



9 772686 250000

e-ISSN : 2686-2506

Majalah Farmasetika, 10 (5) 2025, 343-356
<https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v10i5.66036>

Artikel Review



Studi Literatur Nanoemulsi Ekstrak Tanaman Sebagai Penyembuh Luka Bakar

Mahirah Mardiyah*, Moch Alif Haqi, Linda Nur Rahmawati, Laila Meirin Azzahra, Linda Purnama Sari, Lubna Khairunisa, Dwintha Lestari

Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Bandung, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

*E-mail : diyahmahirah@gmail.com

(Submit 10/08/2025, Revisi 12/08/2025, Diterima 31/08/2025, Terbit 28/09/2025)

Abstrak

Nanoemulsi merupakan sistem penghantaran obat yang berbasis lipid stabil secara termodinamika mempunyai ukuran nanometer. Luka bakar merupakan kerusakan di permukaan kulit tubuh yang diakibatkan oleh paparan eksternal. Tujuan studi literatur ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengkaji sediaan nanoemulsi sebagai penyembuh luka bakar, dengan pembahasan yang komprehensif. Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ilmiah ini metode studi literatur, dengan berbagai sumber Pustaka dengan tujuan untuk menganalisis sediaan nanoemulsi yang berguna untuk penyembuhan luka bakar. Pembuatan nanoemulsi dilakukan dengan metode energi tinggi, Teknik sonikasi menghasilkan gelombang ultrasonik berintensitas tinggi dihasilkan dari probe sonikator Berbagai ekstrak tanaman telah diinkorporasi ke dalam sistem nanoemulsi untuk memanfaatkan potensi terapeutiknya seperti tanaman daun salam, daun mobe, *Tamarix aphylla*, *Eucalyptus Essential Oil*, dan kurkumin. Metode sonikasi probe menghasilkan tetesan 50-100 nm, nanoemulsi yang mengandung ekstrak tanaman tersebut terbukti adanya efek aktivitas penyembuhan luka bakar yang memiliki aktivitas antioksidan dan antiinflamasi. nanokurkumin liposomal, pro nanokurkumin, *Tamarix aphylla*, *Eucalyptus Essential Oil*, dan krim nanoemulsi memiliki potensi pengembangan lebih lanjut untuk penyembuhan luka bakar.

Kata kunci: Luka Bakar, Nanoemulsi, Studi Literatur

Pendahuluan

Nanoemulsi adalah sistem emulsi dua cairan yang tidak bercampur yang terdispersi halus dalam ukuran nano yang terdiri dari minyak, surfaktan, kosurfaktan, emulsifier, dan air berukuran nanometer. Sistem penghantaran nanoemulsi dapat meningkatkan absorpsi, kelarutan obat bersifat lipofilik dan bioavailabilitas. Sistem nanoemulsi memperbesar luas permukaan dengan cara mengubah ukuran partikel menjadi sangat kecil sehingga area permukaan yang tersedia untuk interaksi menjadi jauh lebih besar dibandingkan sistem emulsi biasa dan energi bebasnya, maka sistem penghantaran akan menjadi efektif karena jumlah energi yang dibutuhkan lebih sedikit dan stabil secara termodinamika. Nanoemulsi juga ada dalam bentuk sediaan transdermal sebab faktor utama yang dapat berpengaruh pada permeasi transdermal obat dengan mobilitas obat dalam sediaan, pelepasan obat dari sediaan, dan permeasi obat ke kulit. Kemudian beberapa riset menyatakan bahwa fluks nanoemulsi transdermal tinggi karena solubilitasnya yang tinggi untuk obat lipofilik dan hidrofilik sehingga peningkatan aktivitas termodinamika terhadap kulit dan permeasi tinggi. Ukuran partikel nano inilah yang nantinya akan menembus lapisan lipid kulit yang rusak dan eschar pada luka bakar¹⁻⁴.

Luka bakar merupakan kerusakan di permukaan kulit tubuh secara akut dan kronik pada jaringan epidermis, dermal, atau lebih dalam) yang diakibatkan oleh paparan eksternal, seperti dingin, panas, sinar ultraviolet, listrik, radiasi, bahan kimia, dan gesekan⁵⁻⁷. Luka bakar ini salah satu bentuk trauma yang akan merugikan kehidupan, organ, dan jaringan dalam tubuh sehingga perlu *recovery* jaringan biologis secara bertahap⁸. Luka bakar mempunyai karakteristik khusus yang dapat diukur dengan persentase tubuh yang terkena dampaknya, maka menjadi perspektif cedera yang melibatkan berbagai sistem organ. Luka bakar mampu menyebabkan kerusakan atau kecacatan pada jaringan kulit dan struktur di bawahnya. Kemudian luka bakar pada derajat II disebabkan oleh sel makrofag dengan mediator inflamasi lainnya yang menyebabkan lapisan dermis mengalami kerusakan hingga kematian sel-sel kulit⁹⁻¹⁴.

Di Amerika Serikat, sekitar 2,5 juta orang mengalami luka bakar setiap tahun, di antaranya dirawat di rumah sakit sekitar 100.000 dan 200.000 lainnya dengan perawatan rawat jalan. Dengan setiap tahunnya, 12.000 orang meninggal akibat luka bakar dan cedera inhalasi yang terjadi sebagai akibat dari luka bakar. Menurut data WHO, menampilkan sekitar 180.000-265.000 orang di dunia meninggal akibat luka bakar setiap tahunnya. Kemudian berdasarkan data pasien luka bakar di Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo pada tahun 2011-2012 didapatkan 303 pasien luka bakar, perbandingan antara laki-laki dan perempuan 2,26 : 1, kemudian menurut data dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia tahun 2018 mengungkapkan bahwa 1,3% cedera karena luka bakar¹⁵⁻¹⁸.

Pada riset sebelumnya yang dilakukan oleh Ulayya dkk., (2018) menunjukkan hasil distribusi partikel yang baik dengan nilai *dispersion medium viscosity* (distribusi partikel) didapatkan hasil sebesar 0,9 mPa.s menunjukkan stabilitas yang baik. Adapun riset lainnya dilakukan oleh Sari dkk., 2025 menggunakan metode bersifat

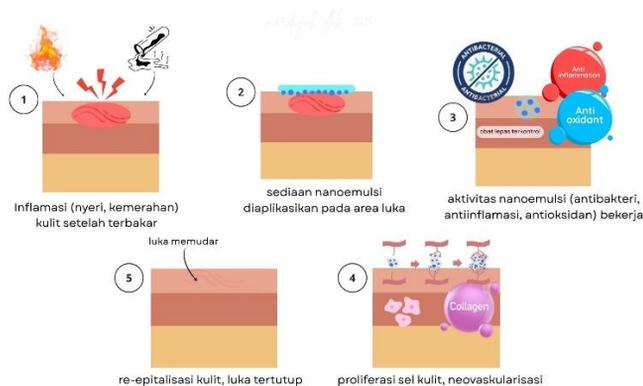
eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan *Post Test Only Control Group Design* memakai 25 ekor tikus putih jantan dengan pembuatan luka bakar pada daerah punggung dan dibuat dengan lempeng besi panas. Hasil riset ini mendapatkan rata-rata pengukuran diameter luka bakar serta persentase penyembuhannya yang mencapai 93,32% dengan konsentrasi ekstrak 3% resin jernang^{19,20}.

Tujuan studi literatur ini, yakni untuk mengidentifikasi dan mengkaji sediaan nanoemulsi sebagai penyembuh luka bakar. Dengan pembahasan yang komprehensif terhadap peran nanoemulsi dalam sistem penghantaran obat yang dapat meningkatkan aktivitas termodinamika terhadap kulit dan permeasi tinggi. Demikian studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baru pada pemahaman secara spesifik di bidang farmakologi, farmasetika, dan farmakokinetika.

Metode

Riset ini merupakan sebuah studi pustaka atau kajian literatur. Metode riset dari beberapa jurnal ini dilakukan secara deskriptif dalam periode pemilihan jurnal 2015-2025 serta membahas mengenai sediaan nanoemulsi yang menyembuhkan luka bakar. Pencarian jurnal dilakukan melalui situs web Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, dan MDPI dengan fokus kata kunci yang digunakan adalah "*nanoemulsion*" dan "*burn healing/treatment*". Kriteria inklusinya meliputi: *full text*, berbahasa Indonesia/Inggris, dan dapat diakses gratis. Isinya berupa informasi mengenai formulasi, karakterisasi, dan evaluasi dari sediaan nanoemulsi dengan kegunaan penyembuhan/perawatan luka bakar. Untuk kriteria eksklusinya mencakup artikel < tahun 2015 dan artikel yang tidak relevan terhadap kata kunci²⁰⁻²³. Sebagai tambahan, digunakan juga web WHO dan Kemenkes RI untuk menambahkan informasi resmi yang dapat menunjang isi pendahuluan studi literatur ini.

Hasil



Sediaan nanoemulsi yang diformulasikan menggunakan bahan alam/ekstrak tanaman dalam perawatan luka bakar yang dibahas dalam studi literatur ini memiliki hasil yang berbeda-beda. Ukuran nano yang terdapat pada formulanya memengaruhi

kestabilan sediaan selama penyimpanan dan faktor iritasi kulit²⁴. Bahan alam/ekstrak tanaman yang digunakan harus memiliki aktivitas antiinflamasi, antioksidan, dan antibakteri. Aktivitas ini nantinya akan memengaruhi ketebalan epidermis kulit, kandungan kolagen, granulasi, dan tanda-tanda peradangan²⁵. Seperti yang terlihat pada **Gambar 1**. proses penyembuhan luka bakar menggunakan sediaan nanoemulsi. Potensi penggunaan zat aktif bahan alam/ekstrak tanaman berbasis nanoemulsi yang diformulasikan dapat dilihat pada **Tabel 1**. di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Studi Nanoemulsi Terhadap Penyembuhan Luka Bakar

Tanaman	Senyawa	Ukuran Partikel	Indeks Polidispersitas	Zeta Potensial	Hasil Studi	Referensi
Athel (<i>Tamarix aphylla</i>)	Alkaloid, flavonoid, steroid, kardiak glikosida, saponin, terpenoid, dan tanin	1-275 nm	Tidak dicantumkan	-1.09 mV	Berdasarkan hasil analisis statistik dan histopatologi, menunjukkan adanya penyembuhan luka bakar lebih baik pada kelompok yang diberikan nanoemulsi krim ekstrak <i>Tamarix aphylla</i> dibandingkan kelompok kontrol.	26
Daun Salam (<i>Syzygium polyanthum</i>)	Flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, dan triterpenoid	< 1000 nm	< 0,5 Pdl	± 25 mV	Hasil uji aktivitas penyembuhan luka menunjukkan bahwa aplikasi topikal nanoemulsi ekstrak daun salam mampu mempercepat proses kontraksi luka, mempercepat pembentukan jaringan epitel baru, serta memperbaiki struktur jaringan dibandingkan kelompok kontrol.	27

Daun Mobe (<i>Artocarpus lakoocha</i> Roxb)	Flavonoid, tanin, saponin, dan glikosida	< 1000 nm	Tidak dicantumkan	Tidak dicantumkan	Hasilnya membuktikan , efektivitas penyemua n luka dari nanoemulgel dengan berbagai konsentrasi ekstrak, ditunjukkan oleh peningkatan signifikan dalam pengurangan diameter luka dan jumlah sel fibroblas dibandingkan kontrol negatif (p < 0,05) selama 14 hari.	28
--	---	-----------	----------------------	----------------------	--	----

Pembahasan

Metode pembuatan nanoemulsi dilakukan menggunakan metode energi tinggi. Metode energi tinggi melibatkan penggunaan alat fisik (*homogenizer, ultra-turrax, atau magnetic stirrer*) untuk mendispersikan fase minyak ke dalam fase air dan sebaliknya²⁹⁻³¹. Prosedur tersebut terdiri dari dua langkah, yaitu menyediakan pembentukan emulsi melalui pengadukan mekanis yang ditandai dengan ukuran tetesan dalam bentuk mikron; yang kedua adalah mengubah emulsi dalam bentuk nanoemulsi menggunakan perangkat mekanis berenergi tinggi seperti sonikator³².

Pada riset Giri dkk., (2024) pembuatan nanoemulsi berbasis minyak cendana menggunakan Metode sonikasi probe berenergi tinggi digunakan untuk mengubah campuran emulsi menjadi nanoemulsi³³. Campuran disonikasi selama 20 menit dengan siklus *on-off* 10 detik pada amplitudo 30%. Dihasilkan tetesan berukuran nano dalam kisaran 50–100 nm. Sifat reologi yang sangat baik dan potensi permukaan negatif yang melimpah memberikan stabilitas yang lebih lama dan meminimalkan kemungkinan flokulasi³⁴.

Teknik sonikasi ini menghasilkan gelombang ultrasonik yang berintensitas tinggi yang dihasilkan dari probe sonikator. Melalui gelombang ultrasonik menghasilkan efek kavitasi yang memecah droplet minyak menjadi partikel partikel yang lebih kecil sehingga menjadi nanoemulsi yang stabil, dan distribusi keseragaman ukuran partikel yang baik³². Keunggulan dari penggunaan metode energi tinggi, yaitu menghasilkan ukuran yang seragam, dapat digunakan pada berbagai jenis minyak dan juga penggunaan emulsifier yang dapat dikurangi^{35,36}.

Parameter yang perlu diperhatikan adalah parameter nilai persen transmitan, ukuran droplet dan nilai zeta potensial. Nilai transmitan diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 650 nm dengan blanko akuades³⁷. Ukuran droplet dan zeta potensial nanoemulsi dilakukan dengan menggunakan alat *Particle Size Analyzer* dengan metode *dynamic light scattering* dengan sudut *scattering* 90°³⁸⁻⁴⁰.

Berbagai ekstrak tanaman telah berhasil diinkorporasi ke dalam sistem nanoemulsi untuk memanfaatkan potensi terapeutiknya seperti pada riset Ningrum dkk., (2025) tanaman daun salam (*Syzygium polyanthum*) digunakan sebagai zat aktif dalam pembuatan sediaan nanoemulsi. Daun salam dikenal kaya akan senyawa aktif meliputi flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, dan triterpenoid⁴¹. Diantara senyawa tersebut flavonoid menonjol karena memiliki sifat antioksidan dan antiinflamasi yang berperan penting dalam mempercepat proses epitelisasi dan pembentukan jaringan baru. Sementara itu, tanin memberikan efek astringen, membantu mengontrol pendarahan dan mendukung pembentukan jaringan granulasi⁴². Pada riset Tanjung dkk., (2022) digunakan daun mobe (*Artocarpus lakoocha* Roxb) sebagai zat aktif pada sediaan nanoemulsi yang berguna dalam penyembuhan luka. Daun mobe mengandung flavonoid, fenol, tanin, saponin, dan glikosida⁴³. Flavonoid seperti artonin a, artonin b, dan artokarpin, yang dapat menjadi sebagai mediator kimia inhibitor. Pada riset Gul dkk., (2023) menunjukkan bahwa formulasi nanoemulsi yang mengandung ekstrak *Tamarix aphylla* memiliki potensi terapeutik yang sangat menjanjikan dalam mempercepat proses penyembuhan luka. Hasil studi tersebut mengungkapkan bahwa sediaan nanoemulsi mampu memperpendek durasi penyembuhan secara signifikan, dengan rata-rata waktu penyembuhan sebesar 21,60 hari. Sedangkan, pada sediaan konvensional menunjukkan waktu penyembuhan yang lebih lama yaitu sekitar 27,40 hari. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa sistem penghantaran berbasis nanoemulsi tidak hanya meningkatkan bioavailabilitas senyawa aktif, tetapi juga mempercepat respons biologi terhadap proses regenerasi jaringan²⁶⁻²⁸.

Menurut riset Tanjung dkk., (2022) formulasi sediaan nanoemulgel memberikan manfaat seperti daya lekat yang baik pada kulit dan kelarutan tinggi sehingga memungkinkan obat dapat meresap lebih dalam ke kulit. Sediaan nanoemulgel juga dapat membantu mengelola pelepasan obat dengan memperpanjang aksi obat. Sediaan nanoemulgel terbukti mampu meningkatkan ekspresi protein PDGF-BB dan TGF- β 1. Peningkatan ekspresi protein berlangsung selama periode observasi. Kelompok yang menerima nanoemulgel menunjukkan aktivitas yang lebih tinggi dalam menstimulasi ekspresi PDGF-BB dan TGF- β 1 dibandingkan kelompok blanko dan kontrol positif berdasarkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$). Terutama formula 1 yang mengandung konsentrasi 1% ekstrak daun mobe. Hal ini menunjukkan bahwa formulasi nanoemulgel dengan ekstrak daun mobe memiliki potensi besar sebagai agen penyembuh luka bakar dengan efektivitas yang sebanding dengan kontrol positif pada konsentrasi optimal²⁸.

Menurut riset Gul dkk., (2023) nanoemulsi yang mengandung ekstrak tanaman diformulasikan menjadi krim dan dievaluasi untuk efektivitasnya terhadap luka bakar asam menunjukkan bahwa krim nanoemulsi yang mengandung *Tamarix aphylla* secara

signifikan dapat mempercepat proses penyembuhan luka bakar akibat asam dibandingkan dengan sediaan obat standar seperti sulfadiazin perak. Krim nanoemulsi menunjukkan aktivitas penyembuhan luka yang luar biasa dengan pengurangan ukuran luka hingga 60% dalam dua minggu percobaan. Luka bakar yang diobati dengan krim nanoemulsi *Tamarix aphylla* menunjukkan penyembuhan total dalam 21 hari, jauh lebih cepat dibandingkan dengan kelompok yang diobati dengan perak sulfadiazin (28 hari) atau kelompok kontrol (36 hari). Dari studi tersebut dapat disimpulkan bahwa krim nanoemulsi yang mengandung ekstrak *Tamarix aphylla* memiliki aktivitas signifikan dalam mempromosikan penyembuhan luka bakar asam²⁶.

Dalam riset Ningrum dkk., (2025) ekstrak daun salam yang diformulasikan menjadi sediaan nanoemulgel yang menunjukkan karakteristik fisikokimia yang baik ditunjukkan dengan ukuran partikel < 1000 nm, indeks polidispersitas (PDI) $< 0,5$ yang mencerminkan distribusi partikel yang homogen, dan potensi zeta ± 25 mV yang menunjukkan stabilitas sistem dispersi. Parameter-parameter ini menunjukkan bahwa sistem penghantaran berbasis nanoemulsi dalam bentuk gel mampu meningkatkan stabilitas dan potensi penetrasi senyawa aktif dari ekstrak daun salam serta mudah diaplikasikan pada kulit. Hasil pengujian aktivitas pada luka bakar derajat dua pada tikus putih menunjukkan bahwa sediaan nanoemulgel ekstrak daun salam secara signifikan mempercepat penyembuhan luka dengan mengurangi area luka dibandingkan dengan kelompok kontrol negatif/tanpa perlakuan. Meskipun secara keseluruhan nanoemulgel ekstrak daun salam menunjukkan tren penyembuhan yang positif, riset ini mencatat adanya fluktuasi dalam penurunan area luka pada beberapa individu tikus uji, sehingga perlu dilakukan riset lebih lanjut terkait permasalahan yang dapat mengurangi terjadinya fluktuasi²⁷.

Jika dibandingkan dengan riset Andini dkk., (2024) yang menggunakan formula gel ekstrak etanol daun salam konsentrasi 6% yang diujikan pada kelinci menunjukkan aktivitas penyembuhan luka bakar tertinggi sebesar 65,89%. Dalam risetnya menyatakan, peningkatan ekstrak daun salam akan memengaruhi efektivitas sediaan untuk penyembuhan luka bakar dikarenakan adanya flavonoid dan saponin. Hal ini membuktikan bahwa ekstrak daun salam yang digunakan dalam bentuk sediaan nano maupun yang bukan nano tetap menyembuhkan luka bakar⁴⁴.

Riset Pham dkk., (2024) melakukan pengujian nanokurkumin liposomal dan pro nanokurkumin PL terhadap tikus wistar jantan dan betina serta tikus albino Swiss jantan dan betina berumur tujuh minggu. Didapatkan hasil bahwa nanokurkumin liposomal dan PL pro nanokurkumin berukuran rata-rata 206 nm dan 344 nm secara nyata dapat mengurangi area luka bakar dibandingkan dengan kelompok model yang diobati dengan plasebo (air steril dan dimetil sulfoksida (DMSO)). Terlihat setelah 21 hari perawatan, laju penyembuhan luka bakar nanokurkumin liposomal sebesar 50%. Sedangkan, pro nanokurkumin PL sebesar 20%. Berbeda dengan pemberian plasebo yang tidak sembuh total. Selain itu, ukuran ulkus dan luas lesi kulit berkurang jauh lebih baik dibandingkan plasebo⁴⁵.

Kurkumin (difeurloyl-methane) merupakan senyawa kurkuminoid utama dalam tanaman temulawak dan kunyit. Senyawa inilah yang menyebabkan warna kuning pada

tanaman tersebut. Aktivitasnya sebagai anti-inflamasi dan antioksidan dapat berpotensi menjadi penyembuh luka bakar yang signifikan. Mekanisme terjadinya dimulai dengan inhibisi inflamasi oksidasi yang berlanjut pada proliferasi. Tahap proliferasi terjadi dengan peningkatan migrasi fibroblas dan apoptosis awal penyembuhan luka. Tahap terakhir, kontraksi luka meningkat seiring produksi TGF- β yang dapat mengembalikan keadaan kulit yang terkena luka bakar sehingga sangat baik diaplikasikan secara topikal. Namun, perlu adanya peningkatan permeasi dan bioavailabilitas lipofilik untuk memudahkan penggunaannya^{46,47}.

Riset Alam dkk., (2018) menguji nanoemulsi *Eucalyptus Essential Oil* (EEO) yang dibandingkan dengan gentamisin standar pada model tikus. Hasilnya menunjukkan aktivitas penyembuhan luka bakar peningkatan kolagen secara signifikan lebih baik dibandingkan pemberian oral EEO murni. Namun, peningkatan kolagen yang dihasilkan sebanding dengan pemberian gentamisin standar. Tidak ada tanda-tanda sel inflamasi yang berujung toksik sehingga dapat dipastikan keamanan dan berpotensi menjadi pengembangan lebih lanjut⁴⁸.

Eucalyptus Essential Oil (EEO) memiliki aktivitas anti-inflamasi, antioksidan, dan efek penyembuhan luka. Senyawa 1,8-cineole (eucalyptol), sineol, dan alfa-pinena berkontribusi dalam mengurangi inflamasi dengan menekan produksi sitokin pro-inflamasi. Sifat analgesik dan anti-inflamasinya ini, dapat mengurangi peradangan dan nyeri. Selain itu, aktivitas antimikrobanya membantu mencegah infeksi pada sayatan luka. EEO juga menekan peradangan dengan meningkatkan aktivitas antioksidan seperti SOD (*superoxide dismutase*) dan menurunkan kadar TNF- α dan NF- κ B. Hal ini mendukung adanya potensi pengembangan EEO dalam mengobati peradangan dan stres oksidatif^{49,50}.

Riset Gul dkk., (2023) mendapatkan hasil pengujian krim nanoemulsi ekstrak TA (*Tamarix aphylla*) menggunakan kelinci albino jantan berdasarkan studi histologis (ketebalan epidermis, kandungan kolagen dan ketebalan dermis) diberi perlakuan luka menggunakan asam sulfat sehingga menimbulkan luka bakar asam (luka bakar yang disebabkan bahan kimia)⁵¹. Hasilnya menunjukkan bahwa nanoemulsi yang mengandung TA mempercepat proses penyembuhan luka lebih baik daripada perak sulfadiazin dengan pengurangan hingga 60%. Nanoemulsi yang mengandung ekstrak TA memiliki perlekatan sel yang signifikan di tepi luka. Berdasarkan hasil tersebut, luka yang diobati dengan TA memiliki ketebalan epidermis yang lebih baik. Selain itu, nanoemulsi TA memiliki ketebalan epidermis tertinggi dalam perawatan luka bakar ketebalan penuh. Sampel jaringan kelinci yang dianalisis pada hari ke-35 membandingkan luka yang diobati dengan perak sulfadiazin dan kontrol serta luka TA memiliki kandungan kolagen yang lebih tinggi sebesar 93,85%²⁶.

Daun TA mengandung berbagai fitokimia, yang memainkan peran utama sebagai antioksidan yang mencegah oksidasi, reaksi kimia yang dapat menyebabkan radikal bebas dan reaksi berantai yang dapat merusak sel-sel hewan. Setelah 21 hari, luka bakar asam yang diobati dengan krim nanoemulsi ekstrak daun TA menunjukkan penyembuhan lengkap, sedangkan luka bakar asam yang diobati dengan perak sulfadiazin menunjukkan penyembuhan lengkap setelah 28 hari. Ekstrak TA memiliki

fungsi meredakan nyeri yang signifikan dicapai dalam waktu 24 jam dan masa penyembuhan keseluruhan dicapai pada 21 hari dibandingkan dengan kelompok kontrol dan standar. Nanoemulsi sulit untuk diaplikasikan pada luka atau kulit karena viskositasnya yang rendah. Maka dari itu, nanoemulsi ekstrak TA dicampur dengan krim. Krim bertindak untuk membawa atau melepaskan nanoemulsi. Basis krim secara terpisah tidak memiliki efek penyembuhan luka bakar. Namun, durasi penyembuhan rata-rata yang diberikan krim ini adalah 21,60 hari²⁶.

Dari ketiga riset preklinik tersebut, terlihat bahwa nanokurkumin liposomal, pro nanokurkumin PL, EEO, dan krim nanoemulsi ekstrak TA memiliki potensi pengembangan lebih lanjut dalam menyembuhkan luka bakar. Hal ini terlihat dari studi preklinik yang dilakukan pada hewan seperti tikus dan kelinci. Nanoteknologi terkhususnya nanoemulsi yang digunakan punya ukuran yang berkisar < 400 nm yang dianggap efisien untuk penetrasi agen terapeutik hingga lapisan kulit terdalam⁵². Pengembangan nanoteknologi dapat mendorong penggunaan bahan kimia yang efisien meminimalisir ancaman karena bio-absorpsi rendah atau dosis tinggi dalam waktu singkat. Demikian, nanoemulsi dapat menjadi alternatif penyembuhan luka bakar secara topikal^{26,53,54}.

Kesimpulan

Pada studi literatur ini metode pembuatan nanoemulsi dilakukan menggunakan metode energi tinggi seperti metode sonikasi probe yang menghasilkan tetesan berukuran 50-100 nm. Gelombang ultrasonic menciptakan efek kavitasi, metode ini menghasilkan ukuran yang seragam dan penggunaan emulsifier yang dapat dikurangi. Nanoemulsi yang mengandung ekstrak tanaman seperti daun salam (*Syzygium polyanthum*), daun mobe (*Artocarpus lakoocha* Roxb), tanaman *Tamarix aphylla*, *Eucalyptus Essential Oil*, kurkumin. Terbukti adanya peningkatan efek aktivitas penyembuhan luka bakar yang memiliki aktivitas antioksidan dan antiinflamasi yang mempercepat proses epitelisasi pembentukan jaringan baru. Sediaan nanoemulgel mempunyai daya lekat yang baik dan kelarutan yang tinggi sehingga obat dapat meresap lebih dalam ke kulit. Krim nanoemulsi dapat mempercepat proses penyembuhan luka bakar dibandingkan dengan sediaan obat standar. Nanoemulsi sulit diaplikasikan pada luka bakar karena viskositasnya rendah, maka nanoemulsi diformulasikan dalam sediaan krim. Krim bertindak sebagai pembawa yang akan melepaskan zat aktif nanoemulsi. Dari hasil dan pembahasan riset di atas, terlihat bahwa nanokurkumin liposomal, pro nanokurkumin PL, EEO dan krim nanoemulsi memiliki potensi pengembangan lebih lanjut dalam penyembuhan luka bakar. Nanoteknologi terkhususnya nanoemulsi yang digunakan punya ukuran yang berkisar antara < 400 nm yang dianggap lebih efisien untuk penetrasi agen terapeutik.

Daftar Pustaka

1. Aprilya A, Rahmadevi R, Meirista I. Formulasi Nanoemulsi dengan Bahan Dasar Minyak Ikan (*Oleum Iecoris Aselli*). *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 2021 Jun 30;3(3):370–5.

2. Nurfauziah R, Rusdiana T. Review: Formulasi Nanoemulsi Untuk Meningkatkan Kelarutan Obat Lipofilik. *Farmaka*. 2018;16(1):352–60.
3. Saki E, Murthy V, Khandanlou R, Wang H, Wapling J, Weir R. Optimisation of *Calophyllum inophyllum* seed oil nanoemulsion as a potential wound healing agent. *BMC Complement Med Ther*. 2022 Dec 1;22(1).
4. Pereira Oliveira CN, Nani Leite M, de Paula NA, Araújo Martins Y, Figueiredo SA, Cipriani Frade MA, et al. Nanoemulsions Based on Sunflower and Rosehip Oils: The Impact of Natural and Synthetic Stabilizers on Skin Penetration and an Ex Vivo Wound Healing Model. *Pharmaceutics*. 2023 Mar 1;15(3).
5. Wandy Thedjakusuma F, Nahusuly F, Arius Y. Perbandingan Tingkat Penyembuhan Luka Bakar Derajat II B (Deep Dermal) pada Fase Proliferasi yang Ditinjau dengan Pemberian Larutan Feracrylum 1%, Tulle, dan Silver Sulfadiazine pada Mencit *Mus musculus*. *J Ked Mulawarman* [Internet]. 2022 [cited 2025 Aug 9];9(3):122–31. Available from: <https://e-journals.unmul.ac.id/index.php/JKM/article/view/9722>
6. Elsamman M, El-borady OM, Nasr MM, Al-Amgad Z, Metwally AA. Development of propolis, hyaluronic acid, and vitamin K nano-emulsion for the treatment of second-degree burns in albino rats. *BMC Complement Med Ther*. 2024 Dec 1;24(1).
7. Dreifke MB, Jayasuriya AA, Jayasuriya AC. Current wound healing procedures and potential care. Vol. 48, *Materials Science and Engineering C*. Elsevier Ltd; 2015. p. 651–62.
8. Miastkowska M, Kulawik-Pióro A, Szczurek M. Nanoemulsion gel formulation optimization for burn wounds: Analysis of rheological and sensory properties. *Processes*. 2020 Nov 1;8(11).
9. Abdullah D, Febrianto BY, Dewi NP, Vani AT, Ulfah FC. The Effectiveness of 80% Kefir Gel Against The Overview The Number of Fibroblasts in Healing Cuts Mice (*Mus Musculus*). *Jurnal Kesehatan Prima*. 2022 Feb 1;16(1):18.
10. Jeschke MG, van Baar ME, Choudhry MA, Chung KK, Gibran NS, Logsetty S. Burn injury. *Nat Rev Dis Primers*. 2020 Dec 1;6(1):1–25.
11. Sanjaya GRW, Linawati NM, Arijana IGKN, Wahyuniari IAI, Wiryawan IGNS. Flavonoid dalam Penyembuhan Luka Bakar pada Kulit. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 2023 Apr 2;5(2).
12. Mundriyastutik Y, Choirul Muslimah A, Tri Lestari D. Penyembuhan Luka Bakar Dengan Sediaan Topikal Spray Gel Ekstrak Daun Peletakan (*Ruellia Tuberosa* L) Pada Tikus Putih (*Wistar*). *Indonesia Jurnal Farmasi*. 2023;8(2):84–92.
13. Chhabra J, Chopra H, Pahwa R, Raina N, Wadhwa K, Saini S, et al. Potential of nanoemulsions for accelerated wound healing: innovative strategies. Vol. 109, *International Journal of Surgery*. Wolters Kluwer Health; 2023. p. 2365–77.

14. Hosny KM, Alhakamy NA, Sindi AM, Khallaf RA. Coconut oil nanoemulsion loaded with a statin hypolipidemic drug for management of burns: Formulation and in vivo evaluation. *Pharmaceutics*. 2020 Nov 1;12(11):1–16.
15. Reza Bahlia M, Bayu Rizaldy M, Tim R, Muara Batu K, Aceh Utara K. Luka Bakar. *Vitalitas Medis : Jurnal Kesehatan dan Kedokteran*. 2025;2(1):61–71.
16. World Health Organization (WHO). Burns. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/burns>. . 2018.
17. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (KEMENKES RI). Laporan Nasional Riskeudas 2018. <https://repository.badankebijakan.kemkes.go.id/id/eprint/3514/1/Laporan%20Riskeudas%202018%20Nasional.pdf>. 2019. p. 256.
18. Mofazzal Jahromi MA, Sahandi Zangabad P, Moosavi Basri SM, Sahandi Zangabad K, Ghamarypour A, Aref AR, et al. Nanomedicine and advanced technologies for burns: Preventing infection and facilitating wound healing. Vol. 123, *Advanced Drug Delivery Reviews*. Elsevier B.V.; 2018. p. 33–64.
19. Ulayya HF, Suwele YAL, Junior EI, Rinjani NA, Izat S, Suprpto S. Pemanfaatan Lendir Bekicot Afrika (*Achatina fulica*) sebagai Obat Luka Bakar Berbasis Nanoemulsi. *Kartika : Jurnal Ilmiah Farmasi*. 2019 May 24;6(2):91.
20. Yulia Sari E, Mutia C, Syuhada Fitri Z, Talitha Nabila Sakhi R, Maharini I, Studi Farmasi P. Formulasi Sediaan Nanoemulgel dari Ekstrak Resin Jernang (*Daemonorops draco* (Wild.)) untuk Penyembuhan Luka Bakar pada Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*) Formulation of Nanoemulgel Preparation from Jernang Resin Extract (*Daemonorops draco* (Wild.)) for Healing Burn Wounds in Male White Rats (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Farmasimed (JFM)* [Internet]. 2025 Apr 30;7(2):371–80. Available from: <https://ejournal.medistra.ac.id/index.php/JFM>
21. Permadi A, Hadi M, Suharto TE, Putri MW. Review: Formulasi dan Karakteristik Nanoemulsi Bahan Alam Dalam Peningkatan Keefektifitasan Terapeutik. Seminar Nasional Inovasi dan Teknologi (SEMNASINTEK). 2024 Nov 27;144–50.
22. Suryaman IS, Sulastri L, Astuti EN, Delviyanti E, Senja RY, Tomi T. Review: Isolation of Gelatin from Several Types of Fish. *Indonesian Journal of Pharmaceutics* [Internet]. 2025 Jul 26 [cited 2025 Aug 30];7(1):46–52. Available from: <http://journal.unpad.ac.id/IdJP>
23. Darmawan M, Sumiwi A. NARRATIVE REVIEW: EVALUASI STRATEGI TAPERING OFF PADA PENGGUNAAN KORTIKOSTEROID JANGKA PANJANG. *Farmaka* [Internet]. 2025 [cited 2025 Aug 30];23(1):1–7. Available from: <https://jurnal.unpad.ac.id/farmaka/article/view/62191>
24. Desbrianto D, Ulfa AM, Lestari YE. Uji Stabilitas Formulasi Spray Nanoemulsi Variasi Polietilen Glikol 400 Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Sebagai Tabir Surya Stability Test Of Spray Nanoemulsion Formulation Polyethylene Glycol Variation 400 Telang Flower Extract (*Clitoria ternatea* L.) As Sunscreen. *Jurnal*

- Farmasi Malahayati [Internet]. 2024 Jan [cited 2025 Aug 9];7(1):132–45. Available from: <https://ejournalmalahayati.ac.id/index.php/farmasi/article/view/11439>
25. Dolgachev VA, Ciotti S, Liechty E, Levi B, Wang SC, Baker JR, et al. Dermal Nanoemulsion Treatment Reduces Burn Wound Conversion and Improves Skin Healing in a Porcine Model of Thermal Burn Injury. *Journal of Burn Care and Research*. 2021 Nov 1;42(6):1232–42.
 26. Gul H, Naseer RD, Abbas I, Khan EA, Rehman HU, Nawaz A, et al. The Therapeutic Application of Tamarix aphylla Extract Loaded Nanoemulsion Cream for Acid-Burn Wound Healing and Skin Regeneration. *Medicina (Lithuania)*. 2023 Jan 1;59(1).
 27. Ningrum WP, Jafar G, Pramudiahwardani AR, Kusriani H, Farmasi F, Kencana UB. Science Midwifery Formulation and characterization of nanoemulgel of ethanol extract of bay leaves (*Syzygium polyanthum*) as an anti-burn agent using the hot plate method using white wistar rats [Internet]. Vol. 13, *Science Midwifery*. Online; 2025. Available from: www.midwifery.iocspublisher.orgJournalhomepage:www.midwifery.iocspublisher.org
 28. Tanjung SA, Silalahi J, Reveny J. Wound Healing Activity of Nanoemulgel Containing *Artocarpus lakoocha* Roxb. Extract on Burns Model in Rat. *Open Access Maced J Med Sci*. 2022 Apr 16;10(A):725–33.
 29. Vater C, Bosch L, Mitter A, Göls T, Seiser S, Heiss E, et al. Lecithin-based nanoemulsions of traditional herbal wound healing agents and their effect on human skin cells. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. 2022 Jan 1;170:1–9.
 30. Manohar G, Srivastava P. Translational potential of nanoemulsion in wound healing – From discovery to product commercialization. Vol. 7, *Next Nanotechnology*. Elsevier B.V.; 2025.
 31. Cao Z, Chen J, Cannon J, Meyer Z, Li Y, Ouyang W, et al. Nanoemulsion is an effective antimicrobial for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in infected swine skin burn wounds. *Microbiol Spectr*. 2024 Nov 5;12(11).
 32. Pavoni L, Perinelli DR, Bonacucina G, Cespi M, Palmieri GF. An overview of micro- and nanoemulsions as vehicles for essential oils: Formulation, preparation and stability. Vol. 10, *Nanomaterials*. MDPI AG; 2020.
 33. Sailaja AK. Formulation and Evaluation of Aspirin Nanosuspension Using Probe Sonication Method. *International Journal of Clinical Case Reports and Reviews*. 2023 Jun 30;14(1):01–4.
 34. Giri VP, Pandey S, Shukla P, Gupta SC, Srivastava M, Rao CV, et al. Facile Fabrication of Sandalwood Oil-Based Nanoemulsion to Intensify the Fatty Acid Composition in Burned and Rough Skin. *ACS Omega*. 2024 Feb 13;9(6):6305–15.

35. Rizki T, Yasni S, Muhandri T, Yuliani S. Synthesis of Nanoemulsion from Mangosteen Rind Extract by High-Energy Method. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 2023;34(1):109–18.
36. Munawiroh SZ, Handayani FS, Nugroh BH. Optimasi Formulasi Nanoemulsi Minyak Biji Anggur Energi Tinggi dengan Box Behnken Design (BBD). *Majalah Farmasetika*. 2020 Jan 23;4.
37. Redhita LA, Beandrade MU, Putri IK, Anindita R. Formulasi Dan Evaluasi Nanoemulsi Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum L.*) Dengan Variasi Konsentrasi Tween 80. *Jurnal Mitra Kesehatan*. 2022 Jul 9;4(2):80–91.
38. Imanto T, Prasetiawan R, Wikantyasning ER. Formulasi dan Karakterisasi Sediaan Nanoemulgel Serbuk Lidah Buaya (*Aloe Vera L.*). *Pharmacon: Jurnal Farmasi Indonesia* [Internet]. 2019;16(1):28–37. Available from: <http://journals.ums.ac.id/index.php/pharmacon>
39. Priani SE, Putri CA, Eka Darma GC, Mulkiya K, Syafnir L. Formulasi Nanoemulsi Antioksidan Mengandung Ekstrak Etanol Teh Hijau dan Minyak Calendula. *Majalah Farmasetika*. 2024 Jan 9;9(2):193.
40. Budiarto W, Nur Rochmah N, Setiyabudi L. Formulasi Sediaan Nanoemulsi Ekstrak Daun Mangrove *Avicennia Marina* Dengan Virgin Coconut Oil Sebagai Fase Minyak. *Journal of Pharmacy UMUS*. 2020;2(01):36–43.
41. Norihsan M, Yaacob M, Megantara S. ARTIKEL REVIEW: UJI AKTIVITAS DAN EFEK FARMAKOLOGI DAUN SALAM (*Eugenia polyantha*). *Farmaka* [Internet]. 2018 [cited 2025 Aug 9];16(3):44–54. Available from: <https://jurnal.unpad.ac.id/farmaka/article/view/17319>
42. Sunani S, Hendriani R. Indonesian Journal of Biological Pharmacy Review Article: Classification and Pharmacological Activities of Bioactive Tannins. *Indonesian Journal of Biological Pharmacy* [Internet]. 2023 Aug 30;3(2):130–6. Available from: <https://jurnal.unpad.ac.id/ijbp>
43. Ali M, Alhazmi HA, Ansari SH, Hussain A, Ahmad S, Alam MS, et al. *Tamarix aphylla (L.) karst.* phytochemical and bioactive profile compilations of less discussed but effective naturally growing Saudi plant. In: *Plant and Human Health: Pharmacology and Therapeutic Uses*. Springer International Publishing; 2019. p. 343–52.
44. Dwi A, Andini A, Simanullang G, Damayanti D, Karim A. Ethanol Extract Burn Gel Formulation of Bay Leaves (*Syzygium polyanthum (Wight.) Walp.*). *Jurnal Aisyah: Jurnal Ilmu Kesehatan* [Internet]. 2024;9(1):358–71. Available from: <https://scholar.google.com/citations?user=sEHTqi0AAAAJ&hl=en>
45. Pham AVT, Luong AQ, Dao DKT, Nguyen VND, Nguyen TC, Dao TT, et al. Wound Healing Effects of Liposomal Nanocurcumin and PL Pro Nanocurcumin on Thermal Burn and Skin Ulcer. *Open Dermatol J*. 2024 May 20;18(1).

46. Wathoni N. Alasan Kurkumin Efektif Mempercepat Penyembuhan Luka di Kulit. *Majalah Farmasetika*. 2016;1(3).
47. Kumari M, Nanda DK. Potential of Curcumin nanoemulsion as antimicrobial and wound healing agent in burn wound infection. *Burns* [Internet]. 2023 [cited 2025 Aug 9];49(5):1003–16. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305417922002789>
48. Alam P, Shakeel F, Anwer MK, Foudah AI, Alqarni MH. Wound Healing Study of Eucalyptus Essential Oil Containing Nanoemulsion in Rat Model. *J Oleo Sci*. 2018 Aug 1;67(8):957–68.
49. Shiekh RAE, Atwa AM, Elgindy AM, Mustafa AM, Senna MM, Alkabbani MA, et al. Therapeutic applications of eucalyptus essential oils. Vol. 33, *Inflammopharmacology*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2025. p. 163–82.
50. Čmiková N, Galovičová L, Schwarzová M, Vukic MD, Vukovic NL, Kowalczewski PŁ, et al. Chemical Composition and Biological Activities of Eucalyptus globulus Essential Oil. *Plants*. 2023 Mar 1;12(5).
51. Saputra D. Tinjauan Komprehensif tentang Luka Bakar: Klasifikasi, Komplikasi dan Penanganan. *Scientific Journal* [Internet]. 2023 Sep 26 [cited 2025 Aug 29];2(5):197–208. Available from: <http://journal.scientic.id/index.php/sciena/issue/view/12>
52. Mardiyah M, Khairunisa L, Nurjanah VO, Maulud D, Putri SA, Ambardhani N, et al. Uji Aktivitas Antioksidan Nano Spray Gel Ekstrak Daun Singkong (*Manihot esculenta*). *Majalah Farmasetika*. 2024 Sep 30;9(5):489–505.
53. Fauziah F, Aldila S. Nanotechnology in Wound Healing: An Overview of Nanoemulsions and Their Therapeutic Potential. *International Journal of Pharmaceutical Research and Applications* [Internet]. 2024 Aug;9(4):1203–8. Available from: www.ijprajournal.com
54. Anjani FA, Feranisa A, Pratiwi R. The Effect Of Soybean Extract Nanoemulgel (*Glycine max* (L.) Merrill) On The Number Of Fibroblasts In The Healing Process Of Traumatic Ulcers (In Vivo Study on White Wistar Rats). *Jurnal Medali*. 2025 Feb 20;7(1):1.

