

Kajian Literatur *Microneedle Patch* dalam Menangani Jerawat (*Acne Vulgaris*)

Citra Lestari *, Dina Mulyanti, Gita Cahya Eka Darma

Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

citralestarii002@gmail.com, dina.sukma@unisba.ac.id, g.c.eka.darma@unisba.ac.id

Abstract. Acne (*Acne vulgaris*) is a chronic inflammatory skin disease commonly occurring in adolescents and adults. Acne is influenced by excessive sebum production, hyperkeratinization, bacterial colonization and inflammatory reactions. Microneedle patch is an innovative microneedle-based transdermal system that delivers active ingredients to the skin effectively without pain. The purpose of this study was to examine the active ingredients, types of microneedles, the effectiveness and safety of microneedle patches in treating acne. This study was conducted using the Systematic Literature Review (SLR) method on research articles from scientific databases from 2015–2025. The results of the study showed that the active ingredients used were Matrine, Salicylic Acid, Azelaic Acid, and Triamcinolone Acetonide showed high antibacterial activity. Microneedle patches, especially the dissolving type of microneedle, can dissolve in the skin without causing pain. Microneedle patches effectively damage the structure of bacterial cells and reduce bacterial viability, reduce IL-1 β , and accelerate acne healing in 4–6 days. Microneedle patches are declared safe because they do not cause irritation, hemolysis <5%, and are free from toxic effects. Thus, microneedle patches are effective and safe to use as acne therapy.

Keywords: *Microneedle Acne Patch, Antibacterial effectiveness, Safety.*

Abstrak. Jerawat (*Acne vulgaris*) merupakan penyakit kulit inflamasi kronis umumnya terjadi pada remaja dan dewasa. Jerawat dipengaruhi oleh produksi sebum berlebih, hiperkeratinisasi, kolonisasi bakteri dan reaksi inflamasi. *Microneedle patch* merupakan inovasi sistem transdermal berbasis jarum mikro yang menghantarkan bahan aktif ke kulit secara efektif tanpa rasa sakit. Tujuan dari penelitian ini untuk mengkaji bahan aktif, jenis microneedle, efektivitas dan keamanan dari *microneedle patch* dalam menangani jerawat. Kajian ini dilakukan dengan metode *Systematic Literature Review* (SLR) terhadap artikel penelitian dari database ilmiah tahun 2015–2025. Hasil kajian menunjukkan bahan aktif yang digunakan adalah *Matrine, Salicylic Acid, Azelaic Acid*, dan *Triamcinolone Acetonide* menunjukkan aktivitas antibakteri tinggi. *Microneedle patch* khususnya jenis *dissolving microneedle* dapat larut dalam kulit tanpa menimbulkan rasa sakit. *Microneedle patch* efektif merusak struktur sel bakteri dan menurunkan viabilitas bakteri, menurunkan IL-1 β , serta mempercepat penyembuhan jerawat dalam 4–6 hari. *Microneedle patch* dinyatakan aman karena tidak menimbulkan iritasi, hemolisis <5%, dan bebas efek toksik. Dengan demikian, *microneedle patch* efektif dan aman digunakan sebagai terapi jerawat.

Kata Kunci: *Microneedle Acne Patch, Efektivitas Antibakteri, Keamanan.*

A. Pendahuluan

Kulit merupakan bagian terluar tubuh yang hampir dapat menutupi seluruh bagian dari tubuh. Secara umum terdapat tiga jenis kulit wajah manusia, yaitu kulit kering, kulit normal dan kulit berminyak (Purnomo et al., 2021). Dengan adanya perbedaan jenis kulit, maka timbulnya suatu permasalahan kulit akan berbeda. Salah satu permasalahan kulit wajah yang paling banyak dialami adalah jerawat. Jerawat (*Acne vulgaris*) merupakan penyakit kulit yang disebabkan oleh adanya peradangan kronis dengan patogenesis kompleks, hiperkeratinisasi folikular, kelenjar sebacea, kolonisasi bakteri berlebihan, reaksi imun tubuh, dan peradangan. Jerawat merupakan permasalahan atau penyakit kulit yang umum diderita oleh setiap manusia baik dari usia remaja hingga dewasa. Jerawat diketahui telah menyerang 85% populasi dunia dengan rentang usia 11-30 tahun. Di Indonesia diketahui penderita jerawat pada remaja berkisar 80-85% terjadi pada puncak usia 15-18 tahun, adapun pada wanita > 25 tahun berkisar 12% dan diusia beranjak 35-44 tahun berkisar 3% (Lestari et al., 2020).

Pada umumnya jerawat dapat muncul disebabkan oleh bakteri yaitu *Cutibacterium acnes* yang berperan juga sebagai mikroba flora normal pada kulit wajah manusia (Budi et al., 2019). *Cutibacterium acnes* termasuk kedalam golongan bakteri gram positif, pleomorfik dan bersifat anaerob aerotoleran. Terapi farmakologi yang umum digunakan untuk mengatasi jerawat yaitu dapat diberikan obat jerawat atau antibakteri jenis sintetis seperti antibiotik. Penggunaan antibiotik dapat menimbulkan efek samping yaitu iritasi, retensi, kerusakan organ dan timbulnya imuno hipersensitivitas. Seiring berkembangnya masa, saat ini telah banyak tanaman herbal yang dimanfaatkan dalam pembuatan sediaan untuk perawatan kulit berjerawat sebagai bahan aktif atau agen yang berpotensi untuk dapat mencegah dan mengobati jerawat (Yuliana & Halimatushadyah, 2023). Jerawat (*Acne vulgaris*) biasanya diobati dengan sediaan topikal seperti krim, gel, dan lotion yang telah banyak diedarkan dipasaran (Purnomo et al., 2021).

Penggunaan sediaan topikal memungkinkan terjadinya penghambatan penetrasi senyawa aktif ke lapisan kulit yang lebih dalam oleh lapisan stratum korneum. Maka dari itu, terdapat perkembangan mengenai sediaan patch dengan *microneedle* (jarum mikro) yang dapat mengirimkan bahan aktif melalui stratum korneum pada lapisan kulit lebih dalam. *Microneedle patch* adalah sistem pengiriman obat transdermal topikal yang terdiri dari susunan jarum dengan ukuran mikrometer yang dapat menciptakan jalur transportasi melalui kulit untuk mengirimkan berbagai molekul terapeutik, seperti molekul kecil, (bio) makromolekul, dan nanopartikel (vesikel). *Microneedling* adalah teknik terapi yang mudah, aman, efektif, dan tidak terlalu invasif. Selain itu, patch dapat berfungsi sebagai pelindung dan penyangga yang membantu mempertahankan bahan aktif serta menjaga kontak dengan kulit dalam waktu lebih lama, sehingga meningkatkan penyerapan bahan aktif ke dalam kulit (Ita, 2017; Miatmoko A, 2024).

Berdasarkan latar belakang tersebut, fokus penelitian secara khusus mengarah pada kajian bahan aktif, jenis *microneedle*, efektivitas, serta aspek keamanan dalam menangani jerawat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bahan aktif dan jenis *microneedle patch* yang digunakan dalam terapi jerawat, mengevaluasi efektivitas berbagai formulasi *microneedle patch* dalam mengatasi jerawat, serta menilai tingkat keamanannya. Melalui pendekatan ini, studi diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi terapi jerawat (*Acne vulgaris*) berbasis teknologi penghantaran obat transdermal menggunakan *microneedle patch*.

B. Metode

Penelitian ini dilakukan dengan metode *Systematic Literature Review* (SLR) melalui tahapan pencarian, seleksi, penetapan, dan ekstraksi data dari literatur yang relevan. Pencarian dilakukan melalui berbagai basis data ilmiah seperti PubMed, Taylor & Francis, Springer Link, Google Scholar, Wiley, dan ScienceDirect. Digunakan kata kunci dalam pencarian jurnal ini, yaitu “*Microneedle Patch*” AND “*Acne*” AND (“*Efficacy*” OR “*Antibacterial Activity*”) AND (“*Safety*” OR “*Biocompatibility*”). Setelah dilakukan pencarian, selanjutnya literatur diseleksi. Artikel penelitian yang digunakan yaitu mengenai *microneedle patch* untuk jerawat yang memuat data efikasi atau keamanan, serta artikel yang berada pada rentang tahun 2015–2025, berbahasa Indonesia atau Inggris, dan berupa artikel yang telah terindeks SINTA maupun Scopus. Artikel yang didapatkan selanjutnya dianalisis untuk diekstraksi pada data yang telah diperoleh mencakup bahan aktif yang digunakan,

jenis *microneedle*, hasil evaluasi formulasi, serta aspek keamanannya. Hasil dari kajian ini diharapkan dapat mengidentifikasi bahan aktif yang paling efektif sebagai *antiacne* serta jenis *microneedle* yang aman digunakan dalam sediaan *microneedle patch* untuk jerawat.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Perkembangan sediaan farmasi mengalami kemajuan pesat, termasuk dalam pengobatan penyakit kulit seperti jerawat (*Acne vulgaris*), yang banyak dialami oleh remaja maupun dewasa. Selama ini, terapi jerawat umumnya menggunakan krim, salep, atau pasta yang dapat meninggalkan lapisan film pada kulit dan menurunkan kenyamanan pengguna (Ikhtiyarini & Sari, 2022). Salah satu inovasi yang tengah dikembangkan adalah *microneedle acne patch*, sediaan transdermal yang memungkinkan penghantaran obat secara efektif melalui kulit tanpa menimbulkan rasa nyeri. Teknologi *microneedle* menggunakan jarum mikro berukuran 100–500 µm yang mampu menembus stratum korneum tanpa mencapai saraf nyeri, sehingga menjadi alternatif dari terapi oral atau injeksi (Rahayu et al., 2022).

Pada mekanisme pemberian obat dengan alat *microneedle*, kulit mengalami gangguan sementara. Perangkat jarum mikro terdiri dari ratusan jarum mikro yang disusun pada sebuah *patch* kecil, mirip dengan *patch* transdermal yang umum digunakan di pasaran, yang dirancang untuk memberikan jumlah obat yang cukup untuk mencapai respons terapeutik yang diinginkan. Alat ini menembus lapisan stratum korneum, sehingga dapat melewati lapisan penghalang kulit. Obat kemudian diaplikasikan langsung pada epidermis atau lapisan dermis bagian atas, yang selanjutnya diserap ke dalam sirkulasi sistemik dan memberikan respons terapeutik saat mencapai lokasi target (Waghule et al., 2019).

Microneedle acne patch terdiri dari beberapa jenis, pada setiap jenis jarum mikro memiliki karakteristik dan metode aplikasi yang berbeda dalam proses penghantaran obat ke dalam epidermis. Jarum mikro padat (*Solid microneedle*) bekerja dengan menembus kulit dan setelah dilepas, jarum mikro berlapis (*Coated microneedle*) lapisan obat akan larut ke dalam sistem setelah jarum mikro dimasukkan, dan tertinggal setelah jarum mikro dilepas, jarum mikro larut (*Dissolving microneedle*) terbuat dari polimer yang, setelah dimasukkan ke dalam kulit, akan larut dan melepaskan obat ke dalam jaringan. Sementara itu, jarum mikro berongga (*Hollow microneedle*) adalah dengan penghantaran obat melalui tekanan yang diberikan serta pada jarum mikro jenis HFM (*Hydrogelforming microneedle*) akan mengembang ketika dimasukkan ke dalam kulit dan melepaskan obat (Turner et al., 2021; Waghule et al., 2019).

Jenis *microneedle* yang sering digunakan adalah *dissolving microneedle*, DMN dapat terbuat dari polimer larut air seperti natrium hialuronat, PVA, CMC-Na, dan HPMC, dan dibuat melalui metode *micromoulding* menggunakan cetakan silikon elastis (Bae et al., 2023; Thantaviriya et al., 2023; Xing et al., 2021; T. Zhang et al., 2020). Jarum DMN akan larut dalam kulit setelah penetrasi, melepaskan obat secara langsung ke lapisan dermis. Proses pembuatannya mencakup pencampuran bahan aktif, pengecoran, sentrifugasi, pengeringan, dan vakum untuk mencegah cacat struktur akibat udara (Sartawi et al., 2022).

Sementara itu, SMN tidak memuat obat di dalam struktur jarum, melainkan hanya berfungsi untuk menciptakan mikrokanal sehingga obat dalam bentuk gel atau krim dapat meresap lebih dalam. Umumnya, SMN terbuat dari logam seperti magnesium dan dapat disterilisasi tanpa merusak bahan aktif, meskipun memiliki risiko efek lokal seperti eritema atau edema (Bae et al., 2023; Rahayu et al., 2022). Mengacu pada pentingnya efektivitas dan keamanan *microneedle patch* dalam terapi jerawat, penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kajian literatur terhadap artikel-artikel ilmiah yang membahas bahan aktif, jenis *microneedle*, evaluasi efektivitas, serta aspek keamanan sediaan *microneedle acne patch*. Kajian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai potensi dan tantangan teknologi *microneedle* dalam pengobatan *Acne vulgaris*.

Berdasarkan hasil penelusuran literatur, *microneedle acne patch* telah dilakukan pengujian terhadap antibakteri secara *in vitro*. Uji *in vitro* adalah suatu metode pengujian yang dilakukan pada media buatan yang dirancang untuk meniru kondisi lingkungan optimal yang dibutuhkan oleh mikroba agar dapat tumbuh dan berkembang biak (Ikrom et al., 2014). Terdapat bahan aktif yang digunakan dalam sediaan *microneedle patch*, bahan aktif tersebut sebelumnya telah diuji khasiatnya untuk memastikan dapat menghambat atau membunuh bakteri. Bahan aktif yang digunakan dalam sediaan

dissolving microneedle ini yaitu *Matrine*, *Salicylic Acid*, *Azelaic Acid*, dan *Triamcinolone Acetonide* (Thantaviriya et al., 2023; Xing et al., 2021; T. Zhang et al., 2020). Keanekaragaman sumber bahan aktif ini memungkinkan *microneedle patch* digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi terapeutik, termasuk untuk pengobatan penyakit kulit seperti jerawat, dengan mempertimbangkan efektivitas farmakologis serta keamanan bahan yang digunakan (Waghule et al., 2019).

Pada jurnal yang telah diteliti terdapat beberapa jenis bakteri penyebab jerawat yang dilakukan pengujian yaitu bakteri *Cutibacterium acnes*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* serta terdapat juga bakteri yang tidak termasuk kedalam kategori bakteri utama penyebab jerawat yaitu terdapat bakteri *Escherichia coli* (Xing et al., 2021; T. Zhang et al., 2020). Bakteri *Escherichia coli* digunakan sebagai bakteri uji pembanding dalam pengujian aktivitas antibakteri *microneedle patch*. *E. coli* diuji bersama *C. acnes* dan *S. aureus* untuk menilai spektrum antibakteri *microneedle* berbasis *Poly(ionic liquid)* yang mengandung *Salicylic Acid*. Hasil menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri lebih rendah terhadap *E. coli*. Hasil tersebut konsisten menunjukkan bahwa *microneedle patch* memiliki selektivitas antibakteri yang baik terhadap patogen penyebab jerawat, dengan efek minimal terhadap bakteri *non-patogen* kulit seperti *E. coli* (T. Zhang et al., 2020).

Pada beberapa penelitian, menunjukkan hasil uji aktivitas antibakteri secara *in vitro* dalam menghambat pertumbuhan *Cutibacterium acnes* dibuktikan melalui beberapa parameter penting, seperti persentase penghambatan bakteri dan diameter zona hambat. Zona hambat adalah zona hambat merupakan area bebas bakteri yang terlihat jelas di sekitar sumur pada media pertumbuhan bakteri uji. Beberapa formulasi menunjukkan hasil yang sangat signifikan, di mana penggunaan bahan aktif seperti *Matrine*, *Salicylic Acid*, dan *Azelaic Acid* yang diuji secara *in vitro* menggunakan berbagai metode, termasuk uji viabilitas bakteri. Viabilitas adalah kemampuan suatu organisme untuk tetap hidup dan bertahan dalam lingkungannya, terdapat beberapa faktor yang dapat memengaruhi viabilitas mikroba meliputi suhu, tingkat keasaman (pH), ketersediaan oksigen (aerasi), tekanan osmotik, serta kandungan nutrisi dalam media tempat mikroba tumbuh. Pengujian viabilitas bakteri bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak bakteri yang masih hidup setelah diberi perlakuan tertentu (Sumanti et al., 2016).

Selain itu, dilakukan juga uji pewarnaan *live/dead* yang memiliki tujuan untuk menentukan proporsi sel bakteri yang masih hidup dan yang sudah mati. Terdapat juga pengamatan morfologi sel dengan mikroskop electron (SEM), serta uji MIC, MBC, dan pengukuran koloni bakteri. Uji MIC (*Minimum Inhibitory Concentration*) yaitu mengukur tingkat kerentanannya atau resistensi suatu strain bakteri terhadap antibiotik yang diuji secara *in vitro* (Kowalska-Krochmal & Dudek-Wicher, 2021). Sedangkan, MBC (*Minimum Bactericidal Concentration*) merupakan konsentrasi terendah yang mampu membunuh mikroorganisme ditunjukkan dengan tidak ditemukannya pertumbuhan koloni pada media agar setelah dilakukan penanaman (penggoresan) dari masing-masing sumuran mikropate, setelah proses inkubasi selama 18–24 jam (Haqi et al., 2018).

Hasil menunjukkan bahwa *microneedle patch* mampu merusak struktur sel bakteri, menurunkan jumlah bakteri hidup secara signifikan, serta menghambat pertumbuhan bakteri dengan konsentrasi yang rendah. Persentase viabilitas bakteri yang tersisa setelah perlakuan rendah, menandakan efektivitas yang tinggi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *microneedle patch*, khususnya jenis *dissolving*, memiliki potensi besar sebagai terapi topikal antibakteri untuk jerawat, karena mampu bekerja efektif dalam menembus kulit, menghantarkan bahan aktif, dan menghambat pertumbuhan bakteri secara optimal.

Inflamasi merupakan respons protektif fisiologis yang normal terhadap kerusakan jaringan akibat trauma fisik, paparan bahan kimia berbahaya, atau agen mikrobiologis. Inflamasi dapat bersifat lokal maupun sistemik, serta dapat berlangsung secara akut atau kronis, yang keduanya berpotensi menimbulkan kelainan patologis. Peran *C. acnes* dalam patogenesis jerawat berkaitan dengan kemampuannya dalam menguraikan trigliserida, komponen utama sebum, menjadi asam lemak bebas. Proses ini memicu kolonisasi bakteri dan menimbulkan reaksi inflamasi pada kulit. Selain itu, keberadaan antibodi terhadap antigen dinding sel *C. acnes* dapat memperkuat respon inflamasi melalui aktivasi sistem komplemen. Pengujian antiinflamasi ini dilakukan karena jerawat sering kali disertai dengan inflamasi (Hardani, 2015; Sifatullah & Zulkarnain, 2021).

Berdasarkan hasil kajian, *microneedle patch* menunjukkan potensi antiinflamasi yang signifikan dalam pengujian *in vitro*, khususnya melalui penghambatan ekspresi biomarker inflamasi. Hasil pengamatan antiinflamasi oleh Xing et al. (2021) menunjukkan bahwa kombinasi AZA-MAT

dalam MN patch mampu menurunkan kadar IL-1 β secara bermakna dibandingkan kelompok kontrol maupun perlakuan tunggal, bahkan mendekati efektivitas senyawa standar antiinflamasi seperti hidrokortison (HYD). Penurunan kadar IL-1 β dari 775,90 pg/mL (AZA) menjadi 344,56 pg/mL (AZA+MAT), dan paling rendah pada kombinasi AZA+HYD 151,94 pg/mL, menunjukkan adanya efek sinergis yang memperkuat efek antiinflamasi dalam terapi jerawat.

Efek sinergis adalah efek kumulatif nonlinier dari dua bahan aktif dengan hasil yang serupa atau terkait dari aktivitasnya yang berbeda, atau bahan aktif dengan aktivitas berurutan atau suplementer. IL-1 β (Interleukin-1 beta) adalah sitokin inflamasi yang memiliki beragam fungsi fisiologis dan signifikansi patologis serta memainkan peran penting dalam kesehatan maupun penyakit. Efek antiinflamasi yang dihasilkan menunjukkan bahwa MN *patch* tidak hanya efektif sebagai penghantar bahan aktif, tetapi juga memiliki potensi sebagai terapi topikal yang menargetkan peradangan jerawat secara langsung dan signifikan (Li et al., 2023; Maghfirah et al., 2023).

Terdapat evaluasi secara klinis pada beberapa artikel sediaan *microneedle acne patch*, tujuannya adalah untuk mengetahui efektivitas *microneedle patch* dalam memperbaiki kondisi kulit berjerawat, baik secara objektif maupun subjektif. Efektivitas klinisnya telah dibuktikan melalui uji coba terkontrol pada manusia, dengan parameter seperti waktu penyembuhan, ukuran lesi, eritema, dan pigmentasi.

Uji klinis merupakan penelitian yang melibatkan subjek manusia (Widjaja & Aini, 2022). Uji klinis menunjukkan bahwa *microneedle patch*, baik DMN maupun SMN, efektif untuk terapi jerawat meskipun dengan hasil yang berbeda. DMN yang mengandung *Triamcinolone Asetonide* (TA) mempercepat penyembuhan jerawat hingga rata-rata 4,6 hari dibandingkan kontrol 8,1 hari, disertai penurunan diameter lesi, eritema, dan melanin secara signifikan ($p < 0,05$). Sementara SMN berbasis magnesium (Mg) dan pita hidrokoloid juga menunjukkan penurunan skor jerawat dari 8,22 menjadi 1,5 serta jumlah lesi dari 3,06 menjadi 0,61 dalam 7 hari. Meskipun ada penurunan porfirin ($p = 0,0044$), perubahan pada ukuran pori dan sebum tidak signifikan (Bae et al., 2023; Thantaviriya et al., 2023).

Sekresi sebum adalah proses pelepasan zat berminyak dari kelenjar sebacea yang mengandung campuran lipid seperti ester lilin, squalen, kolesterol, asam lemak, dan trigliserida. Setelah disekresikan, komponen ini dapat dipecah oleh enzim bakteri. Sebum berfungsi menjaga kelembapan kulit, melindungi dari gesekan, membantu pelumasan, dan mendukung transportasi antioksidan. Selain itu, sebum turut menjaga kesehatan stratum korneum dan rambut, serta memiliki sifat antibakteri dan antijamur. Produksi sebum berlebih menjadi salah satu faktor utama penyebab *Acne vulgaris*, yang memicu terbentuknya komedo dan lesi inflamasi. Sementara itu, porfirin adalah metabolit antara dalam biosintesis senyawa penting seperti heme dan kobalamin. Porfirin yang diproduksi oleh bakteri bersifat proinflamasi dan kadar tingginya sering dikaitkan dengan kondisi kulit inflamasi seperti jerawat (Barnard et al., 2020; Fadhila & Tan, 2024).

Uji klinis menunjukkan bahwa *microneedle patch*, baik DMN maupun SMN, efektif sebagai terapi topikal jerawat. Namun, DMN menunjukkan hasil lebih unggul karena mampu mempercepat penyembuhan hingga 4,6 hari, serta menurunkan diameter lesi, eritema, dan melanin secara signifikan. Sementara SMN hanya efektif menurunkan skor jerawat dan jumlah lesi tanpa perubahan berarti pada parameter kulit lainnya. DMN dinilai lebih efektif dan nyaman karena larut dalam kulit tanpa meninggalkan residu (Permana et al., 2020).

Pada penelitian ini juga harus diperhatikan dalam keamanan penggunaan *microneedle patch*, karena teknologi ini melibatkan jarum mikro yang menembus lapisan kulit. Berdasarkan hasil evaluasi dari beberapa formulasi *microneedle patch*, khususnya jenis *dissolving microneedle* (DMN), telah melalui berbagai uji keamanan, salah satunya uji sitotoksitas. Uji ini merupakan *bioassay in vitro* awal yang digunakan untuk memprediksi potensi toksik suatu zat terhadap jaringan. Selain itu, uji sitotoksitas juga berfungsi sebagai alat skrining penting untuk menilai keamanan bahan serta mengklasifikasikan senyawa berdasarkan tingkat toksisitasnya.

Uji sitotoksitas adalah salah satu metode bioasai *in vitro* awal yang digunakan untuk memprediksi efek toksik suatu zat terhadap berbagai jaringan (Du et al., 2020). Selain itu, dalam artikel yang telah dikaji terdapat uji viabilitas sel, viabilitas sel ini diartikan sebagai jumlah sel yang masih dalam kondisi sehat dalam suatu sampel. Pengukuran viabilitas sel sangat penting dalam berbagai bentuk kultur sel (Kamiloglu et al., 2020).

Terdapat uji hemolisis juga dalam uji keamanan, uji hemolisis untuk mengevaluasi aktivitas

hemolitik dari nanopartikel dengan mengamati pengaruhnya terhadap sel darah merah. Jika bahan yang diuji bersifat kompatibel dengan eritrosit, maka tidak akan menyebabkan perubahan morfologi sel dan medium akan tetap jernih karena sel darah tetap utuh tanpa mengalami lisis. Selain itu, terdapat suatu literatur yang melakukan uji iritasi, uji iritasi memiliki tujuan untuk memastikan keamanan suatu produk sebelum digunakan pada kulit manusia. Serta suatu literatur yang menguji keamanan melalui analisis genetik dan sitokin (Tolosa et al., 2015).

Hasil keseluruhan menunjukkan bahwa pada jenis DMN dengan bahan aktif seperti *Salicylic Acid*, *Azelaic Acid*, *Matrine*, dan *Triamcinolone Acetonide* menunjukkan tingkat viabilitas sel tinggi (>90%), serta tingkat hemolisis rendah (<5%), yang berarti tidak menyebabkan kerusakan sel darah merah. Uji iritasi kulit menunjukkan tidak adanya reaksi merugikan seperti eritema parah atau gangguan *transepidermal water loss*.

Pada formulasi ZnTCPP@ZnO, menunjukkan bahwa sediaan tidak hanya aman secara morfologi sel, tetapi juga tidak memicu respons genetik toksik. Selain itu, uji klinis terbuka pada SMN juga tidak menunjukkan tanda iritasi seperti kemerahan, edema, maupun sisik. Berdasarkan hasil uji keamanan pada berbagai jenis dan formulasi *microneedle patch*, seluruh sediaan dinyatakan aman digunakan dalam pengobatan jerawat, baik dalam uji *in vitro*, uji *in vivo*, maupun pengamatan klinis terbatas. Keamanan ini mendukung potensi penggunaan jangka panjang dan penerimaan oleh berbagai jenis kulit (Bae et al., 2023; Thantaviriya et al., 2023; Xing et al., 2021; T. Zhang et al., 2020).

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian literatur, *microneedle patch* dengan bahan aktif seperti *Matrine*, *Salicylic Acid*, *Azelaic Acid*, dan *Triamcinolone Acetonide* menunjukkan aktivitas antibakteri tinggi terhadap *Cutibacterium acnes*. Jenis *microneedle* yang paling banyak digunakan adalah *dissolving microneedle* (DMN), karena mampu larut dalam kulit dan melepaskan bahan aktif secara efektif tanpa rasa sakit. Sediaan ini terbukti efektif merusak struktur sel bakteri dan menurunkan viabilitas bakteri, menurunkan kadar IL-1 β , serta mempercepat penyembuhan jerawat dalam 4–6 hari. Selain itu, DMN juga terbukti aman digunakan, tidak menimbulkan iritasi, memiliki tingkat hemolisis <5%, serta tidak menunjukkan efek toksik baik secara lokal maupun sistemik.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Farmasi Universitas Islam Bandung atas segala bentuk dukungan, fasilitas, dan kesempatan yang telah diberikan dalam penyusunan artikel ilmiah ini. Penulis sampaikan ucapan terimakasih kepada dosen pembimbing atas segala bimbingan, arahan, serta ilmu yang diberikan selama proses penulisan. Penulis ucapkan juga rasa terima kasih yang mendalam kepada kedua orang tua, keluarga, dan seluruh rekan yang telah memberikan dukungan serta motivasi yang sangat membangun dan berharga sepanjang penyusunan artikel ini.

Daftar Pustaka

- Bae, J. H., Kim, H., Noh, H., Jang, D., Shim, J., Oh, S. J., Park, J. H., & Lee, J. H. (2023). Clinical Benefit and Safety of Microneedle Patches Composed of Magnesium: A Pilot Study in Acne Patients. *Dermatologic Therapy*, 2023(1). <https://doi.org/10.1155/2023/7667296>.
- Balapadang, R. N., Sarie, A. D., Rosyidah, S., Zulqifli, I., Akifah, M. N., & Zahra, A. A. (2024). Formulation and Evaluation of Transdermal Dissolving Microneedle Loaded with Ethanol Extract of Cocor Bebek Leaves (*Kalanchoe pinnata*). *JURNAL FARMASI DAN ILMU KEFARMASIAN INDONESIA*, 11(3), 378–385. <https://doi.org/10.20473/jfiki.v11i32024.378-385>.

- Barnard, E., Johnson, T., Ngo, T., Arora, U., Leuterio, G., McDowell, A., & Li, H. (2020). Porphyrin Production and Regulation in Cutaneous Propionibacteria. *MSphere*, 5(1), 10.1128/msphere.00793-19. <https://doi.org/10.1128/msphere.00793-19>.
- Budi, S., Rahmawati, M., Kesehatan, F., & Mulia, S. (2019). Pengembangan Formula Gel Ekstrak Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urb) sebagai Antijerawat. *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 6(1), 51.
- Du, R., Niu, W., Hong, H., & Huo, S. (2020). Nanotoxicity and regulatory aspects in musculoskeletal regeneration. In *Nanoengineering in Musculoskeletal Regeneration*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820262-3.00007-4>.
- Fadhila, A. I., & Tan, S. T. (2024). Hubungan Kadar Sebum pada Penderita Akne Vulgaris di SMAN 75 Jakarta Utara. *Malahayati Nursing Journal*, 6(12), 4931–4942. <https://doi.org/10.33024/mnj.v6i12.15872>.
- Haqi, H. D., Darmawati, S., & Prastiyanto, M. E. (2018). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Serbuk Biji Kluwih (*Artocarpus communis* J.R. & G) Terhadap Pertumbuhan Menthicillint Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Universitas Muhammadiyah*.
- Hardani, R. (2015). Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Pisang Ambon (*Musa paradisiaca* L.) Terhadap Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L.) Yang Diinduksi Karagenan Anti-Inflammatory Activity Test Of Ethanolic Extract Of Banana Leaf (*Musa paradisiaca* L.) On Carrageenan-Induced Paw Edema In White Rats (*Rattus norvegicus* L.). *Galenika Journal of Pharmacy 126 Journal of Pharmacy*, 1(2), 126–132.
- Ikhtiyarini, T. A., & Sari, K. A. (2022). Efektivitas Penggunaan Basis Gel pada Sediaan Emulgel *Effectiveness of Basic Use for Emulgel Preparations*.
- Ikrom, T.R Denok, A., A Reni, W., B Bintang, P., N Rafika, T., & Wasito. (2014). Studi In Vitro Ekstrak Etanol Daun Kamboja (*Plumeria alba*) sebagai Anti *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Sain Veteriner*, 32(1).
- Ita, K. (2017). Dissolving microneedles for transdermal drug delivery: Advances and challenges. In *Biomedicine and Pharmacotherapy* (Vol. 93). <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.07.019>.
- Kamiloglu, S., Sari, G., Ozdal, T., & Capanoglu, E. (2020). Guidelines for cell viability assays. *Food Frontiers*, 1(3). <https://doi.org/10.1002/fft2.44>.
- Kowalska-Krochmal, B., & Dudek-Wicher, R. (2021). The minimum inhibitory concentration of antibiotics: Methods, interpretation, clinical relevance. In *Pathogens* (Vol. 10, Issue 2). <https://doi.org/10.3390/pathogens10020165>.
- Lestari, R. T., Gifanda, L. Z., Kurniasari, E. L., Harwiningrum, R. P., Kelana, A. P. I., Fauziyah, K., Widayarsi, S. L., Tiffany, T., Krisimonika, D. I., Salean, D. D. C., & Priyandani, Y. (2020).

PERILAKU MAHASISWA TERKAIT CARA MENGATASI JERAWAT. *Jurnal Farmasi Komunitas*, 8(1). <https://doi.org/10.20473/jfk.v8i1.21922>.

Li, L., Liu, Y., Lin, B., Wang, Y., Song, K., Zhang, H., Li, Y., Li, J., Zheng, H., Tang, J., Yu, Z., & Qiao, J. (2023). Properties, mechanisms and advantages of metallic glass for electrocatalysis and HER in water splitting: A review. In *International Journal of Hydrogen Energy* (Vol. 48, Issue 70). <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.03.324>.

Maghfirah, A. I., Esa, T., & Bahrin, U. (2023). MEMAHAMI INTERLEUKIN 1 BETA SEBAGAI SITOKIN PROINFLAMASI. *Medika Alkhairaat: Jurnal Penelitian Kedokteran Dan Kesehatan*, 5(3). <https://doi.org/10.31970/ma.v5i3.134>.

Miatmoko A. (2024). Pengembangan Microneedle Patch Tipe Terlarut untuk Penghantaran AMSC-MP Guna Regenerasi Jaringan Kulit. *Unairnews*. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2024.114482>.

Permana, A. D., Paredes, A. J., Volpe-Zanutto, F., Anjani, Q. K., Utomo, E., & Donnelly, R. F. (2020). Dissolving microneedle-mediated dermal delivery of itraconazole nanocrystals for improved treatment of cutaneous candidiasis. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2020.06.025>.

Purnomo, D. C., Yanti, M., & Widyassari, A. P. (2021). Pemilihan Produk Skincare Remaja Milenial Dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW) Selection Of Skincare Product For Milenial Adolescent Using Simple Additive Weighting Method. *Jurnal Ilmiah Intech: Information Technology Journal of UMUS*, 3(01), 32–41.

Putri, M. K., Rumyaan, E. F., & Sari, E. K. (2025). FORMULASI DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI SEDIAAN HAND SANITIZER EKSTRAK ETANOL DAUN SALAM TERHADAP BAKTERI STAPHYLOCOCCUS AUREUS. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 8(1), 73–82. <https://doi.org/10.29313/jiff.v8i1.4413>.

Rahayu, Apt. A., M. Kes, Dr. S., Kusuma M.Si, Apt. ,Prof. Dr. Ir. P. S. W., & Ambarwati, M. F. N. (2022). *Sistem Penghantaran Obat* (Issue 2022). Gerbang Media Aksara.

Rahma, H., Suarantika, F., Puspitasari, C., & Iqlima Subekti, P. (2025). PENGEMBANGAN EMULGEL MENGANDUNG BENZOIL PEROKSIDA DAN MINYAK SERAI WANGI (CYMBOPOGON NARDUS (L) RENDL) SEBAGAI TERAPI ANTIJERAWAT. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 8(1), 62–72. <https://doi.org/10.29313/jiff.v8i1.4500>.

Rizky Hadyan, M. (n.d.). *Uji Aktivitas Sitotoksik Ekstrak Etanol Daun Sirsak (Annona Muricata L.) yang Tumbuh di Daerah Cianjur Menggunakan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT)*. <https://journals.sangkuriangpublisher.com/pharmacomedic>

Sartawi, Z., Blackshields, C., & Faisal, W. (2022). Dissolving microneedles: Applications and growing therapeutic potential. In *Journal of Controlled Release* (Vol. 348). <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2022.05.045>.

- Sifatullah, N., & Zulkarnain. (2021). Jerawat (Acne vulgaris): Review Penyakit Infeksi Pada Kulit. *Prosiding Biologi Achieving the Sustainable Development Goals*, November.
- Sumanti, D. M., Lanti, I., Hanidah, I.-I., Sukarminah, E., & Giovanni, A. (2016). Pengaruh Konsentrasi Susu Skim dan Maltodekstrin Sebagai Penyalut Terhadap Viabilitas dan Karakteristik Mikroenkapsulasi Suspensi Bakteri *Lactobacillus plantarum* menggunakan metode freeze drying. *Jurnal Penelitian Pangan (Indonesian Journal of Food Research)*, 1(1), 7–13. <https://doi.org/10.24198/jp2.2016.vol1.1.02>.
- Thantaviriya, S., Kamanamool, N., Sansureerungsikul, T., Udompataikul, M., Wanichwecharungruang, S., & Rojhirunsakool, S. (2023). Efficacy and Safety of Detachable Microneedle Patch Containing Triamcinolone Acetonide in the Treatment of Inflammatory Acne. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 16, 1431–1441. <https://doi.org/10.2147/CCID.S411378>.
- Tolosa, L., Donato, M. T., & Gómez-Lechón, M. J. (2015). General cytotoxicity assessment by means of the MTT assay. In *Methods in Molecular Biology* (Vol. 1250). https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2074-7_26.
- Turner, J. G., White, L. R., Estrela, P., & Leese, H. S. (2021). Hydrogel-Forming Microneedles: Current Advancements and Future Trends. In *Macromolecular Bioscience* (Vol. 21, Issue 2). Wiley-VCH Verlag. <https://doi.org/10.1002/mabi.202000307>.
- Waghule, T., Singhvi, G., Dubey, S. K., Pandey, M. M., Gupta, G., Singh, M., & Dua, K. (2019). Microneedles: A smart approach and increasing potential for transdermal drug delivery system. In *Biomedicine and Pharmacotherapy* (Vol. 109). <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.10.078>
- Widjaja, G., & Aini, M. H. (2022). Aspek Hukum Uji Klinik. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*.
- Xiang, Y., Lu, J., Mao, C., Zhu, Y., Wang, C., Wu, J., Liu, X., Wu, S., Kwan, K. Y. H., Cheung, K. M. C., & Yeung, K. W. K. (2023). Ultrasound-triggered interfacial engineering-based microneedle for bacterial infection acne treatment. *Science Advances*, 9(10). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adf0854>.
- Xing, M., Yang, G., Zhang, S., & Gao, Y. (2021). Acid-base combination principles for preparation of anti-acne dissolving microneedles loaded with azelaic acid and matrine. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2021.105935>.
- Xin, H., Chen, Q., Zhou, T., Song, G., Pan, L., Yang, M., Zou, X., Lv, Z., Xu, Y., Jin, X., Gui, S., & Lu, X. (2024). pH-responsive Chinese herbal microneedles for acne therapy: A groundbreaking approach to skincare. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 97, 105719. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jddst.2024.105719>.

- Yuliana, A., & Halimatushadyah, E. (2023). Formulasi Dan Uji Anti Bakteri Sediaan Gel Antijerawat Ekstrak Herba Suruhan (*Peperomia pellucida* L. Kunth.) Terhadap Bakteri *Propionibacterium acnes*. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, 14(1). <https://doi.org/10.52434/jfb.v14i1.2238>.
- Zhang, J., Guo, P., Qiu, M., Zhong, G., Yang, Q., Lei, P., Gou, K., Zeng, R., Zhang, C., & Qu, Y. (2024). A novel natural polysaccharide dissolving microneedle capable of adsorbing pus to load EGCG for the treatment of acne vulgaris. *Materials and Design*, 238. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2024.112639>.
- Zhang, T., Sun, B., Guo, J., Wang, M., Cui, H., Mao, H., Wang, B., & Yan, F. (2020). Active pharmaceutical ingredient poly(ionic liquid)-based microneedles for the treatment of skin acne infection. *Acta Biomaterialia*, 115. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2020.08.023>.