrigen (zat yang dapat mengencangkan kulit, mengecilkan jaringan, mengurangi pendarahan, dan mempercepat proses penyembuhan luka) dan dapat membantu mempercepat penyembuhan luka dengan menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen. Selain itu, alkaloid dalam daun binahong diketahui memiliki sifat antimikroba dan analgesik yang mendukung perannya dalam mengurangi rasa nyeri. Sementara itu, penelitian lain menemukan bahwa ekstrak daun binahong juga mengandung senyawa fenol, alkaloid, dan saponin. Kandungan senyawa-senyawa tersebut berperan penting dalam memberikan aktivitas antiinflamasi, antibakteri, dan antioksidan, yang mendukung

efektivitas daun binahong dalam pengobatan tradisional dan medis (Anjani, 2022).

B. Tanaman Daun Jarak Pagar

1. Klasifikasi Tanaman

Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) adalah tanaman dari keluarga Euphorbiaceae yang banyak ditemukan di daerah tropis. Tanaman ini terkenal akan kemampuan alaminya dalam membantu penyembuhan luka serta memiliki potensi besar sebagai tanaman obat. Kombinasi berbagai komponen bioaktif di dalamnya menciptakan efek sinergis, menjadikannya pilihan yang efektif dan alami untuk perawatan kulit sekaligus mempercepat proses regenerasi jaringan pada luka (Bawotong *et al.*, 2020). Tanaman jarak pagar memiliki klasifikasi ilmiah sebagai berikut:



Gambar 2. Daun Jarak Pagar (Sumber Internet)

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Rosidae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Genus	: <i>Jatropha</i>
Spesies	: <i>Jatropha curcas</i> L.

2. Morfologi Tanaman

Jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) merupakan tanaman perdu yang dapat tumbuh hingga mencapai ketinggian 1-7 meter. Batang tanaman ini biasanya tegak, berwarna abu-abu atau coklat, memiliki tekstur kasar dan beralur serta pada batang mengeluarkan getah seperti lateks yang

berwarna putih atau kekuning-kuningan (Sinaga, 2000). Cabangnya tumbuh tidak beraturan, sementara batangnya berkayu, berbentuk silindris, dan mengeluarkan getah saat mengalami luka (Riani, 2018).

Daun jarak pagar memiliki ukuran lebar dengan bentuk jantung atau bulat telur melebar. Panjang dan lebarnya berkisar antara 5-15 cm. Helai daun memiliki torehan dengan lekukan yang membentuk 5-7 lobus, sementara ujungnya meruncing. Daun tersusun secara selang-seling pada batang, dengan tangkai daun yang berukuran sekitar 4-15 cm (Hambali, 2007). Bunga dari *Jatropha curcas* berwarna kuning atau hijau muda, berukuran kecil, dan tumbuh dalam bentuk malai. Buahnya memiliki bentuk lonjong dengan kulit yang keras, dan di dalamnya terdapat biji yang kaya akan kandungan minyak. Tanaman ini memiliki sistem perakaran yang kuat, terdiri dari akar tunggang yang dalam dan akar serabut yang berkembang di sekitar pangkal batang.

3. Manfaat Tanaman

Daun jarak pagar (*Jatropha curcas*) dikenal sebagai tanaman obat yang memiliki berbagai manfaat kesehatan. Salah satu kegunaan utamanya adalah untuk meredakan perut kembung pada bayi. Secara tradisional, daun jarak dipanaskan, kemudian diolesi dengan minyak kayu putih dan ditempelkan di perut bayi. Penelitian yang dipublikasikan dalam Jurnal Ners menunjukkan bahwa terapi ini efektif dalam mengurangi gejala perut kembung. Hal ini disebabkan oleh sifat antiinflamasi dan efek hangat dari daun jarak yang membantu melancarkan sirkulasi udara di dalam perut bayi (Riani, 2018).

Selain itu, daun jarak pagar memiliki potensi yang besar sebagai agen penyembuhan luka. Senyawa bioaktif seperti flavonoid, saponin, dan tanin yang terkandung dalam daun jarak terbukti memiliki sifat antimikroba, yang berfungsi menghambat pertumbuhan bakteri pada luka. Penelitian yang dipublikasikan dalam Jurnal Teknologi menyatakan bahwa ekstrak daun jarak dapat mempercepat proses regenerasi jaringan kulit serta mengurangi risiko infeksi pada luka terbuka. Senyawa-senyawa ini bekerja secara sinergis untuk meningkatkan proses penyembuhan luka secara efektif (Tambaru *et al.*, 2020).

4. Kandungan Kimia Tanaman

Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas*) dikenal kaya akan senyawa kimia yang bermanfaat dalam bidang kesehatan dan industri. Salah satu kandungan utamanya adalah flavonoid, senyawa polifenol

dengan sifat antioksidan yang mampu melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas. Flavonoid yang terdapat pada daun jarak pagar memiliki potensi sebagai anti-inflamasi dan anti-kanker, sehingga sering dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional (Hanafis *et al.*, 2020).

Selain itu, daun jarak pagar juga mengandung alkaloid dan tannin. Alkaloid, yang merupakan senyawa nitrogen, sering digunakan untuk keperluan farmakologis, sementara tannin dikenal dengan sifat astringent-nya yang bermanfaat untuk mengatasi gangguan pencernaan seperti diare. Tidak hanya itu, daun jarak pagar juga mengandung senyawa lain, seperti saponin, fenol, dan steroid, yang turut memberikan kontribusi terhadap aktivitas biologisnya. Berbagai kandungan tersebut menjadikan tanaman ini memiliki potensi besar untuk pengobatan herbal dan aplikasi industri (Titalianingtyas & Ratnasari, 2023).

C. Kandungan Kimia Penyembuhan Luka Sayat dari Tanaman

Kedua tanaman daun binahong (*Androdera cordifolia*) dan daun jarak pagar (*Jatropha curcas*) memiliki kandungan kimia yang berpotensi untuk mendukung proses penyembuhan luka. Berikut adalah kandungan kimia yang relevan untuk penyembuhan luka sayat:

1. Saponin

Saponin adalah senyawa dengan sifat antimikroba yang dapat mempercepat penyembuhan luka melalui peningkatan regenerasi sel. Daun binahong (*Anredera cordifolia*) diketahui mengandung saponin yang berperan dalam proses penyembuhan luka (Setyowati *et al.*, 2020). Demikian pula, daun jarak pagar (*Jatropha curcas*) memiliki kandungan saponin yang memberikan efek serupa dalam mendukung penyembuhan luka (Kaban *et al.*, 2024).

2. Tanin

Tanin adalah senyawa polifenol yang bersifat astringen, membantu mengurangi peradangan dan mempercepat penyembuhan luka. Daun binahong (*Anredera cordifolia*) mengandung tanin yang efektif dalam mengatasi infeksi dan mempercepat proses penyembuhan luka (Rahayu *et al.*, 2023). Demikian pula, daun jarak pagar (*Jatropha curcas*) memiliki kandungan tanin yang berfungsi mengurangi peradangan dan mempercepat penyembuhan luka (Bawotong *et al.*, 2020).

3. Flavonoid

Flavonoid adalah senyawa polifenol yang memiliki sifat antioksidan dan antiinflamasi, berperan dalam melindungi jaringan dari kerusakan. Daun binahong (*Anredera cordifolia*) mengandung flavonoid yang berkontribusi terhadap efek antiinflamasi dan perlindungan jaringan (Rahayu *et al.*, 2023). Demikian pula, daun jarak pagar (*Jatropha curcas*) mengandung flavonoid yang mendukung proses penyembuhan luka melalui mekanisme serupa (Bawotong *et al.*, 2020).

4. Terpenoid

Terpenoid adalah senyawa yang memiliki sifat antimikroba dan mampu mempercepat regenerasi sel, sehingga efektif dalam mendukung proses penyembuhan luka. Daun jarak pagar (*Jatropha curcas*) mengandung terpenoid yang berkontribusi pada regenerasi jaringan, membantu mempercepat penyembuhan luka (Bawotong *et al.*, 2020). Demikian pula, daun binahong (*Anredera cordifolia*) juga kaya akan terpenoid yang berperan penting dalam mempercepat pemulihan luka (Hilmi *et al.*, 2025).

D. Simplisia

1. Pengertian Simplisia

Simplisia adalah bahan alami yang digunakan sebagai obat. Simplisia biasanya terdiri dari bahan yang telah dikeringkan, kecuali dinyatakan lain. Tiga kategori simplisia berbeda: simplisia nabati, simplisia hewani, dan simplisia mineral atau pelikan (Depkes RI, 1985). Bahan baku simplisia dan proses pembuatannya adalah dua komponen yang mempengaruhi kualitas simplisia (Gunawan, 2004).

2. Pengumpulan Simplisia

Pada saat pengumpulan, simplisia diharapkan bebas dari campuran dengan bahan lain. Untuk mengumpulkan simplisia, perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut, yaitu bagian tanaman yang akan dipanen, umur tanaman, waktu panen dan kondisi khusus pada tanaman, misalnya pemanenan daun yang dilakukan sewaktu daun masih muda atau tua (Dalimartha, 2013).

3. Perajangan Simplisia

Tujuan dari perajangan simplisia adalah untuk membuat proses pengepakan, penggilingan, dan pengeringan lebih mudah. Tanaman yang baru dipanen harus dijemur dalam keadaan utuh selama satu hari sebelum dirajang. Proses perajangan dapat dilakukan dengan

menggunakan pisau atau mesin perajang khusus untuk membuat potongan atau irisan tipis dengan ukuran yang diinginkan (Depkes RI, 1985). Untuk memastikan bahwa bahan yang digunakan dapat diolah dengan baik dan menghasilkan produk yang berkualitas tinggi, prinsip perajangan simplisia sangat penting.

4. Pengeringan Simplisia

Pengeringan simplisia bertujuan agar simplisia lebih tahan lama dan tidak mudah rusak. Proses ini dilakukan dengan mengurangi kadar air dan menghentikan aktivitas enzimatik, sehingga kualitas simplisia tetap terjaga dan kerusakan dapat dicegah. Selama proses pengeringan, penting untuk memperhatikan suhu, kelembaban udara, aliran udara, lama pengeringan, serta luas permukaan bahan. Selama proses pengeringan simplisia, penting untuk memperhatikan faktor-faktor tersebut agar diperoleh simplisia kering yang tidak mudah rusak saat disimpan. Pengeringan yang tidak tepat dapat menyebabkan "*Face Hardening*" yaitu kondisi di mana bagian luar bahan terlihat kering, tetapi bagian dalamnya masih basah. Hal ini dapat terjadi karena irisan simplisia terlalu tebal, suhu pengeringan terlalu tinggi, atau penguapan air dari permukaan berlangsung jauh lebih cepat dibandingkan difusi air dari dalam ke permukaan. Akibatnya, permukaan bahan menjadi keras, menghambat proses pengeringan lebih lanjut, dan berpotensi menyebabkan kerusakan atau pembusukan pada bagian dalam simplisia (Depkes RI, 1985).

Penggunaan oven, penjemuran di bawah sinar matahari, atau diangin-anginkan dapat digunakan untuk mengeringkan; kecuali dinyatakan lain, suhu pengeringan dalam oven tidak boleh lebih dari 60°C (Kemenkes, 2017). Simplisia dengan senyawa aktif yang sensitif terhadap panas atau mudah menguap harus dikeringkan pada suhu rendah, misalnya 30 hingga 45°C. Metode pengeringan vakum, di mana tekanan udara dalam ruang atau lemari pengeringan dikurangi, merupakan pilihan alternatif (Depkes RI, 1985).

5. Penyimpanan Simplisia

Dalam penyimpanan simplisia, perlu diperhatikan berbagai hal yang dapat menyebabkan kerusakan, seperti metode pengepakan, pembungkusan dan pewadahan, kondisi gudang, proses sortasi dan pemeriksaan mutu, serta cara pengawetan. Faktor utama yang menyebabkan kerusakan simplisia adalah air dan kelembaban. Agar dapat disimpan dalam waktu lama, simplisia harus dikeringkan hingga

kandungan airnya cukup rendah untuk mencegah kerusakan yang merugikan (Depkes RI, 1985).

E. Ekstraksi

1. Pengertian Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan komponen tertentu dari campurannya menggunakan pelarut yang sesuai, berdasarkan perbedaan kelarutan komponen-komponen dalam campuran tersebut. Proses ini bertujuan untuk memperoleh zat aktif atau senyawa spesifik dari bahan alam, seperti tumbuhan atau hewan, yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, termasuk farmasi dan industri pangan (Mukhtarini, 2014). Ekstrak adalah sediaan kering, kental atau cair dibuat dengan menyari simplisia nabati menurut cara yang cocok, diluar pengaruh cahaya matahari langsung (Kemenkes RI, 2017).

2. Metode Ekstraksi

2.1 Maserasi. Maserasi adalah metode ekstraksi yang dilakukan dengan merendam serbuk simplisia dalam pelarut organik pada suhu kamar tanpa pemanasan. Proses ini memungkinkan pelarut menembus dinding sel tumbuhan, sehingga senyawa aktif terlarut dan dapat dipisahkan. Maserasi sering digunakan untuk mengekstraksi senyawa yang tidak tahan panas, karena metode ini menghindari risiko kerusakan komponen termolabil. Keuntungan lain dari maserasi adalah prosedurnya yang sederhana dan tidak memerlukan peralatan kompleks. Namun, kelemahannya termasuk waktu ekstraksi yang relatif lama dan kebutuhan volume pelarut yang lebih banyak dibandingkan metode lain (Handoyo, 2020).

2.2 Soxhletasi. Soxhletasi adalah metode ekstraksi yang melibatkan pemanasan dan perendaman sampel secara berulang menggunakan pelarut organik. Dalam proses ini, sampel ditempatkan dalam alat Soxhlet, dan pelarut dipanaskan hingga menguap, kemudian uap tersebut dikondensasikan kembali sehingga menetes melalui sampel, melarutkan komponen yang diinginkan. Siklus ini berulang hingga ekstraksi mencapai tingkat yang optimal (Pargiyanti, 2019). Keuntungan soxhletasi adalah proses ekstraksi berlangsung secara kontinu, dan sampel diekstraksi menggunakan pelarut murni hasil kondensasi. Namun, kerugiannya adalah senyawa yang dihasilkan berisiko terurai karena ekstrak kental yang diperoleh telah melewati suhu titik didih (BPOM RI, 2013).

2.3 Digesti. Metode digesti merupakan teknik ekstraksi senyawa dari bahan padat dengan memanaskan bahan tersebut dalam pelarut dengan suhu 40-50°C, sering kali ditambah asam atau basa, untuk merusak struktur seluler dan melarutkan komponen yang diinginkan. Proses ini umumnya dilakukan pada suhu tinggi dalam jangka waktu tertentu, sehingga memungkinkan senyawa yang terikat dalam matriks bahan untuk terlepas dan larut dalam pelarut (BPOM RI, 2013).

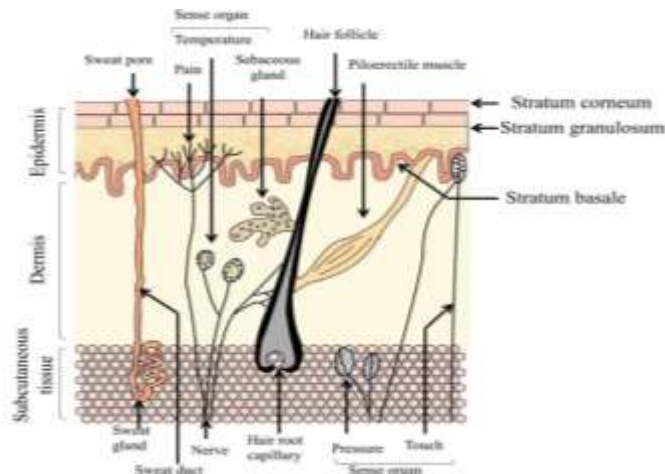
2.4 Perkolasi. Perkolasi adalah proses ekstraksi yang dilakukan pada suhu ruangan dengan menggunakan pelarut yang selalu diganti. Prinsip kerja perkolasi adalah dengan memasukkan simplisia ke dalam percolator, kemudian pelarut dialirkan dari atas melalui simplisia sehingga zat yang terlarut mengalir ke bawah dan dikumpulkan (Tutik *et al.*, 2022). Keuntungan dari metode ini adalah sampel terus-menerus dialiri pelarut yang baru. Namun, kerugiannya adalah jika sampel dalam perkolator tidak merata, pelarut akan kesulitan untuk menjangkau seluruh area. Selain itu, metode ini juga memerlukan banyak pelarut dan waktu yang cukup lama (Mukhtarini, 2014).

2.5 Refluk. Refluks adalah proses ekstraksi menggunakan pelarut pada suhu titik didihnya, dengan waktu yang ditentukan dan jumlah pelarut terbatas yang tetap konstan, dilengkapi dengan pendingin balik. Proses ini biasanya diulang pada residu pertama hingga 3-5 kali untuk mencapai ekstraksi yang sempurna. Refluks adalah metode ekstraksi yang dibantu oleh pemanasan, dan efektif untuk mengekstraksi senyawa tahan panas seperti andrografolid (Laksmiani *et al.*, 2017).

F. Kulit

1. Pengertian Kulit

Kulit merupakan lapisan terluar tubuh manusia dengan luas mencapai 1,5-2 m² jika direntangkan. Meskipun bukan organ yang spesifik, kulit memiliki fungsi vital yang tidak bisa diabaikan. Sebagai lapisan pelindung utama, kulit melindungi organ tubuh bagian dalam dari mikroorganisme patogen, bahan kimia berbahaya, dan radiasi ultraviolet. Selain itu, kulit berperan dalam menjaga integritas tubuh, mengatur suhu, memberikan sensasi, dan membantu produksi vitamin D (Eni, 1967).



Gambar 3. Struktur kulit (Haque & Talukder, 2018).

2. Struktur Kulit

Kulit terdiri dari dua lapisan utama, yaitu epidermis dan dermis. Epidermis adalah jaringan epitel yang berasal dari ektoderm, sedangkan dermis merupakan jaringan ikat padat yang berasal dari mesoderm. Di bawah dermis terdapat hipodermis, yaitu lapisan jaringan ikat longgar yang pada beberapa area terutama terdiri atas jaringan lemak (Kalangi, 2014).

2.1 Epidermis. Epidermis adalah lapisan terluar kulit yang terdiri dari epitel berlapis gepeng dengan lapisan tanduk. Lapisan ini hanya terdiri dari jaringan epitel tanpa pembuluh darah atau limfa, sehingga semua nutrisi dan oksigen diperoleh dari kapiler yang berada di lapisan dermis. Epidermis berfungsi sebagai penghalang dan melindungi lapisan di bawahnya. Sel-sel di epidermis terus-menerus diperbarui. Epidermis terbagi menjadi lima lapisan, yaitu dari dalam ke luar: stratum basal, stratum spinosum, stratum granulosum, stratum lusidum, dan stratum korneum (Kalangi, 2014).

2.2 Dermis. Dermis adalah lapisan kulit yang terletak di antara epidermis dan hipodermis. Lapisan ini mengandung pembuluh darah, pembuluh limfa, saraf, serta struktur lain seperti folikel rambut dan kelenjar keringat. Dermis terdiri dari dua komponen utama, yaitu elastin dan kolagen, yang diproduksi oleh fibroblas (Eni, 1967).

2.3 Hipodermis. Hipodermis (jaringan subkutan) adalah lapisan yang terletak tepat di bawah dermis dan di atas fascia. Lapisan ini terdiri dari jaringan ikat yang kaya akan pembuluh darah serta jaringan adiposa. Fungsinya adalah untuk memberikan insulasi dan bantalan pada integument (Eni, 1967).

G. Luka

1. Pengertian Luka

Luka adalah kondisi di mana pembuluh darah, saraf, otot, kulit, dan jaringan lunak lainnya mengalami kerusakan atau terputus. Luka terbuka berisiko terkontaminasi oleh kuman penyebab infeksi, karena kulit yang robek tidak lagi berfungsi sebagai pelindung tubuh (Purnama *et al.*, 2017). Luka terbagi menjadi dua jenis, yaitu luka luar dan luka dalam. Luka luar ditandai dengan kemerahan pada kulit, keluarnya darah akibat pecahnya pembuluh darah, rasa nyeri, serta robeknya area yang terluka (Nia Laurenza Sitohang & Untung Sudharmono, 2020). Luka dalam ditandai dengan rasa nyeri, pembengkakan, dan munculnya bekas keunguan pada area tubuh yang terkena. Luka ini biasanya terjadi pada bagian tubuh bagian dalam, seperti kasus patah tulang atau terkilir (Anjarwati *et al.*, 2022).

Luka terbuka yang disebut goresan merupakan jenis cedera pada jaringan kulit yang disebabkan oleh benda tajam seperti logam, kaca, atau peralatan makan. Berbeda dari goresan yang biasanya memiliki tepi tidak rata, luka ini cenderung memiliki batas yang halus dan rapi. Ketika benda tajam memotong kulit, serat kolagen serta jaringan lain di bawahnya mengalami kerusakan, sehingga memicu proses perlukaan. Pendarahan yang terjadi dapat bervariasi, dari ringan hingga berat, tergantung pada kedalaman serta lama waktu penyembuhan luka, karena pembuluh kapiler di lapisan dermis ikut terpotong. Selain itu, luka ini berisiko mengalami infeksi jika tidak dibersihkan dan dirawat dengan baik, sebab benda tajam yang menyebabkannya mungkin membawa kuman atau bakteri (Kaban *et al.*, 2024)

2. Penyembuhan Luka

Untuk mengembalikan integritas dan fungsi jaringan setelah cedera, penyembuhan luka adalah proses yang dinamis dan kompleks. Peradangan, proliferasi, dan remodeling jaringan adalah tiga tahap proses yang saling berhubungan dan dapat terjadi sekaligus. Mengembalikan fungsi kulit yang optimal adalah tujuan utama perbaikan luka kulit (Kalangi, 2014).

Proses penyembuhan luka terdiri dari tiga fase, yaitu fase awal, fase intermediate, dan fase lanjut. Setiap fase memiliki proses biologis dan peran sel yang berbeda. Pada fase awal, terjadi hemostasis, di mana pembuluh darah yang terputus dihentikan melalui reaksi vasokonstriksi untuk memulihkan aliran darah, serta inflamasi yang berfungsi

membuang jaringan rusak dan mencegah infeksi bakteri. Fase intermediate melibatkan proliferasi sel mesenkim, epitelialisasi, angiogenesis, kontraksi luka, dan sintesis kolagen. Sedangkan pada fase lanjut, berlangsung proses pembentukan dan remodeling luka (Suryadi *et al.*, 2013).

2.1 Fase Inflamasi. Fase inflamasi adalah tahap awal dalam proses penyembuhan luka yang berlangsung sejak terjadinya cedera hingga hari kelima. Pada fase ini, terjadi konstiksi dan retraksi pembuluh darah yang rusak, disertai reaksi hemostasis berupa agregasi trombosit dan pembentukan jala fibrin untuk mencegah kehilangan darah lebih lanjut. Trombosit melepaskan sitokin dan mediator inflamasi seperti TGF- β 1, yang memicu respons inflamasi. Selanjutnya, vasodilatasi memungkinkan akumulasi leukosit di area luka, yang berperan dalam membersihkan debris dan mencegah infeksi. Ciri khas fase inflamasi meliputi pembengkakan (tumor), kemerahan (rubor), nyeri (dolor), panas (color), dan gangguan fungsi (functio laesa) (Naziyah *et al.*, 2022). Tahap inflamasi ditandai dengan munculnya edema, ekimosis, kemerahan, dan rasa nyeri. Proses inflamasi ini terjadi akibat mediasi oleh sitokin, kemokin, faktor pertumbuhan, serta interaksinya dengan reseptor (Suryadi *et al.*, 2013).

2.2 Fase Poliferasi. Fase proliferasi adalah tahap kedua dalam proses penyembuhan luka, berlangsung dari hari ketiga hingga tiga minggu pasca cedera. Pada fase ini, terjadi pembentukan jaringan granulasi yang terdiri dari fibroblas, sel inflamasi, pembuluh darah baru, fibronectin, dan asam hialuronat. Fibroblas berperan penting dengan memproduksi kolagen yang menyatukan tepi luka, sementara angiogenesis membentuk kapiler baru untuk memasok oksigen dan nutrisi. Selain itu, epitelialisasi terjadi melalui migrasi keratinosit dari jaringan sekitar untuk menutupi permukaan luka. Proses-proses ini bekerja secara sinergis untuk mengisi ruang luka dan memulihkan integritas jaringan yang rusak (Naziyah *et al.*, 2022).

2.3 Fase Remodelling. Fase remodelling atau fase pematangan, merupakan tahap akhir dalam proses penyembuhan luka yang dapat berlangsung selama beberapa bulan hingga lebih dari satu tahun. Pada fase ini, serat kolagen yang sebelumnya disusun secara acak mengalami reorganisasi, penguatan, dan penyelarasan sesuai dengan garis tegangan jaringan, sehingga meningkatkan kekuatan tarik luka. Kolagen tipe III yang diproduksi pada fase sebelumnya digantikan oleh kolagen tipe I

yang lebih kuat. Selain itu, terjadi penurunan jumlah sel inflamasi dan pembuluh darah yang berlebihan, mengembalikan jaringan ke keadaan yang lebih mendekati normal. Proses remodeling ini menghasilkan jaringan parut yang lebih tipis, elastis, dan fungsional, meskipun tidak sepenuhnya sama dengan jaringan asli sebelum cedera (Ricardo & Oktariana, 2024).

H. Gel

1. Pengertian Gel

Gel adalah sediaan semipadat yang terdiri dari partikel anorganik kecil atau molekul organik besar yang terdispersi dalam suatu cairan (Sayuti, 2015). Dalam formulasi farmasi dan kosmetik, gel sering digunakan sebagai media penghantar obat atau zat aktif lainnya. Pemilihan agen pembentuk gel (gelling agent) yang tepat, seperti polimer alami atau sintesis, sangat penting untuk memastikan stabilitas fisik dan efektivitas sediaan gel. Keunggulan gel meliputi kemampuan untuk memberikan sensasi dingin saat diaplikasikan, tidak lengket, dan mudah dicuci dengan air. Selain itu, gel dapat meningkatkan penyerapan zat aktif melalui kulit, menjadikannya pilihan populer dalam berbagai aplikasi topikal (Agustiani *et al.*, 2022).

2. Klasifikasi Gel

Sediaan gel dapat dibedakan berdasarkan beberapa klasifikasi, termasuk sifat fase koloid, jenis pelarut, dan struktur. Berdasarkan sifat fase koloidnya, gel dapat dibagi menjadi gel fase tunggal, yang terdiri dari makromolekul organik yang terdispersi secara merata dalam cairan, membentuk sistem homogen tanpa batas yang jelas, serta gel sistem dua fase, yang terdiri dari partikel kecil terpisah dan sering disebut magma jika ukuran partikel terdispersinya cukup besar. Berdasarkan jenis pelarut, gel terbagi menjadi hidrogel, yang menggunakan air sebagai pelarut utama seperti pada gel berbasis air untuk farmasi dan kosmetik, serta organogel, yang memanfaatkan pelarut organik seperti minyak atau lemak. Dari segi struktur, gel dapat memiliki bentuk kumparan acak, heliks, batang, atau pola seperti bangunan kartu (H & Mathew, 2015)

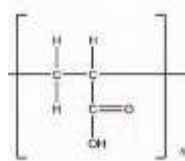
3. Syarat Sediaan Gel

Sediaan gel harus memenuhi beberapa syarat untuk memastikan efektivitas dan kenyamanan penggunaannya. Pertama, gel harus memiliki konsistensi semi-padat yang memungkinkan aplikasi mudah dan tidak lengket pada kulit. Kedua, gel harus transparan atau jernih saat

diaplikasikan, memberikan penampilan yang bersih dan estetik. Ketiga, gel harus mudah dibersihkan dengan air mengalir, memastikan kenyamanan bagi pengguna. Keempat, gel harus memberikan sensasi dingin saat dioleskan, meningkatkan kenyamanan dan efek terapeutik. Kelima, gel harus memiliki pH yang sesuai dengan kulit, biasanya dalam rentang 4,5 hingga 6,5, untuk mencegah iritasi. Keenam, gel harus homogen, tanpa partikel kasar yang dapat menyebabkan iritasi atau ketidaknyamanan. Ketujuh, gel harus memiliki daya sebar yang baik, memungkinkan distribusi merata pada area yang diobati. Kedelapan, gel harus stabil secara fisik dan kimiawi selama masa simpan, memastikan efektivitas dan keamanan produk. Terakhir, gel harus kompatibel dengan bahan aktif yang terkandung di dalamnya, memastikan tidak terjadi interaksi yang merugikan (H & Mathew, 2015).

I. Monografi Bahan

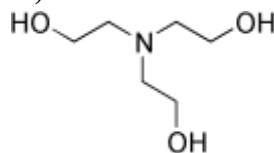
1. Carbopol



Gambar 4. Struktur Carbopol (Goel et al., 2023).

Nama lain dari carbopol adalah critamer, acrylic acid polymer, carbomer, atau carboxyvinyl polymer. Carbopol umumnya digunakan dalam formulasi cair atau semisolid, terutama di bidang farmasi, sebagai agen pengental atau pensuspensi. Carbopol berbentuk serbuk halus berwarna putih, bersifat asam, higroskopis, dan memiliki sedikit bau khas. Zat ini larut dalam air, etanol 95%, dan gliserin, serta mampu terdispersi dalam air untuk membentuk larutan koloid dengan sifat asam dan daya rekat rendah. Carbopol 940 NF memiliki viskositas antara 40.000-60.000 cP, menjadikannya bahan pengental yang sangat baik dengan viskositas tinggi dan mampu menghasilkan gel transparan (Rowe et al., 2020).

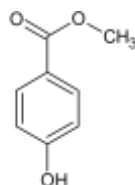
2. Trietanolamine (TEA)



Gambar 5. Struktur Trietanolamin (Goel et al., 2023).

Trietanolamin adalah cairan jernih, kental, sedikit berbau amoniak, dengan warna yang tidak berwarna hingga kuning pucat. Zat ini larut dalam metanol, air, dan aseton. Trietanolamin digunakan sebagai bahan pengemulsi dan merupakan senyawa sabun karena dapat terbentuk melalui reaksi dengan asam lemak, serta produk trietanol teknis biasanya mengandung 10–15% dietanolamin dan 5% monoetanolamin. Trietanolamin sangat higroskopis dan dapat berubah warna menjadi coklat jika terkena cahaya langsung atau terpapar udara (Goel *et al.*, 2023).

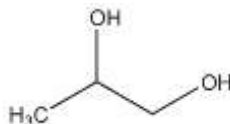
3. Metilparaben



Gambar 6. Struktur Metilparaben (Goel *et al.*, 2023).

Metil paraben berbentuk serbuk mikrokristalin putih, tidak berbau, dan tidak memiliki rasa. Sebagai pengawet, metil paraben berfungsi mencegah pembusukan akibat bakteri dan jamur dengan efektivitas optimal pada rentang pH 4-8. Dalam formulasi topikal, metil paraben biasanya digunakan dalam konsentrasi 0,02-0,3% dan larut dalam air panas, etanol, serta methanol (Goel *et al.*, 2023).

4. Propilenglikol



Gambar 7. Struktur Prpilenglikol (Goel *et al.*, 2023).

Propilen glikol memiliki rumus kimia $C_3H_8O_2$ dengan berat molekul 76,09 g/mol. Zat ini berbentuk cairan bening, kental, tidak berbau, memiliki rasa manis, dan mudah larut dalam aseton, kloroform, etanol 95%, gliserin, serta air. Propilen glikol digunakan sebagai pelarut obat parenteral, pengawet, antibakteri, pelembab, plasticizer, dan stabilizer. Dibandingkan dengan gliserin, propilen glikol lebih unggul karena dapat melarutkan berbagai bahan sekaligus menahan penyerapan air dalam formulasi. Sebagai pelembab, propilen glikol digunakan pada konsentrasi 15% (Goel *et al.*, 2023).

5. Aquadest

Aquadest merupakan air hasil proses distilasi yang bebas dari zat pengotor, sehingga memiliki sifat murni. Air ini berwarna jernih,

transparan, tidak berbau, dan tidak memiliki rasa. Aquadest digunakan sebagai bahan baku serta pelarut dalam pembuatan berbagai produk farmasi. Untuk aplikasi tertentu, aquadest dapat digunakan dengan konsentrasi hingga 100% (Goel *et al.*, 2023).

J. Kelinci

1. Klasifikasi Kelinci

Kelinci adalah hewan mamalia dari famili Leporidae yang tersebar di berbagai belahan dunia. Kelinci berkembang biak dengan cara melahirkan, yang disebut vivipar. Dahulu, hewan ini merupakan hewan liar yang hidup di Afrika hingga Eropa. Pada tahun 1912, kelinci diklasifikasikan dalam ordo Lagomorpha, yang terbagi menjadi dua famili, yaitu Ochtonidae dan Leporidae. Kata "kelinci" berasal dari Bahasa Belanda, yaitu “konijntje”, yang berarti "anak kelinci," menunjukkan bahwa masyarakat Nusantara mulai mengenal kelinci pada masa kolonial (Yusuf *et al.*, 2022). Klasifikasi kelinci sebagai berikut:



Gambar 8. Kelinci (Sumber Internet)

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Kelas	: Mammalia
Ordo	: Legomorpha
Family	: Leporidae
Genus	: Oryctogalus
Spesies	: <i>Oryctogalus cuniculus</i>

2. Morfologi Kelinci

Morfologi kelinci *New Zealand White* menunjukkan adaptasi fisik yang membantu mereka bertahan hidup di berbagai lingkungan. Kelinci *New Zealand White* memiliki keunggulan berupa pertumbuhan yang cepat, sehingga sangat cocok dijadikan hewan percobaan di

laboratorium. Tubuh kelinci umumnya kecil, dengan panjang antara 40 hingga 50 cm dan berat sekitar 1,5 hingga 2,5 kg. Ciri khas kelinci adalah telinga panjang yang bisa mencapai 10 cm, berfungsi untuk mendeteksi predator dari jarak jauh serta membantu mengatur suhu tubuh. Kaki belakang kelinci yang panjang dan kuat memungkinkannya melompat dengan cepat untuk menghindari ancaman, sementara kaki depan yang lebih pendek digunakan untuk menggali liang sebagai tempat berlindung. Tubuh kelinci dilapisi bulu halus dan lebat, dengan warna yang bervariasi seperti hitam, abu-abu, coklat, hitam putih, dan lainnya. Mata kelinci memiliki warna kemerahan dan bentuk bulat menonjol. Hidungnya berbentuk silindris, dan di bagian depan mulutnya terdapat gigi seri yang digunakan untuk memotong atau mengunyah rumput (Yusuf *et al.*, 2022).

Lidah kelinci memiliki bentuk pipih memanjang dengan puncak dan tepi yang bulat ketika dilihat dari dekat. Lidah berukuran 5,3 cm panjang, 4,5 cm lebar pada bagian bebas, 5 cm pada tonjolan lingual, dan 4,8 cm pada akar lidah. Anterior, tengah, dan posterior membentuk lidah. Lidah juga memiliki punggung, perut, dan dua permukaan lateral (Abumandour, 2014).

3. Habitat Kelinci

Habitat kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) sangat beragam, mulai dari padang rumput, hutan terbuka, hingga daerah semi-gurun. Kelinci lebih menyukai lingkungan dengan vegetasi rendah yang memudahkan mereka mencari makanan sekaligus berlindung dari predator. Mereka sering membuat liang di tanah sebagai tempat tinggal dan perlindungan dari cuaca ekstrem maupun ancaman pemangsa. Selain itu, kelinci memiliki kemampuan beradaptasi terhadap habitat yang mengalami perubahan, seperti kawasan pertanian atau lahan terdegradasi.

K. Salep Mebo

Moist Exposed Burn Ointment (MEBO) adalah salep topikal yang digunakan untuk perawatan luka bakar maupun luka sayat. MEBO pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Roaxiang pada tahun 1980 dan telah menjadi salah satu standar pengobatan luka di beberapa rumah sakit. Salep ini dirancang untuk menciptakan lingkungan lembab pada area luka yang mendukung regenerasi jaringan dan mempercepat proses penyembuhan luka. Mekanisme kerja pada MEBO dapat mempercepat migrasi sel epitel baru, mengurangi pembentukan jaringan parut

berlebihan, mencegah infeksi dengan membentuk penghalang fisik terhadap kontaminasi dan menjaga suhu dan kelembapan optimal bagi aktivitas enzim penyembuhan (Saputri & Darmawan, 2017).

Pada salep MEBO memiliki kandungan *Phellodendri chinensis cortex* 5,5%, *Scutellariae baicalensis radix* 5,5%, dan *Coptis chinensis rhizome* 5,5%. Salep ini menggabungkan tiga ekstrak herbal sebagai bahan aktif utama, dengan minyak wijen dan beeswax sebagai bahan pendukung untuk menjaga kelembapan dan membantu regenerasi kulit. Keunggulan menggunakan salep MEBO yaitu dapat mempercepat penyembuhan luka dibandingkan dengan beberapa terapi konvensional, memberi nutrisi langsung pada jaringan yang rusak, mengurangi rasa nyeri dan mempertahankan kelembapan luka dan tidak merusak jaringan sehat disekitar luka. Kemudian untuk kekurangan dalam menggunakan salep tersebut harga relatif tinggi dibandingkan dengan alternatif herbal, efektivitas dapat bervariasi tergantung kondisi pasien dan derajat luka dan membutuhkan aplikasi dan perawatan yang konsisten (Saputri & Darmawan, 2017).

L. Landasan Teori

Kulit merupakan organ ekskresi yang menutupi seluruh tubuh dan memiliki sensitivitas tinggi terhadap rangsangan. Rangsangan tersebut dapat berupa sentuhan, panas, maupun tekanan. Kulit terdiri dari dua lapisan utama, yaitu epidermis dan dermis. Di bawah dermis terdapat lapisan hipodermis, yaitu jaringan yang kaya lemak. Kulit memiliki tiga fungsi utama, yaitu perlindungan, pengaturan, dan sensasi. Sebagai organ pelindung, kulit berfungsi sebagai penghalang yang melindungi tubuh dari benturan, tekanan mekanis, perubahan suhu, mikroorganisme, radiasi, dan bahan kimia (Singh, 2021).

Luka adalah gangguan pada kontinuitas kulit atau jaringan yang terjadi akibat kecelakaan, tindakan kekerasan, atau pembedahan. Luka merupakan kerusakan pada jaringan kulit, terutama jaringan lunak yang mengalami cedera. Luka sederhana hanya melibatkan lapisan kulit, sedangkan luka kompleks mencakup kerusakan pada saraf, pembuluh darah, dan tendon di bawahnya (Singh, 2021).

Penyembuhan luka adalah proses kompleks yang melibatkan tiga fase utama: inflamasi, proliferasi, dan remodeling. Fase inflamasi dimulai segera setelah luka terjadi, dengan pembentukan pembekuan darah dan peradangan untuk mengatasi infeksi. Fase proliferasi mencakup pembentukan jaringan baru, pembentukan pembuluh darah

baru (angiogenesis), dan sintesis kolagen. Pada fase remodeling, jaringan yang baru terbentuk diperkuat dan direorganisasi untuk mendapatkan kekuatan dan elastisitas yang optimal (Suryadi *et al.*, 2013). Pengobatan luka dapat dilakukan melalui dua metode, yaitu non-farmakologis dan farmakologis. Metode non-farmakologis meliputi pembersihan luka dan pembalut, sedangkan metode farmakologis melibatkan penggunaan antiseptik, antibiotik, serta pengobatan herbal yang berasal dari bahan alami (Wulandari *et al.*, 2020).

Uji penyembuhan luka sayat merupakan salah satu metode pengujian farmakologi yang bertujuan untuk mengevaluasi efek suatu bahan atau sediaan terhadap proses regenerasi jaringan setelah terjadinya luka. Metode ini dilakukandengan membuat luka sayat secara terkontrol pada hewan uji, biasanya menggunakan pisau bedah dengan Panjang dan kedalaman yang ditentukan. Hewan uji yang digunakan yaitu menggunakan kelinci. Luka yang dihasilkan kemudian diberikan perlakuan dengan pembanding kontrol positif, kontrol negative serta sediaan gel yang sudah jadi. Parameter yang digunakan yaitu pengukuran Panjang luka sayat dan lama waktu penyembuhan pada punggung kelinci (Amfotis *et al.*, 2022).

Daun binahong mengandung senyawa aktif seperti flavonoid, saponin, dan tanin yang memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, serta kemampuan mempercepat regenerasi sel. Flavonoid memiliki peran penting dalam mengurangi peradangan dan melindungi jaringan dari kerusakan oksidatif, sehingga mendukung proses penyembuhan luka. Saponin berfungsi sebagai antiinflamasi dan antibakteri, serta membantu meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Tanin turut berkontribusi dalam penyembuhan luka dengan cara menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen (Samirana *et al.*, 2017).

Daun jarak pagar merupakan tanaman yang dikenal memiliki potensi sebagai agen penyembuhan luka. Ekstrak daun jarak pagar mengandung senyawa aktif seperti flavonoid, alkaloid, saponin, dan terpenoid, yang berperan dalam mempercepat penyembuhan luka dengan mengurangi peradangan dan meningkatkan proses regenerasi sel. Sifat antiinflamasi dari daun jarak pagar juga membantu mengurangi pembengkakan dan rasa sakit pada area luka. Hal ini memungkinkan proses dalam mempercepat penyembuhan luka sayat yang lebih cepat dan lebih efisien (Kaban *et al.*, 2024).

Kombinasi antara ekstrak daun binahong dan ekstrak daun jarak pagar diformulasikan menjadi sediaan gel untuk memudahkan aplikasi serta meningkatkan kenyamanan pengguna. Sediaan gel memiliki keunggulan seperti memberikan sensasi dingin saat diaplikasikan, tidak lengket, dan mudah dibersihkan dengan air (Agustiani *et al.*, 2022). Evaluasi mutu fisik sediaan gel bertujuan untuk memastikan bahwa sediaan ekstrak daun binahong memenuhi syarat untuk diaplikasikan pada luka sayat. Evaluasi ini meliputi beberapa aspek, yaitu uji organoleptik, homogenitas, pH, viskositas, daya lekat, daya sebar, dan stabilitas (H & Mathew, 2015).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Awaluddin *et al.*, (2020) menyatakan bahwa uji efektifitas gel ekstrak etanol daun binahong sebagai penyembuhan luka sayat pada tikus wistar jantan terbukti memiliki efektivitas dalam mempercepat penyembuhan luka insisi pada tikus wistar jantan. Gel dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15% mampu menyembuhkan luka dalam waktu kurang dari 14 hari. Proses penyembuhan luka ditandai dengan penutupan luka secara menyeluruh, yang dimulai dengan fase inflamasi, dilanjutkan fase proliferasi, dan diakhiri dengan fase remodeling jaringan. Konsentrasi ekstrak daun binahong yang paling efektif dalam bentuk sediaan gel adalah 15%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Kaban *et al.*, (2024) menyatakan bahwa uji efektifitas gel ekstrak daun jarak pagar (*Jatropha Curcas* L.) sebagai penyembuhan luka sayat terbukti memiliki efektifitas dalam mempercepat penyembuhan luka sayat. Gel dengan konsentrasi 10%, 15% dan 20% mampu menyembuhkan luka dalam waktu penyembuhan yang lebih singkat. Konsentrasi ekstrak daun jarak pagar yang paling efektif dalam bentuk sediaan gel adalah 20%.

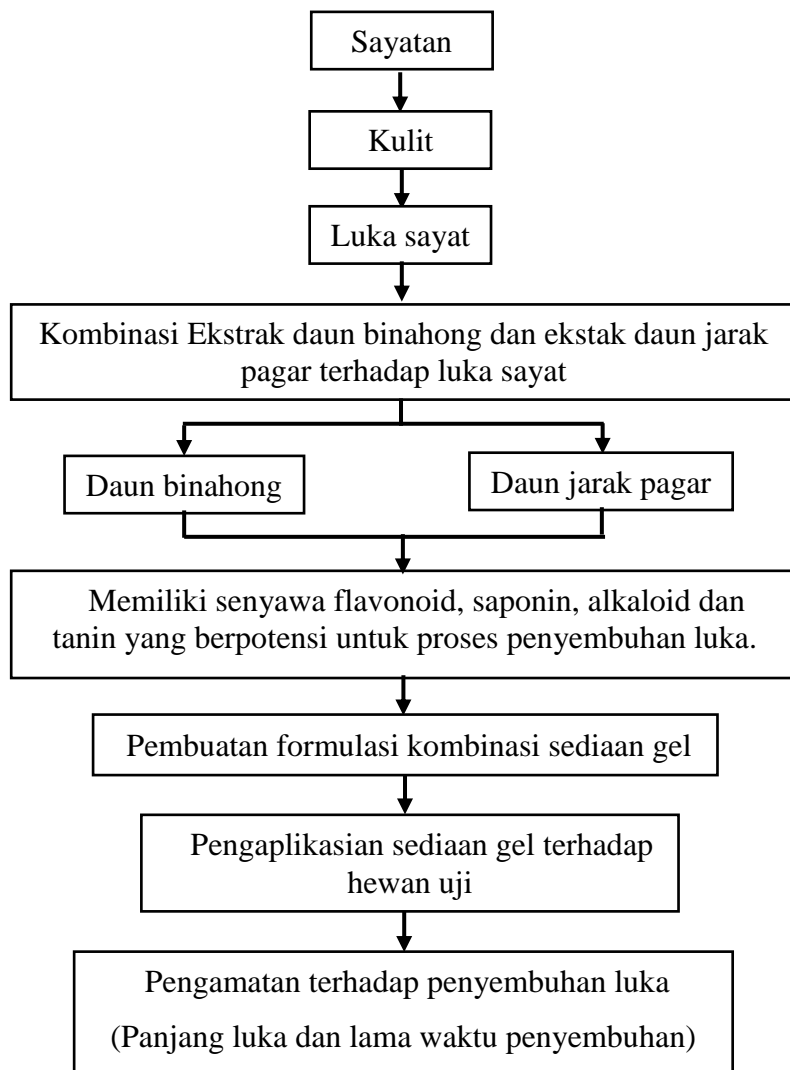
M. Hipotesis

Pertama, kombinasi ekstrak daun binahong dan ekstrak daun jarak pagar dalam sediaan gel memiliki efektifitas sebagai penyembuhan pada luka sayat.

Kedua, konsentrasi kombinasi ekstrak daun binahong dan daun jarak pagar memiliki efektifitas dalam penyembuhan luka sayat.

Ketiga, pada kombinasi ekstrak daun binahong dan ekstrak daun jarak pagar bisa dibuat sediaan gel yang memenuhi syarat uji mutu fisik dan stabilitas yang baik.

N. Kerangka Konsep



Gambar 9. Kerangka Konsep