



9 772686 250000

e-ISSN : 2686-2506

Majalah Farmasetika, 10 (5) 2025, 328-342
<https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v10i5.65853>

Artikel Review



Potensi Sediaan Nanogel dari Bahan Alami dalam Regenerasi Jaringan: Strategi Baru Pengobatan Luka Bakar

Benni Iskandar^{1,2,3*}, Amanda Herlina Putri¹, Atika Nurfadhila Mardani¹, Erra Manisa Putri¹, Evlyn Cyntia Uli Tamba¹, Firda Aulia¹, Sriayu Rahmadani¹, Wigati Handini¹, Windya Wulandari¹, Zely Rahman Utami¹, Citra Safitri Wirman⁴

¹Program Studi S1 Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau, Indonesia

²Program Studi D3 Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau, Indonesia

³Departemen Teknologi Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Riau, Indonesia

⁴Program Studi Magister Ilmu Biomedis Fakultas Kedokteran, Universitas Riau, Indonesia

*E-mail : benniiskandar@stifar-riau.ac.id

(Submit 01/08/2025, Revisi 09/082025, Diterima 28/08/2025, Terbit 28/09/2025)

Abstrak

Luka bakar adalah cedera pada jaringan kulit yang timbul akibat paparan terhadap panas, zat kimia, arus listrik atau radiasi dan sering kali menyebabkan peradangan, infeksi serta kehilangan fungsi kulit. Penanganan luka bakar yang efektif memerlukan sistem penghantaran obat yang mampu mempercepat regenerasi jaringan sekaligus mencegah terjadinya komplikasi. *Review* artikel ini merupakan studi literatur berdasarkan jurnal nasional dan internasional yang diterbitkan dalam lima tahun terakhir, dengan sumber data dari Science Direct, PubMed, dan Google Scholar menggunakan kata kunci “Sistem Penghantaran Obat Nanogel”, “Ekstrak”, dan “Luka Bakar”. Dari 280 artikel yang ditemukan, dilakukan proses penyaringan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, hingga diperoleh 10 artikel utama sebagai bahan telaah. Salah satu pendekatan inovatif yang dikaji adalah pemanfaatan ekstrak bahan alam yang kaya akan senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin dan terpenoid yang memiliki aktivitas antiinflamasi, antimikroba dan antioksidan. Untuk meningkatkan stabilitas serta efektivitas terapeutik senyawa aktif tersebut, formulasi berbasis nanopartikel menjadi strategi yang menjanjikan karena mampu melindungi bahan aktif dari degradasi serta meningkatkan penetrasi ke jaringan target. Selain itu, sistem penghantaran berbasis gel memberikan keuntungan tambahan berupa kemudahan aplikasi, daya rekat tinggi pada permukaan luka, serta pelepasan obat yang terkontrol. Kombinasi ekstrak bahan alam dalam bentuk nanopartikel yang diformulasikan dalam basis gel menunjukkan potensi besar sebagai sistem penghantaran obat topikal yang efektif dan aman untuk terapi luka bakar.

Kata kunci: Sistem Penghantaran Obat, Nanogel, Ekstrak, Luka Bakar,

Pendahuluan

Kulit merupakan organ paling luar dari tubuh yang berfungsi sebagai penghalang fisik utama antara lingkungan eksternal dan sistem internal tubuh. Sebagai organ vital, kulit tidak hanya berfungsi sebagai pelindung tetapi juga mencerminkan status kesehatan dan kondisi fisiologis individu. Struktur kulit bersifat kompleks, elastis serta memiliki sensitivitas tinggi terhadap rangsangan (1). Salah satu permasalahan kulit yang umum dijumpai adalah terjadinya luka, termasuk di antaranya luka bakar yang merupakan salah satu jenis luka dengan tingkat keparahan bervariasi (2).

Luka bakar adalah cedera pada jaringan kulit yang terjadi akibat paparan sumber panas, seperti sinar matahari, cairan panas, api, listrik atau bahan kimia (2). Berdasarkan derajat keparahan dan kedalaman jaringan yang terkena, luka bakar dikategorikan ke dalam tiga tingkatan. Derajat pertama luka bakar ditandai dengan kerusakan superfisial yang terbatas pada lapisan epidermis dan umumnya disertai rasa nyeri. Pada luka bakar derajat kedua, cedera melibatkan epidermis dan sebagian lapisan dermis serta biasanya ditandai dengan munculnya vesikula atau lepuh (3). Sementara itu, luka bakar derajat ketiga mencakup kerusakan yang lebih dalam, melibatkan seluruh lapisan epidermis, dermis hingga jaringan subkutan. Pada kondisi ini, struktur vaskular seperti kapiler dan vena sering mengalami karbonisasi, yang menyebabkan penurunan aliran darah ke jaringan yang terdampak (4).

Penatalaksanaan luka kronis hingga saat ini masih banyak bergantung pada penggunaan senyawa kimia sintesis seperti antiinflamasi golongan kortikosteroid dan antibiotik. Namun, penggunaan obat-obatan sintesis ini memiliki sejumlah keterbatasan, di antaranya harga yang relatif tinggi, potensi efek samping yang tidak diinginkan serta efektivitas yang kurang optimal dalam mempercepat penyembuhan luka kronis. Selain itu, sebagian besar agen terapeutik tersebut umumnya hanya berfungsi sebagai antiseptik atau stimulan angiogenesis tanpa secara komprehensif mempertimbangkan aktivitas penyembuhan luka (*wound healing*) secara menyeluruh (5). Proses penyembuhan luka berlangsung melalui tiga fase utama yaitu fase inflamasi, fase proliferasi dan fase maturasi. Namun, pada luka kronis, mekanisme penyembuhan ini dapat terhambat atau bahkan gagal, yang sering kali ditandai dengan pembentukan biofilm oleh koloni mikroorganisme (4). Salah satu pendekatan alternatif yang menjanjikan adalah pemanfaatan bahan alam yang telah terbukti memiliki aktivitas mendukung proses penyembuhan luka. Senyawa bioaktif yang terkandung dalam bahan alami dapat mempercepat regenerasi sel dan jaringan serta umumnya memiliki profil toksisitas yang lebih rendah dibandingkan dengan agen sintesis (5).

Luka bakar adalah jenis cedera jaringan yang disebabkan oleh kontak langsung dengan berbagai sumber panas, termasuk air panas, api, bahan kimia, listrik maupun radiasi (2). Berdasarkan kedalaman kerusakannya, luka bakar diklasifikasikan ke dalam beberapa tingkatan, salah satunya adalah luka bakar parsial, yaitu ketika kerusakan hanya terjadi pada lapisan epidermis sementara dermis tetap utuh. Pada tingkat yang lebih parah, dikenal sebagai luka bakar total, dimana kerusakan meluas hingga melibatkan sebagian jaringan dermis yang dapat menyebabkan kehilangan cairan dan protein tubuh dalam jumlah signifikan (1).

Penyembuhan luka bakar berlangsung secara bertahap melalui tiga fase utama, yaitu fase inflamasi, fase proliferasi dan fase maturasi (6). Penatalaksanaan luka bakar umumnya difokuskan pada pemberian terapi topikal yang bertujuan mempercepat regenerasi jaringan yang rusak. Dalam praktik sehari-hari, penggunaan obat tradisional berbahan dasar alami masih banyak dipilih oleh masyarakat sebagai alternatif pengobatan. Pilihan ini didorong oleh beberapa faktor, seperti ketersediaannya yang mudah tanpa memerlukan resep medis, kemungkinan untuk diramu secara mandiri, biaya yang relatif terjangkau serta kemudahan dalam membudidayakan tanaman obat secara pribadi (1).

Saat ini sudah banyak alternatif pengobatan luka bakar, salah satunya dalam bentuk gel. Namun banyak produk gel luka bakar masih mengandung komponen kimia yang berpotensi menimbulkan efek merugikan terhadap kesehatan kulit. Seperti resorsinol yang biasa digunakan untuk mengatasi luka bakar. Namun, jika digunakan secara berlebihan, zat ini dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, seperti sakit kepala, sesak napas, kejang hingga detak jantung tidak teratur. Salah satu pendekatan dalam penanganan luka adalah melalui penggunaan balutan luka, namun balutan tradisional seringkali menghadapi berbagai keterbatasan dalam hal kenyamanan dan efektivitas. Saat ini, berbagai jenis balutan modern telah dikembangkan untuk meningkatkan kemudahan penggunaan serta mempercepat proses penyembuhan luka. Salah satu contoh balutan luka secara modern yang banyak digunakan adalah hidrogel (7). Hidrogel merupakan sediaan topikal yang sangat ideal untuk penutupan luka karena mampu mempertahankan kelembapan pada area luka, menciptakan efek dingin serta membantu mengurangi pembengkakan di sekitar jaringan yang terluka (8).

Indonesia merupakan negara dengan keanekaragaman hayati yang tinggi (9), termasuk berbagai jenis tumbuhan obat yang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai agen terapeutik dalam penyembuhan luka (10). Beberapa sumber daya alam yang telah digunakan secara empiris sebagai agen penyembuh luka antara lain daun binahong dan kayu manis (11,12). Binahong merupakan tanaman merambat dengan morfologi daun berbentuk jantung (13), yang diketahui mengandung senyawa aktif seperti saponin triterpenoid, flavonoid dan minyak atsiri (14). Saponin diketahui memiliki aktivitas antiinflamasi sedangkan asam ursolat berperan dalam proses remodeling matriks dengan mempercepat sintesis kolagen. Flavonoid sendiri berfungsi sebagai antioksidan yang mampu menangkal radikal bebas (15). Di sisi lain, kayu manis dikenal sebagai tanaman rempah yang banyak dimanfaatkan secara tradisional, terutama bagian kulit batangnya. Tanaman ini mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti sinamaldehid dan eugenol. Sinamaldehid memiliki aktivitas angiogenik yang dapat mempercepat fase proliferasi dalam proses regenerasi jaringan (16). Selain itu, senyawa ini juga menunjukkan aktivitas antibakteri spektrum luas serta kemampuan antibiofilm yang signifikan (17).

Nanoteknologi memungkinkan sistem penghantaran obat yang lebih efisien akibat ukuran partikel yang sangat kecil (<1000 nm) sehingga mampu meningkatkan bioavailabilitas obat yang rendah serta memungkinkan pelepasan zat aktif secara lebih terarah dan terkendali (18,19). Nanopartikel serunai telah diformulasikan ke dalam

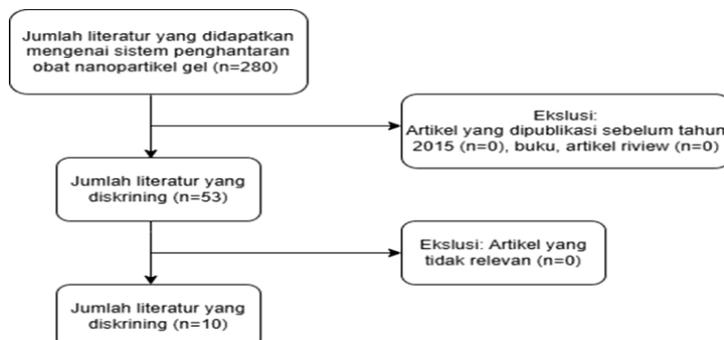
bentuk sediaan hidrogel dengan menggunakan basis Carbopol 980 dalam rasio tertentu. Pemilihan Carbopol 980 sebagai matriks pembentuk gel didasarkan pada kemampuannya menghasilkan sediaan yang jernih dan berkilau menjaga kompatibilitas serta stabilitas bahan aktif dan memberikan viskositas yang sesuai untuk aplikasi topikal (20).

Nanopartikel perak (Ag^0) telah diidentifikasi sebagai agen antibakteri baru dengan spektrum aktivitas yang luas dan tingkat risiko resistensi yang sangat rendah (21,22). Partikel ini efektif dalam mengeliminasi berbagai jenis bakteri, baik Gram-negatif maupun Gram-positif, termasuk *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus subtilis* (23). Mekanisme kerjanya melibatkan akumulasi nanopartikel pada permukaan sel bakteri, diikuti penetrasi ke dalam membran sel yang mengakibatkan kerusakan struktur intraseluler dan biomolekuler. Proses ini menimbulkan toksisitas seluler yang berujung pada kematian sel bakteri (24). Sintesis nanopartikel perak umumnya dilakukan melalui metode reduksi kimia, menggunakan natrium sitrat sebagai agen pereduksi dan gelatin sebagai penstabil. Metode ini dinilai paling efisien karena prosedurnya yang sederhana, biaya rendah, waktu reaksi yang singkat serta tidak memerlukan suhu tinggi (25).

Dengan mempertimbangkan kompleksitas proses penyembuhan luka bakar dan tantangan dalam pengantaran obat yang efektif, penggunaan sistem penghantaran berbasis nanopartikel dalam formulasi gel menjadi pendekatan inovatif yang menjanjikan. Teknologi ini memungkinkan peningkatan penetrasi zat aktif ke dalam jaringan kulit, perlindungan terhadap degradasi senyawa aktif, serta pelepasan obat yang terkontrol. Oleh karena itu, ulasan ini akan membahas secara mendalam berbagai formulasi gel berbasis nanopartikel yang telah dikembangkan untuk pengobatan luka bakar, mencakup jenis nanopartikel yang digunakan, karakteristik formulasi, efektivitas penyembuhan, serta tantangan dan prospek ke depannya.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyusunan artikel review ini adalah mengkaji literatur internasional dengan tahun penerbitan jurnal 5 (lima) tahun terakhir (2020-2025). Penelusuran literatur dilakukan menggunakan mesin pencari melalui Science Direct, Google Scholar, dan Publish or Perish. Kata kunci yang digunakan pada pencarian adalah "Sistem Penghantaran obat", "Nanogel", "Ekstrak" dan "Luka bakar".



Gambar 1. Alur Bagan Alir Review

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil telaah pustaka terhadap berbagai penelitian mengenai formulasi gel berbasis nanopartikel untuk pengobatan luka bakar, diketahui bahwa penggunaan sistem penghantaran obat berbasis nanopartikel menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan dengan formulasi topikal konvensional. Keunggulan tersebut meliputi peningkatan penetrasi bahan aktif ke jaringan kulit yang terdampak, pelepasan obat yang lebih terkontrol, peningkatan bioavailabilitas, serta pengurangan risiko iritasi yang umumnya terjadi pada terapi luka bakar. Berdasarkan telaah pustaka terhadap berbagai penelitian mengenai formulasi gel berbasis nanopartikel untuk pengobatan luka bakar, sistem penghantaran obat ini terbukti menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan formulasi topikal konvensional. Pada model hewan, gel berbasis *nanostructured lipid carriers* (NLC)–kurkumin menunjukkan percepatan penutupan luka yang signifikan, yaitu 60,4% pada hari ke-7 dan 93,7% pada hari ke-14, dibandingkan gel kurkumin biasa (51,6% dan 88,9%) maupun kontrol (31,9% dan 65,2%). Secara *ex vivo*, nanoemulgel kurkumin meningkatkan *percutaneous flux* hingga ~6 kali lipat dibanding gel konvensional (13,74 vs 2,19 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{jam}$), yang mencerminkan peningkatan bioavailabilitas lokal secara signifikan. Formulasi berbasis NLC juga mampu memberikan pelepasan obat berkelanjutan hingga 48 jam dengan *entrapment efficiency* mencapai 99,8%, sehingga mengurangi risiko iritasi akibat fluktuasi kadar obat. Bukti klinis menunjukkan bahwa beberapa intervensi modern berbasis sistem nano, seperti Acticoat atau liposom-gel PVP-iodin, mampu memperpendek waktu penyembuhan luka bakar dibanding silver sulfadiazine (SSD), dengan perbedaan rata-rata -4,26 hari dalam meta-analisis 11 uji klinis acak. Temuan ini diperkuat dengan laporan deposisi kulit yang lebih tinggi (~5 kali lipat) pada gel berbasis nanopartikel dibanding gel konvensional, yang secara keseluruhan menggarisbawahi potensi formulasi gel nanopartikel dalam meningkatkan penetrasi, mengontrol pelepasan, mempercepat penyembuhan, dan meminimalkan efek samping pada terapi luka bakar (11, 24, 25).

Jenis-jenis nanopartikel yang umum digunakan dalam formulasi gel untuk penyembuhan luka bakar antara lain nanopartikel lipid, nanopartikel polimerik, nanoemulsi, nanogel, dan nanopartikel logam seperti nanopartikel perak (*silver nanoparticles*). Nanopartikel ini berfungsi sebagai sistem penghantaran yang dapat meningkatkan efektivitas bahan aktif, khususnya jika dikombinasikan dengan ekstrak alami yang memiliki aktivitas antimikroba, antiinflamasi dan mempercepat regenerasi jaringan kulit (26).

Penggunaan ekstrak tumbuhan dalam formulasi gel berbasis nanopartikel juga menjadi pendekatan yang menjanjikan dalam terapi luka bakar karena kandungan bioaktifnya mampu berperan sebagai agen penyembuh alami sekaligus meningkatkan kualitas perawatan luka. Penggunaan ekstrak tumbuhan dalam formulasi gel berbasis nanopartikel menjadi pendekatan menjanjikan dalam terapi luka bakar, karena kandungan bioaktifnya memberikan efek terapeutik yang spesifik, seperti flavonoid yang bersifat antiinflamasi, tanin yang bekerja sebagai astringen untuk mengurangi eksudat dan melindungi jaringan, serta saponin yang merangsang pembentukan kolagen.

Sistem nanopartikel membantu melindungi senyawa aktif ini dari degradasi, meningkatkan penetrasinya ke jaringan luka, dan memungkinkan pelepasan terkontrol sehingga mempercepat proses penyembuhan (24,26).

Tabel 1. Hasil studi literatur

No	Judul Artikel	Jenis Penghantaran Obat	Sistem Aplikasi Biomedis	Bahan Aktif	Basis Gel	Referensi
1	Formulasi Sediaan Nanopartikel Lipid Ekstrak Daun Binahong (<i>Anredera cordifolia</i> (Ten.) Steenis)	Nanopartikel (lipid dan nanoparticle)	Pembalut luka penyembuhan luka, memberikan efek penyembuhan luka lebih cepat dibandingkan dengan <i>marker</i>	Ekstrak daun binahong (<i>Anredera cordifolia</i> , khususnya kandungan asam ursolat binahong	Basis gel: Carbopol 940 Konsentrasi bahan aktif: 5% dan 10% ekstrak daun binahong	Dwiastut, R., & Ardiyati, S. E. (2020)
2	Formulasi dan Evaluasi Hidrogel Ekstrak Daun Serunai (<i>Chromolaena odorata</i> L.) dengan Variasi Konsentrasi Polimer Carbopol 980	Nano hidrogel, kombinasi nanopartikel dan hidrogel sebagai sistem penghantaran topikal	Pembalut luka penyembuhan luka, karena memberikan efek dingin dan mengandung zat aktif antibakteri	Ekstrak daun serunai (<i>Chromolaena odorata</i> L.), optimum: 0,5% mengandung flavonoid, tanin, dan saponin	Basis gel: Carbopol 980 Konsentrasi: optimum: 0,5% Formula ideal adalah Carbopol 980	Nabillah, S., & Noval, Hidayah, N. (2022)
3	Navasca (gel nanopartikel kombinasi ekstrak daun psidium guajava dan ekstrak kulit <i>allium ascalonicum</i>) untuk penyembuhan luka bakar derajat II pada rattus norvegicus	Nanopartikel	Senyawa flavonoid dan alkaloid pada daun jambu biji dan kulit bawang merah terbukti memiliki sifat antiinflamasi dan antiseptik, terlihat dari area luka bakar yang tidak mengalami peradangan dan infeksi sehingga mempercepat penyembuhan luka bakar.	flavonoid dan alkaloid	dan Na-CMC gram	5 Widiyari Putri, Destrina dan Kanna Diashifa, Malila. (2024)

4	Nano- Androcerum: Inovasi <i>Wound Healing</i> Gel Dari Nanopartikel Daun Binahong dan Kayu Manis Pada Luka Kronis	Nanopartikel	Penggunaan Nano-Androcerum langsung diaplikasikan pada daerah luka kronis. Hidrogel disini akan berperan sebagai wound dressing selama aktivitas senyawa dari daun binahong dan kayu manis bekerja.	flavonoid dari karbopol daun binahong, (0,834%, sinamaldehyd 0,834%, dari kayu manis gelatin (0,417%, 0,767%, 0,417%), CMC (0,600%, 0,300%, 0,300%)	Arief, <i>et al.</i> (2020)
5	Uji Aktivitas Sediaan topikal Terapi Salep Ekstrak berbasis salep, penyembuhan luka bakar derajat II pada (<i>Ipomoea batatas</i> L.) untuk zat aktif (sebagai ke hewan uji). Luka Bakar pada permukaan kulit luka.	Sediaan topikal Terapi salep, penyembuhan luka bakar derajat II pada (<i>Ipomoea batatas</i> L.), flavum dan yang mengandung flavonoid, saponin, dan polifenol.	Ekstrak etanol Basis salep Usman, Y., & Hasma, A. (2024) adalah vasetin N. (2024) dan alba, tiga yang mengandung variasi konsentrasi ekstrak:	F1: 25% ekstrak F2: 35% ekstrak F3: 45% ekstrak Formula F3 (45%) menunjukkan aktivitas penyembuhan luka paling baik.	

6	<p>Formulasi dan Sistem Karakterisasi nanopartikel Nanopartikel kitosan Ekstrak Kitosan Daun Dadap Serep (<i>Erythrina subumbrans</i>) Sebagai Kandidat Herbal Antimastitis.</p> <p>Dadap metode gelasi untuk yang perah, dengan tujuan sebagai sistem mengatasi peradangan untuk yang meningkatkan disebabkan stabilitas dan oleh infeksi efektivitas bakteri. senyawa flavonoid dari ekstrak daun dadap serep.</p>	<p>Digunakan sebagai kandidat herbal serep (<i>Erythrina subumbrans</i>), dengan tujuan mengatasi peradangan yang disebabkan oleh infeksi bakteri.</p>	<p>Ekstrak etanol Basis daun dadap nanopartikel serep dibuat dari kitosan dan NaTPP (Natrium Tripolifosfat) dengan konsentrasi saponin, tanin, dan alkaloid sebagai berikut:</p> <p>Formula 1: Kitosan 0,08 g : NaTPP 0,01 g (rasio 8:1)</p> <p>Formula 2: Kitosan 0,10 g : NaTPP 0,01 g (rasio 10:1)</p> <p>Formula 3: Kitosan 0,12 g : NaTPP 0,01 g (rasio 12:1)</p> <p>Formula terbaik berdasarkan uji FTIR adalah formula dengan kitosan 0,12 gram.</p>	<p>Lestari, Nita, P., & M. Tegar, dan (2024).</p>
7	<p><i>Formulation and Evaluation of Silver Nanoparticles Gel</i></p> <p>Gel nanopartikel perak (silver nanoparticles) menggunakan metode reduksi kimia diformulasikan untuk aplikasi topikal</p>	<p>Antibakteri (silver untuk pengobatan jerawat, menargetkan bakteri dan penyebab jerawat seperti Staphylococcus aureus)</p>	<p>Nanopartikel Basis perak (silver Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC) Konsentrasi terbaik: 15% HPMC dalam formula F3)</p>	<p>Edityaningrum, A., Oktafiani, A. T., & Widiyastuti, L. (2023)</p>
8	<p>Uji Sifat Fisik Sediaan Sediaan Lulur Ekstrak Merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) Serta Uji Efektivitas Kelembaban (Moisture) dan Kehalusan (Evenness) pada Kulit</p>	<p>Meningkatkan kelembaban (moisture) dan kehalusan (evenness) kulit. Berfungsi sebagai antioksidan alami untuk menangkal radikal bebas dari paparan sinar UV</p>	<p>Ekstrak daun bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.). Mengandung antosianin, vitamin A, C, dan mineral alami sebagai antioksidan bebas alami.</p>	<p>Asam stearat, Setil alkohol, Sorbitol, Propilen glikol, Trietanolamin, Metil paraben, Eksfolian polyethylene, Aquadest, Parfum</p> <p>Iskandar, B. dkk., 2024)</p>

9	Formulasi dan Sistem Karakterisasi nanopartikel berbasis Ekstrak Daun Senggani (<i>Melastoma malabathricum</i> L.) Pada Berbagai Variasi Komposisi Kitosan Dengan Metode Gelasi Ionik	Antibakteri terhadap <i>Staphylococcus aureus</i> , dengan metode gelasi ionik	Ekstrak daun senggani (<i>Melastoma malabathricum</i> L.) dengan zona hambat rata-rata sebesar 9,8 mm	Basis: Kitosan (dalam larutan asam asetat 1%) dan NaTPP (sodium tripolyphosphate) Konsentrasi Optimum: Kitosan 0,08%, NaTPP 0,01%	A., P. I., I. Y., & F. (2023)	
10	Formulasi Fitosom Ekstrak Buah Jawa (<i>Tamarindus indica</i> L.) Meningkatkan Efektivitas Penetrasi Bahan Aktif	Gel Fitosom Ekstrak (Phytosome) Asam pengantaran berbasis fosfolipid meningkatkan penetrasi bioavailabilitas senyawa yang hidrofilik	Potensi untuk pengobatan topikal bakar Membantu meningkatkan penetrasi dan antioksidan alami aktif lapisan kulit Mengurangi stres oksidatif dan mempercepat proses penyembuhan luka	Ekstrak buah asam jawa (<i>Tamarindus indica</i> L.) Mengandung flavonoid, terutama kuersetin yang berperan sebagai antioksidan	Lesitin (phosphatidylcholine) Berperan sebagai pembentuk vesikel fitosom (umumnya digunakan dalam metode hidrasi lapis tipis)	Chandra D. et al (2024)

Sediaan topikal berupa gel nanopartikel lipid ekstrak daun binahong dikembangkan untuk mengoptimalkan efektivitas penghantaran senyawa bioaktif melalui lapisan kulit. Dalam formulasi ini, ekstrak daun binahong yang dikenal memiliki aktivitas penyembuhan luka dan sifat antiinflamasi, diformulasikan dalam bentuk nanopartikel lipid untuk meningkatkan stabilitas dan penetrasi bahan aktif ke dalam kulit. Penggunaan basis gel memberikan keuntungan berupa kemudahan aplikasi, kenyamanan penggunaan, serta kemampuan melekat yang baik di permukaan kulit. Studi ini menunjukkan bahwa ukuran partikel nanopartikel yang kecil memungkinkan distribusi yang lebih merata dan penetrasi yang lebih dalam, sementara stabilitas fisik dari sediaan tetap terjaga selama penyimpanan. Secara keseluruhan, sediaan gel nanopartikel lipid ekstrak daun binahong menunjukkan potensi yang baik sebagai produk farmasi topikal yang efektif dan stabil (27).

Penelitian Edityaningrum dan kolega telah menyampaikan topik penelitian secara jelas dengan fokus pada formulasi dan evaluasi nano hidrogel ekstrak daun serunai (*Chromolaena odorata* L.) menggunakan variasi konsentrasi Carbopol 980 (28). Studi ini juga memuat terkait hasil mulai dari proses ekstraksi, pembuatan nanopartikel, hingga formulasi dan evaluasi sediaan, dengan parameter penting yang berpengaruh seperti organoleptik, pH, viskositas, daya sebar, dan ukuran partikel (29).

Penelitian selanjutnya mengevaluasi efektivitas gel nanopartikel yang mengandung kombinasi ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava* L.) dan ekstrak kulit bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dalam mempercepat penyembuhan luka bakar derajat II pada tikus Wistar (*Rattus norvegicus*). Gel nanopartikel tersebut mengandung senyawa aktif seperti flavonoid dan alkaloid yang diketahui memiliki aktivitas antiinflamasi dan antiseptik sehingga berkontribusi dalam mempercepat proses regenerasi jaringan luka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi gel nanopartikel dengan kombinasi ekstrak daun jambu biji 1% dan ekstrak kulit bawang merah 30% menunjukkan efektivitas penyembuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol positif (Bioplacenton®) maupun kontrol negatif. Pengukuran diameter luka bakar menunjukkan bahwa kelompok perlakuan dengan gel nanopartikel mengalami penyembuhan luka bakar yang hampir setara dengan kontrol positif, dengan persentase efektivitas mencapai 92,86%. Penelitian ini juga menyoroti pentingnya pemanfaatan bahan alam dalam pengobatan luka bakar, dimana penggunaan nanopartikel dapat meningkatkan penyerapan senyawa aktif secara optimal, sehingga memberikan alternatif yang lebih aman dan efektif dibandingkan produk kimia sintesis yang berisiko bagi kesehatan kulit (7).

Luka kronis yang sulit sembuh dalam waktu lama, memerlukan pendekatan pengobatan yang lebih efektif, dan pemanfaatan bahan alam seperti daun binahong (*Anredera cordifolia*) dan kayu manis (*Cinnamomum verum*) menunjukkan potensi besar dalam mempercepat proses penyembuhan luka. Daun binahong diketahui mengandung senyawa bioaktif, antara lain flavonoid dan saponin, yang memiliki aktivitas antiinflamasi dan mempercepat pembentukan kolagen, sedangkan kayu manis mengandung sinamaldehyd yang mampu merangsang angiogenesis dan melawan infeksi dengan aktivitas antimikroba. Kombinasi kedua tanaman ini dalam bentuk sediaan nano gel memungkinkan penghantaran zat aktif yang lebih efisien dan penetrasi yang lebih baik ke dalam kulit, meningkatkan penyembuhan luka kronis dengan cara mengurangi peradangan, mendorong pembentukan jaringan baru, serta mencegah infeksi. Teknologi nanogel ini menawarkan solusi yang lebih aman dan efektif dibandingkan obat sintetik dalam pengobatan luka kronis (29).

Kombinasi ekstrak binahong (*Anredera cordifolia*) dan kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dalam nano-gel merupakan strategi potensial untuk luka bakar dan luka kronis. Binahong menyediakan flavonoid dan saponin yang bersifat antiinflamasi, antioksidan, dan stimulator kolagen, sedangkan kayu manis menyumbang sinamaldehyd dan eugenol yang bersifat antibakteri, antibiofilm, dan angiogenik. Sinergi keduanya menekan stres oksidatif, menghambat patogen, memutus biofilm, serta merangsang pembentukan pembuluh darah dan jaringan baru. Platform nano-gel hidrofilik meningkatkan penetrasi, pelepasan terkendali, dan menjaga kelembapan luka, sehingga mendukung lingkungan penyembuhan optimal. Formulasi menggunakan eksipien ramah kulit dengan pH terkontrol dan dipandang lebih aman dibanding nanopartikel perak, namun data toksikologi produk akhir belum tersedia (12). Uji keamanan preklinis dan klinis tetap diperlukan sebelum klaim penggunaan luas dapat dibenarkan.

Penelitian yang dilakukan oleh Lestari et al. (2024) bertujuan mengembangkan formulasi nanopartikel kitosan dari ekstrak daun dadap serep (*Erythrina subumbrans*) sebagai kandidat sediaan herbal untuk terapi mastitis pada sapi perah. Daun dadap serep diketahui mengandung senyawa flavonoid yang memiliki aktivitas antiinflamasi, namun kestabilannya terhadap paparan suhu dan cahaya relatif rendah. Kendala ini dapat diatasi melalui enkapsulasi dalam bentuk nanopartikel. Dalam penelitian tersebut, digunakan metode gelasi ionik dengan variasi rasio kitosan terhadap natrium tripolifosfat (NaTPP) masing-masing 8:1, 10:1, dan 12:1, guna memperoleh karakteristik nanopartikel yang optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nanopartikel dengan rasio 8:1 menghasilkan ukuran partikel yang optimal dan karakteristik yang mendukung aktivitas antiinflamasi (30).

Penelitian yang dilakukan oleh Usman et al. (2024) mengungkapkan bahwa sediaan salep yang mengandung ekstrak etanol daun ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) menunjukkan potensi yang signifikan dalam mempercepat proses penyembuhan luka bakar pada kelinci jantan. Efektivitas tersebut diduga berkaitan dengan kandungan senyawa bioaktif seperti saponin, flavonoid dan polifenol yang berperan dalam mekanisme regenerasi jaringan dan modulasi inflamasi. Hasil uji aktivitas menunjukkan bahwa formula salep dengan konsentrasi ekstrak 45% (F3) memberikan hasil penyembuhan yang paling baik, hampir setara dengan kontrol positif (bioplacenton). Penyembuhan luka pada kelinci yang diberikan salep F3 memerlukan waktu rata-rata 16,33 hari, lebih cepat dibandingkan dengan kontrol negatif yang hanya menggunakan basis salep yang membutuhkan waktu rata-rata 31,67 hari. Saponin berfungsi sebagai antiseptik, flavonoid memiliki sifat antiinflamasi dan antiseptik, sedangkan polifenol berperan sebagai adstringen, yang semuanya mendukung proses penyembuhan luka bakar secara efisien. Formula F3 yang mengandung ekstrak dengan konsentrasi tertinggi memberikan efek penyembuhan luka bakar yang paling efektif dan mendekati waktu penyembuhan yang optimal pada luka bakar derajat dua (31).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sintesis nanopartikel perak menggunakan metode reduksi kimia dengan natrium sitrat dan gelatin menghasilkan nanopartikel dengan ukuran yang optimal ($157,73 \pm 15,03$ nm) dan distribusi ukuran yang sempit, yang cocok untuk aplikasi topikal. Formulasi gel nanopartikel perak dengan variasi konsentrasi HPMC menunjukkan peningkatan viskositas seiring dengan peningkatan konsentrasi HPMC, yang menghasilkan gel yang lebih kental dan stabil. Meskipun daya sebar gel cenderung menurun, daya lekat gel meningkat, dengan formula terbaik ditemukan pada konsentrasi HPMC 15%, yang memberikan kestabilan fisik yang baik dan pH yang sesuai dengan kondisi kulit manusia. Hal ini menunjukkan potensi gel nanopartikel perak sebagai sediaan topikal yang efektif dengan sifat fisik yang optimal (31).

Penelitian ini mengembangkan sediaan lulur berbahan dasar ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan variasi konsentrasi 0,5%, 1%, dan 1,5%, yang kemudian diuji untuk mengevaluasi karakteristik fisik serta efektivitasnya dalam

meningkatkan kelembapan dan kehalusan kulit. Ekstrak daun bayam merah diketahui mengandung senyawa bioaktif seperti antosianin, vitamin C dan mineral yang berperan sebagai antioksidan dalam melindungi kulit dari kerusakan akibat radikal bebas. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sediaan lulur memenuhi kriteria fisik yang baik, meliputi homogenitas, pH dalam kisaran 5,7–5,9, daya sebar 5,3–5,6 cm serta tidak menimbulkan iritasi pada kulit. Uji efektivitas menggunakan skin analyzer juga menunjukkan peningkatan kelembapan dan kehalusan kulit pada formula dengan konsentrasi ekstrak bayam merah, yang membuktikan potensi ekstrak ini dalam perawatan kulit, terutama sebagai agen pelembab dan penghalus kulit (29).

Penelitian lainnya mengembangkan nanopartikel ekstrak daun senggani (*Melastoma malabathricum* L.) dengan menggunakan kitosan dan natrium tri-poli fosfat (NaTPP) melalui metode gelasi ionik untuk aplikasi penghantaran obat. Formula nanopartikel dioptimalkan menggunakan software Design Expert dengan metode Mixture Simplex Lattice, menghasilkan komposisi terbaik yang mengandung 0,08% kitosan dan 0,01% NaTPP dengan transmitan 91%. Karakterisasi menunjukkan ukuran partikel 97,4 nm dan zeta potensial -19,1 mV, yang mengindikasikan stabilitas partikel yang baik. Hasil pengujian antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* menunjukkan adanya zona hambat sebesar 9,8 mm, yang mengindikasikan potensi aktivitas antibakteri dari nanopartikel ekstrak daun senggani. Penelitian ini memberikan wawasan mengenai formulasi dan karakterisasi nanopartikel ekstrak daun senggani sebagai sistem penghantaran obat yang efektif dan stabil, dengan manfaat tambahan sebagai agen antibakteri (27).

Jurnal ini membahas penelitian mengenai formulasi dan karakterisasi nanopartikel ekstrak daun senggani (*Melastoma malabathricum* L.) menggunakan berbagai variasi komposisi kitosan dan metode gelasi ionik. Penelitian bertujuan untuk mengoptimalkan formulasi nanopartikel yang memiliki ukuran partikel yang sesuai dan stabilitas yang baik, yang dapat diterapkan sebagai penghantar obat. Formula optimum yang ditemukan mengandung 0,08% kitosan dan 0,01% natrium tri-poli-fosfat (NaTPP), dengan hasil transmitan mencapai 91%. Karakterisasi nanopartikel menunjukkan ukuran partikel 97,4 nm dengan zeta potensial -19,1 mV yang menunjukkan stabilitas nanopartikel yang cukup baik (27). Hasil pengujian antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* menunjukkan adanya aktivitas antibakteri dengan zona hambat sebesar 9,8 mm, membuktikan potensi ekstrak daun senggani dalam aplikasi terapeutik. Optimasi formula dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Design Expert*, yang memungkinkan pencapaian formula terbaik dengan efektivitas tinggi dan stabilitas yang diinginkan (30,31).

Kesimpulan

Pengembangan formulasi gel dengan basis nanopartikel menjadi salah satu pendekatan terapeutik yang inovatif dan potensial dalam penanganan luka bakar. Pendekatan ini menggabungkan efektivitas terapeutik dari senyawa alami yang berasal dari tumbuhan dengan keunggulan teknologi nanopartikel, yang memungkinkan

penghantaran obat yang lebih efisien dan terarah. Sistem penghantaran berbasis nanopartikel memiliki kemampuan untuk meningkatkan stabilitas kimia senyawa aktif, memperbaiki penetrasi ke dalam jaringan kulit yang rusak, serta mempercepat proses penyembuhan melalui mekanisme kerja yang lebih optimal dibandingkan terapi konvensional. Selain itu, pendekatan ini juga dapat meminimalkan efek samping yang sering terjadi akibat penggunaan obat topikal dalam bentuk konvensional. Formulasi ini, yang mengombinasikan ekstrak tumbuhan dengan nanopartikel dalam matriks gel, tidak hanya menunjukkan aktivitas antiinflamasi dan antibakteri yang signifikan, tetapi juga menawarkan berbagai keunggulan lainnya, seperti kemudahan penggunaan, kenyamanan selama aplikasi, keamanan jangka panjang, serta peningkatan efisiensi terapeutik. Dengan mempertimbangkan potensi sumber daya alam lokal, formulasi ini juga mendukung pengembangan produk farmasi dan dermatologis yang berbasis kearifan lokal dan berkelanjutan. Dengan didukung oleh penelitian lanjutan, optimalisasi proses produksi, serta standarisasi formulasi dan uji klinis yang menyeluruh, sistem gel berbasis nanopartikel memiliki prospek yang menjanjikan untuk dikembangkan sebagai terapi luka bakar yang berbasis ilmiah, efektif, terjangkau, dan kompetitif di pasar global.

Daftar Pustaka

1. 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).
2. Noorbakhsh SI, Bonar EM, Polinski R, Amin MS. Educational Case: Burn Injury—Pathophysiology, Classification, and Treatment. *Acad Pathol*. 2021 Jan;8:23742895211057240.
3. Ji S, Xiao S, Xia Z, Chinese Burn Association Tissue Repair of Burns and Trauma Committee CSMEA of C. Consensus on the treatment of second-degree burn wounds (2024 edition). *Burns Trauma*. 2024;12:tkad061.
4. Eming SA, Martin P, Tomic-Canic M. Wound repair and regeneration: Mechanisms, signaling, and translation. *Sci Transl Med*. 2014 Dec 3;6(265).
5. Pereira RF, Bártolo PJ. Traditional Therapies for Skin Wound Healing. *Adv Wound Care (New Rochelle)*. 2016 May;5(5):208–29.
6. Rowan MP, Cancio LC, Elster EA, Burmeister DM, Rose LF, Natesan S, et al. Burn wound healing and treatment: review and advancements. *Crit Care*. 2015 Dec 1;19(1):243.
7. Rahayuningdyah D wuragil, Lyrawati D, Widodo F. Pengembangan Formula Hidrogel Balutan Luka Menggunakan Kombinasi Polimer Galaktomanan dan PVP. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*. 2020 Jun 1;005(02):117–22.
8. Purnamasari M V, Nurlina N, Sari Anwar A. Formulasi dan Evaluasi Masker Hyrogel Ekstrak Etanol Pegagan (*Centella Asiatica* (L). Urb) Sebagai Antiaging dengan Variasi Basis Carbopol dan HPMC. *Journal of Pharmaceutical and Health Research*. 2023 Jun 30;4(2):285–96.
9. Kusmana C, Hikmat A. The Biodiversity of Flora in Indonesia. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*. 2015 Dec 1;5(2):187–98.

10. Awaluddin N, Farid N, Bachri N. Uji Efektivitas Gel Ekstrak Etanol Daun Binahong (*Anredera cordifolia*) Sebagai Penyembuhan Luka Insisi Pada Tikus Wistar Jantan. *Jurnal Kesehatan*. 2020 Dec 25;13(2):158.
11. Nugroho AA, Adianto C, Patria Y. Nano-Androcerum Nano-Androcerum: Inovasi Wound Healing Gel Dari Nanopartikel Daun Binahong dan Kayu Manis Sebagai Akselerator Regenerasi Sel Pada Luka Kronis. *Berkala Ilmiah Mahasiswa Farmasi Indonesia (BIMFI)*. 2020 Sep 4;7(1):026–42.
12. Nugroho AA, Adianto C, Patria Y. Nano-Androcerum Nano-Androcerum: Inovasi Wound Healing Gel Dari Nanopartikel Daun Binahong dan Kayu Manis Sebagai Akselerator Regenerasi Sel Pada Luka Kronis. *Berkala Ilmiah Mahasiswa Farmasi Indonesia (BIMFI)*. 2020 Sep 4;7(1):026–42.
13. Aruperes GY, Pangemanan DHC, Mintjelungan CN. Daya Hambat Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia* Steenis) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutans*. *e-GiGi*. 2021 Jul 22;9(2):250.
14. Airlangga KSG, Gorda IW, Dada IKA, Sudimartini LM. Gerusan Daun Binahong (*Anredera cordifolia*) Mempercepat Kesembuhan Luka Bakar Pada Tikus Putih (*Rattus Norvegicus*). *Buletin Veteriner Udayana*. 2019 Jan 24;78.
15. Hanafiah OA, Nainggolan M, Hanafiah DS, Syamsudin E, Bayu ES, Abidin T, et al. Quantity Differences of Secondary Metabolites (Saponins, Tannins, and Flavonoids) from Binahong Plant Extract (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) Treated and Untreated with Colchicines that Play a Role in Wound Healing. *World Journal of Dentistry*. 2017;8(4):296–9.
16. Yuan X, Han L, Fu P, Zeng H, Lv C, Chang W, et al. Cinnamaldehyde accelerates wound healing by promoting angiogenesis via up-regulation of PI3K and MAPK signaling pathways. *Laboratory Investigation*. 2018 Jun;98(6):783–98.
17. Firmino DF, Cavalcante TTA, Gomes GA, Firmino NCS, Rosa LD, de Carvalho MG, et al. Antibacterial and Antibiofilm Activities of *Cinnamomum* Sp. Essential Oil and Cinnamaldehyde: Antimicrobial Activities. *The Scientific World Journal*. 2018 Jun 6;2018:1–9.
18. Moradi Kashkooli F, Soltani M, Souri M. Controlled anti-cancer drug release through advanced nano-drug delivery systems: Static and dynamic targeting strategies. *Journal of Controlled Release*. 2020 Nov;327:316–49.
19. Montella C, Noval N, Kurniawati D. Formulasi dan Evaluasi Nano Spray Gel Ekstrak Buah Karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa* (Aiton) Hassk.) dengan Variasi Konsentrasi Carbopol 940. *Jurnal Surya Medika*. 2024 Aug 4;10(2):117–28.
20. Nabillah S, Noval N, Hidayah N. Formulasi Dan Evaluasi Nano Hidrogel Ekstrak Daun Serunai (*Chromolaena odorata* L.) Dengan Variasi Konsentrasi Polimer Carbopol 980. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina (JIIS): Ilmu Farmasi dan Kesehatan*. 2022 Oct 31;7(2):340–9.
21. Rizzello L, Pompa PP. Nanosilver-based antibacterial drugs and devices: Mechanisms, methodological drawbacks, and guidelines. *Chem Soc Rev*. 2014;43(5):1501–18.
22. Kosimaningrum WE, Pitaloka AB, Hidayat AS, Aisyah W, Ramadhan S, Rosyid MA. Sintesis Perak Nanopartikel Melalui Reduksi Spontan Menggunakan Reduktor Alami Ekstrak Kulit Lemon Serta Karakterisasinya Sebagai Antifungi dan Antibakteri. *Jurnal Integrasi Proses*. 2020 Dec 30;9(2):34.

23. Mahsa Y, Hamed A, Amir AA. Antibacterial activity of silver-nanoparticles against *Staphylococcus aureus*. *Afr J Microbiol Res*. 2016 Jun 21;10(23):850–5.
24. Dakal TC, Kumar A, Majumdar RS, Yadav V. Mechanistic Basis of Antimicrobial Actions of Silver Nanoparticles. *Front Microbiol*. 2016 Nov 16;7.
25. Ariyanta HA. Preparasi Nanopartikel Perak Dengan Metode Reduksi Dan Aplikasinya Sebagai Antibakteri Penyebab Luka Infeksi. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 2016 Jun 21;10(1):36–42.
26. Dwiastuti R, Ardiyati SE. Formulasi Sediaan Gel Nanopartikel Lipid Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis). *Jurnal Farmasi Medica/Pharmacy Medical Journal (PMJ)*. 2020 Dec 30;3(2):40.
27. Daskar A, Utami PI, Astuti IY, Antoni F. Formulasi dan karakterisasi nanopartikel ekstrak daun senggani (*Melastoma malabathricum* L.) pada berbagai variasi komposisi kitosan dengan metode gelasi ionik. *Jurnal Farmasi Universitas Aisyah Pringsewu*. 2025;1(1):45–51.
28. Nabillah S, Noval N, Hidayah N. Formulasi Dan Evaluasi Nano Hidrogel Ekstrak Daun Serunai (*Chromolaena odorata* L.) Dengan Variasi Konsentrasi Polimer Carbopol 980. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina (JIIS): Ilmu Farmasi dan Kesehatan*. 2022 Oct 31;7(2):340–9.
29. Edityaningrum CA, Oktafiani AT, Widiyastuti L, Arimurni DA. Formulasi dan Evaluasi Gel Nanopartikel Perak. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*. 2022 Jul 9;9(2):123.
30. Prasintha Nita, Lina Lestari. Formulasi Dan Karakterisasi Nanopartikel Kitosan Ekstrak Daun Dadap Serep (*Erythrina Subumbrans*) Sebagai Kandidat Herbal Antimastitis. *Jurnal Kesehatan Madani Medika*. 2024 Jul 8;15(1):94–105.
31. Usman Y, Hasma H, Panaungi AN. Uji Aktivitas Salep Ekstrak Etanol Daun Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) untuk Luka Bakar pada Kelinci. *Jurnal MIPA*. 2024 Aug 1;13(2):99–104.

