

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Luka merupakan gangguan pada kontinuitas anatomi dan fungsi jaringan kulit yang dapat terjadi akibat trauma mekanik, paparan panas, bahan kimia, radiasi, maupun prosedur bedah. Dalam konteks biomedis, luka tidak hanya dipandang sebagai kerusakan struktural, tetapi juga sebagai suatu proses biologis kompleks yang melibatkan respons inflamasi, proliferasi sel, dan remodeling jaringan secara terkoordinasi untuk memulihkan integritas kulit. Salah satu jenis luka yang sering digunakan dalam penelitian eksperimental adalah luka bakar, karena mampu merepresentasikan proses penyembuhan luka secara sistematis dan melibatkan kerusakan jaringan yang lebih dalam dibandingkan jenis luka lainnya (Kim et al., 2018; Cañedo-Dorantes & Cañedo-Ayala, 2019).

Keberhasilan penyembuhan luka tidak hanya ditentukan oleh penutupan permukaan luka secara makroskopik, tetapi juga oleh kualitas regenerasi jaringan yang terbentuk. Penyembuhan yang optimal ditandai dengan terbentuknya epidermis yang utuh, peningkatan aktivitas fibroblas, deposisi kolagen yang terorganisasi, angiogenesis yang adekuat, serta pemulihan struktur adneksa kulit seperti folikel rambut. Sebaliknya, penyembuhan yang bersifat reparatif cenderung menghasilkan jaringan parut (fibrosis) yang menyebabkan gangguan fungsi dan struktur kulit. Oleh karena itu, pendekatan modern dalam penelitian penyembuhan luka tidak hanya menilai penutupan luka, tetapi juga mencakup parameter histopatologi dan regenerasi jaringan secara menyeluruh (Kim et al., 2019; Cañedo-Dorantes & Cañedo-Ayala, 2019).

Folikel rambut diketahui memiliki peran penting dalam proses regenerasi kulit. *Hair follicle stem cells* (HFSCs) berkontribusi dalam re-epitelisasi, regenerasi epidermis, serta modulasi inflamasi dan remodeling jaringan. Aktivasi sel punca folikel rambut bahkan dapat memicu proses *wound-induced hair follicle neogenesis* (WIHN), yaitu pembentukan folikel rambut baru pada area luka. Oleh karena itu, pertumbuhan rambut pasca luka dapat digunakan sebagai indikator biologis dari regenerasi kulit yang lebih fungsional, bukan sekadar penutupan luka (Zhang et al., 2024; Lim et al., 2023; Chew et al., 2025).

Meskipun demikian, terapi yang tersedia saat ini masih memiliki keterbatasan. Agen farmakologis seperti minoxidil dan finasteride lebih difokuskan pada alopecia primer dan tidak secara spesifik mendukung regenerasi jaringan kulit pasca luka. Selain itu, penggunaan jangka panjang obat tersebut dapat menimbulkan efek samping seperti iritasi kulit, gangguan hormonal, dan kepatuhan pasien yang rendah. Hal ini menunjukkan perlunya pengembangan terapi alternatif yang tidak hanya merangsang pertumbuhan rambut,

tetapi juga mendukung proses penyembuhan luka secara komprehensif (Adil & Godwin, 2017; Suchonwanit et al., 2019; Drake et al., 2023).

Salah satu bahan alam yang memiliki potensi dalam konteks ini adalah bawang putih (*Allium sativum*). Bawang putih mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti allicin, alliin, ajoene, serta senyawa flavonoid dan fenolik yang memiliki aktivitas antiinflamasi, antioksidan, dan antimikroba. Aktivitas tersebut berperan penting dalam menciptakan lingkungan luka yang kondusif untuk regenerasi jaringan, dengan menekan stres oksidatif, mengurangi inflamasi berlebihan, serta mencegah infeksi sekunder. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ekstrak *Allium sativum* mampu meningkatkan proses penyembuhan luka dan memperbaiki struktur jaringan kulit pada model hewan (Rahman, 2007; Thakur et al., 2024; Zare et al., 2014).

Namun, penggunaan ekstrak tanaman secara topikal masih menghadapi kendala utama, yaitu rendahnya stabilitas senyawa aktif dan keterbatasan penetrasi melalui sawar kulit. Senyawa aktif seperti allicin diketahui bersifat tidak stabil dan mudah terdegradasi, sehingga dapat menurunkan efektivitas terapi. Selain itu, sediaan konvensional seperti salep atau gel memiliki kemampuan penetrasi yang terbatas, sehingga distribusi bahan aktif ke jaringan target menjadi kurang optimal.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, diperlukan sistem penghantaran topikal yang mampu meningkatkan stabilitas, penetrasi, dan retensi lokal bahan aktif pada jaringan kulit. Salah satu pendekatan yang saat ini banyak dikembangkan adalah nanoemulgel. Nanoemulgel merupakan sistem penghantaran obat topikal yang menggabungkan nanoemulsi dengan basis gel, sehingga memiliki keunggulan berupa ukuran droplet yang kecil, luas permukaan tinggi, kemampuan meningkatkan solubilisasi bahan aktif, serta retensi yang lebih baik pada permukaan kulit. Dibandingkan sediaan topikal konvensional, nanoemulgel mampu meningkatkan penetrasi bahan aktif ke lapisan kulit yang lebih dalam, mempertahankan waktu kontak yang lebih lama pada area aplikasi, serta memungkinkan pelepasan obat yang lebih terkontrol (Donthi et al., 2023; Lal et al., 2023).

Nanoemulgel sangat relevan karena area luka memerlukan penghantaran lokal bahan aktif yang efektif, stabil, dan berkelanjutan. Sistem ini tidak hanya berpotensi meningkatkan bioavailabilitas lokal senyawa aktif, tetapi juga dapat memperkuat efek farmakologis seperti antiinflamasi, antioksidan, antimikroba, dan stimulasi regenerasi jaringan. Penggunaan sistem penghantaran berbasis nanoteknologi pada ekstrak tanaman juga telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam meningkatkan efektivitas terapi topikal dibandingkan formulasi biasa, khususnya pada kondisi inflamasi kulit dan penyembuhan luka (Donthi et al., 2023; Lal et al., 2023; Jacob & Nair, 2026).

Formulasi nanoemulgel ekstrak bawang putih memiliki potensi ganda yang sangat menarik untuk dikaji. Di satu sisi, kandungan bioaktif bawang putih berpotensi mendukung penyembuhan luka melalui aktivitas antiinflamasi, antioksidan, dan antimikroba. Di sisi lain, sistem nanoemulgel berpotensi meningkatkan penghantaran lokal senyawa aktif ke jaringan target, mempertahankan kestabilan bahan aktif, dan memperpanjang efek farmakologisnya pada kulit. Kombinasi ini secara biologis dapat menciptakan lingkungan luka yang lebih kondusif untuk proliferasi fibroblas, deposisi kolagen, perbaikan histoarsitektur kulit, dan regenerasi folikel rambut. Meskipun berbagai studi telah melaporkan manfaat bawang putih dalam konteks aktivitas biologis umum dan beberapa studi menunjukkan potensinya dalam penyembuhan luka, bukti ilmiah yang secara khusus mengevaluasi pengaruh nanoemulgel ekstrak bawang putih terhadap pertumbuhan rambut dan gambaran histopatologi kulit pada model luka bakar masih sangat terbatas.

Meskipun berbagai penelitian telah melaporkan aktivitas biologis bawang putih — termasuk efek antiinflamasi, antioksidan, dan antimikroba — sebagian besar studi terdahulu berfokus pada model luka yang berbeda, sediaan konvensional, atau hanya mengevaluasi satu hingga dua parameter penyembuhan. Penelitian yang secara khusus mengevaluasi nanoemulgel ekstrak bawang putih secara simultan terhadap pertumbuhan rambut sebagai indikator regenerasi adneksa kulit, serta perubahan histopatologi (fibroblas dan kepadatan kolagen), pada model luka bakar derajat II tikus Wistar masih sangat terbatas. Kesenjangan ini penting untuk dikaji karena folikel rambut bukan sekadar komponen kosmetik, melainkan reservoir utama sel punca epidermal (HFSCs) yang berkontribusi pada re-epitelisasi luka, modulasi inflamasi, dan *wound-induced hair follicle neogenesis* (WIHN) — sehingga regenerasi folikel rambut pasca-luka mencerminkan kualitas penyembuhan jaringan yang lebih fungsional, bukan hanya penutupan permukaan luka (Zhang et al., 2024; Lim et al., 2023; Chew et al., 2025). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh pemberian nanoemulgel ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) konsentrasi 10% dan 20% terhadap pertumbuhan rambut, penyembuhan luka, jumlah fibroblas, dan kepadatan kolagen pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur Wistar yang mengalami luka bakar derajat II

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan pada latar belakang maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu apakah pemberian nanoemulgel ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) konsentrasi 10% dan 20% berpengaruh terhadap percepatan penyembuhan luka bakar, peningkatan pertumbuhan rambut, serta perbaikan gambaran histopatologi kulit yang meliputi jumlah fibroblas dan kepadatan kolagen pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur Wistar yang mengalami luka bakar derajat II?"

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui pengaruh pemberian nanoemulgel ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) terhadap proses regenerasi kulit yang meliputi pertumbuhan rambut dan perbaikan histopatologi kulit pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur wistar yang mengalami luka bakar.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Menganalisis kandungan senyawa metabolit sekunder pada ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) melalui uji fitokimia
2. Mengevaluasi karakteristik fisik sediaan nanoemulgel ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) meliputi organoleptik, homogenitas, pH, viskositas, daya sebar, ukuran partikel, PDI, dan stabilitas sediaan.
3. Menganalisis kecepatan penyembuhan luka bakar setelah pemberian nanoemulgel ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) konsentrasi 10% dan 20%
4. Mengetahui efek pemberian nanoemulgel ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) konsentrasi 10% dan 20% terhadap kecepatan pertumbuhan rambut pada area kulit luka bakar.
5. Menilai perubahan histopatologi kulit berupa jumlah fibroblas dan kepadatan kolagen pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur wistar setelah pemberian nanoemulgel ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) konsentrasi 10% dan 20%.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang farmakologi dan dermatologi eksperimental mengenai potensi ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) konsentrasi sebagai agen topikal alami berbasis nanoteknologi (nanoemulgel).
2. Menambah literatur tentang hubungan antara penyembuhan luka kulit dan regenerasi folikel rambut melalui mekanisme bioaktif senyawa tanaman obat.
3. Dapat menjadi dasar pengembangan produk topikal herbal untuk mempercepat penyembuhan luka dan merangsang pertumbuhan rambut secara aman dan efektif.
4. Memberikan dasar ilmiah bagi industri farmasi dan kosmetik untuk mengembangkan sediaan topikal berbasis nanoemulgel yang menggabungkan bahan aktif herbal (*Allium sativum*) dengan teknologi nanoteknologi, sebagai alternatif terapi luka bakar dan stimulan pertumbuhan rambut yang lebih efektif, aman, dan ekonomis dibandingkan sediaan konvensional.
5. Menjadi referensi awal bagi peneliti dan pengembang produk dalam optimasi formulasi nanoemulgel herbal, termasuk penentuan konsentrasi optimal, evaluasi stabilitas jangka panjang, dan uji keamanan dermal sebelum aplikasi klinis.