

**POTENSI LENDIR BELUT (*Monopterus albus*) dan LENDIR BEKICOT (*Achatina fulica*) DALAM FORMULASI GEL TOPIKAL UNTUK TERAPI LUKA BAKAR:  
SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW**

**POTENTIAL OF EEL (*Monopterus albus*) AND SNAIL (*Achatina fulica*) MUCUS IN  
TOPICAL GEL FORMULATIONS FOR BURN WOUND THERAPY:  
A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW**

**Herlin Sulita<sup>1</sup>, Serwan Ahmadi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi S1 Farmasi STIKES Al-Fatah Bengkulu

Email: [herlinsulita780@gmail.com](mailto:herlinsulita780@gmail.com)

**ARTICLE HISTORY**

Received [16 Mei 2026]

Revised [05 Juni 2026]

Accepted [06 Juni 2026]

**KATA KUNCI:**

gel topikal, lendir bekicot, lendir belut, luka bakar, penyembuhan luka

**KEYWORDS:**

burn wound, eel mucus, snail mucus, topical gel, wound healing

**ABSTRAK**

Luka bakar merupakan masalah kesehatan yang berisiko menyebabkan infeksi sekunder, keterlambatan penyembuhan jaringan, dan komplikasi kulit. Lendir belut (*Monopterus albus*) dan lendir bekicot (*Achatina fulica*) diketahui mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi mendukung proses penyembuhan luka. Penelitian ini bertujuan untuk menelaah potensi biologis lendir belut dan lendir bekicot serta pengembangannya dalam formulasi gel topikal untuk terapi luka bakar. Metode yang digunakan adalah systematic literature review terhadap 18 artikel primer yang diperoleh dari PubMed, Google Scholar, ScienceDirect, Scopus, Garuda, dan SINTA pada periode 2018–2026. Artikel yang dianalisis meliputi studi *in vivo*, *in vitro*, *in silico*, dan studi formulasi. Hasil kajian menunjukkan bahwa lendir bekicot mengandung glycosaminoglycan, achasin, hyaluronic acid, dan heparan sulfate yang berperan dalam hidrasi jaringan, pembentukan kolagen, regenerasi matriks ekstraselular, dan re-epitelisasi. Sementara itu, lendir belut mengandung albumin, glikoprotein, lektin, dan antimicrobial peptides yang berkontribusi terhadap aktivitas antimikroba, proliferasi fibroblas, angiogenesis, dan regenerasi jaringan. Beberapa studi praklinis menunjukkan bahwa formulasi berbasis lendir belut maupun lendir bekicot berpotensi mempercepat penyembuhan luka dan luka bakar. Secara umum, lendir belut cenderung berperan pada fase inflamasi dan awal proliferasi, sedangkan lendir bekicot lebih dominan mendukung fase proliferasi dan remodeling jaringan. Dengan demikian, kedua biomaterial tersebut berpotensi sebagai kandidat bahan aktif formulasi gel topikal untuk terapi luka bakar. Namun, diperlukan penelitian lanjutan dan uji klinis untuk mengonfirmasi efektivitas serta keamanannya pada manusia.

**ABSTRACT**

Burn injuries are health problems that carry risks of inducing secondary infections, delayed tissue healing, and skin complications. Eel mucus (*Monopterus albus*) and snail mucus (*Achatina fulica*) are documented to contain bioactive compounds with the potential to support the wound healing process. This study aims to examine the biological potential of eel mucus and snail mucus, as well as their development in topical gel formulations for burn therapy. The method employed was a systematic literature review of 18 primary articles retrieved from PubMed, Google Scholar, ScienceDirect, Scopus, Garuda, and SINTA published between 2018 and 2026. The analyzed articles comprised *in vivo*, *in vitro*, *in silico*, and formulation studies. The results demonstrate that snail mucus contains glycosaminoglycans, achasin, hyaluronic acid, and heparan sulfate, which play vital roles in tissue hydration, collagen formation, extracellular matrix regeneration, and re-epithelialization. Meanwhile, eel mucus contains albumin, glycoproteins, lectins, and antimicrobial peptides that contribute to antimicrobial activity, fibroblast proliferation, angiogenesis, and tissue regeneration. Several preclinical studies indicate that formulations based on either eel or snail mucus possess the potential to accelerate wound and burn healing. In general, eel mucus tends to act predominantly during the

*inflammatory and early proliferative phases through antimicrobial mechanisms, whereas snail mucus is more dominant in supporting the proliferative and tissue remodeling phases. Consequently, both biomaterials hold significant promise as active ingredient candidates in topical gel formulations for burn wound therapy. However, further research and clinical trials are required to confirm their efficacy and safety in humans.*

## Pendahuluan

Luka bakar (*combustio*) merupakan kerusakan atau kehilangan jaringan yang terjadi akibat kontak dengan sumber panas, bahan kimia, listrik, maupun radiasi, sehingga menyebabkan gangguan pada integritas kulit dan struktur jaringan di bawahnya. Berdasarkan tingkat kedalamannya, luka bakar dapat diklasifikasikan menjadi tiga derajat, yaitu derajat I yang bersifat superfisial dan hanya mengenai lapisan epidermis, derajat II atau *partial thickness* yang mencapai lapisan dermis, serta derajat III atau *full thickness* yang mengenai seluruh lapisan kulit hingga jaringan subkutan (Sani et al., 2018; Ali et al., 2018).

Luka bakar masih menjadi salah satu masalah kesehatan yang penting karena dapat menyebabkan nyeri, infeksi, kecacatan, penurunan kualitas hidup, bahkan kematian. Secara global, luka bakar menjadi salah satu penyebab morbiditas dan mortalitas yang cukup tinggi, terutama di negara berkembang. *World Health Organization* (WHO) melaporkan bahwa sekitar 180.000 kematian setiap tahun disebabkan oleh luka bakar, dan sebagian besar kasus terjadi di negara berpendapatan rendah dan menengah. Di Indonesia, luka bakar juga masih menjadi masalah kesehatan yang perlu mendapat perhatian karena dapat terjadi akibat kecelakaan rumah tangga, kecelakaan kerja, maupun paparan bahan kimia dan listrik (Sani et al., 2018; Prayoga et al., 2023).

Salah satu tantangan utama dalam penanganan luka bakar adalah tingginya risiko infeksi sekunder. Kerusakan jaringan kulit menyebabkan hilangnya fungsi kulit sebagai pelindung utama tubuh, sehingga mikroorganisme patogen seperti *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Escherichia coli* lebih mudah menginfeksi area luka. Infeksi tersebut dapat memperparah inflamasi, memperlambat

proses regenerasi jaringan, dan meningkatkan risiko komplikasi pada pasien luka bakar (Praja et al., 2024; Murugesan et al., 2026). Terapi konvensional, seperti penggunaan antibiotik topikal dan *silver sulfadiazine*, masih banyak digunakan dalam penanganan luka bakar. Namun, penggunaan jangka panjang berpotensi menimbulkan efek samping, iritasi, keterlambatan epitelisasi, serta risiko resistensi antimikroba. Oleh karena itu, eksplorasi bahan alam yang memiliki aktivitas antimikroba, antiinflamasi, dan kemampuan mempercepat penyembuhan luka menjadi salah satu pendekatan yang relevan untuk dikembangkan (Ubaidillah, 2022; Gugliandolo et al., 2021).

Belut sawah (*Monopterus albus*) merupakan salah satu spesies ikan air tawar yang banyak ditemukan di wilayah Asia Tenggara, termasuk Indonesia, Malaysia, China, dan Thailand (Hilles et al., 2022). Secara empiris, lendir belut telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan alami untuk membantu penyembuhan luka. Secara ilmiah, lendir kulit *Monopterus albus* diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti glikoprotein, lektin, hemaglutinin, hemolisin, peptida antimikroba atau *Antimicrobial Peptides* (AMP), lisozim, dan pentraxin. Kandungan tersebut berperan dalam mekanisme pertahanan biologis, aktivitas antimikroba, serta mendukung proses regenerasi jaringan, sehingga memberikan dasar ilmiah bagi pemanfaatan lendir belut sebagai kandidat bahan aktif dalam terapi luka (Azaldin et al., 2023; Murugesan et al., 2026).

Selain lendir belut, lendir bekicot (*Achatina fulica*) juga memiliki potensi sebagai bahan alam dalam penyembuhan luka. Lendir bekicot diketahui mengandung senyawa bioaktif seperti *glycosaminoglycan*, *achasin*, *hyaluronic acid*, dan *heparan sulfate* yang berperan dalam menjaga kelembapan

jaringan, merangsang pembentukan kolagen, mempercepat re-epitelisasi, serta memberikan aktivitas antibakteri. Kandungan tersebut menjadikan lendir bekicot berpotensi dikembangkan dalam formulasi sediaan topikal, terutama gel, karena bentuk gel memiliki kelebihan berupa kemudahan aplikasi, rasa nyaman pada kulit, kemampuan mempertahankan kelembapan luka, serta pelepasan bahan aktif yang relatif baik pada area luka (Ulayya et al., 2018; Afifah et al., 2024).

Berbagai penelitian telah menunjukkan adanya aktivitas antibakteri, antijamur, serta efek penyembuhan luka dari lendir belut maupun lendir bekicot. Santika et al. (2023) melaporkan bahwa lendir belut memiliki kemampuan antimikroba terhadap bakteri dan jamur tertentu. Ali et al. (2018) menunjukkan bahwa salep lendir belut atau Belutidine mampu mempercepat penyembuhan luka melalui peningkatan jumlah fibroblas dan pembentukan pembuluh darah baru atau neovaskularisasi. Selain itu, Hilles et al. (2022) melaporkan bahwa formulasi gel lendir belut dengan basis Carbopol 934 menunjukkan aktivitas terapeutik terhadap infeksi kulit akibat bakteri dan jamur patogen secara *in vivo*, serta memperlihatkan perbaikan histologi jaringan kulit yang mendekati normal. Pada sisi lain, penelitian mengenai lendir bekicot juga menunjukkan potensi yang menjanjikan dalam mempercepat penyembuhan luka melalui aktivitas antibakteri, stimulasi kolagen, dan regenerasi jaringan.

Meskipun berbagai penelitian telah melaporkan aktivitas biologis lendir belut maupun lendir bekicot dalam penyembuhan luka, sebagian besar penelitian masih dilakukan secara terpisah dan berfokus pada aktivitas individual masing-masing bahan. Hingga saat ini, masih terbatas kajian yang secara sistematis membandingkan mekanisme biologis, potensi farmasetis, efektivitas penyembuhan luka bakar, serta peluang pengembangan formulasi topikal dari kedua biomaterial tersebut secara komprehensif. Selain itu, belum banyak tinjauan yang mengintegrasikan aspek

bioaktif, translasi farmasetis, keamanan formulasi, dan potensi pengembangan advanced wound dressing berbasis lendir biologis dalam konteks terapi luka bakar. Oleh karena itu, tinjauan literatur ini dilakukan untuk memberikan sintesis ilmiah yang lebih komprehensif mengenai potensi lendir belut dan lendir bekicot sebagai kandidat biomaterial topikal untuk terapi luka bakar serta mengidentifikasi tantangan dan arah pengembangan penelitian selanjutnya.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya membahas lendir belut atau lendir bekicot secara terpisah, tinjauan literatur ini secara khusus membandingkan kandungan bioaktif, mekanisme kerja, efektivitas, dan potensi formulasi gel dari kedua bahan tersebut dalam konteks terapi luka bakar.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: (1) apa saja kandungan bioaktif utama lendir belut dan lendir bekicot yang relevan terhadap penyembuhan luka bakar; (2) bagaimana mekanisme biologis kedua bahan tersebut dalam mendukung aktivitas antimikroba, angiogenesis, pembentukan kolagen, dan *re-epitelisasi*; (3) bagaimana efektivitas dan keamanan formulasi topikal berbasis lendir belut dan lendir bekicot berdasarkan studi primer; dan (4) apa saja keterbatasan bukti serta arah pengembangan formulasi gel topikal berbasis kedua bahan tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah menelaah potensi biologis lendir belut dan lendir bekicot serta pengembangannya dalam sediaan gel topikal yang relevan untuk terapi luka bakar, dengan menitikberatkan pada kandungan bioaktif, mekanisme kerja, efektivitas penyembuhan luka, aspek keamanan, dan tantangan pengembangan farmasetis.

## Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) 2020. Tinjauan literatur dilakukan secara sistematis melalui tahap identifikasi,

screening, eligibility, dan inclusion artikel. Pencarian literatur dilakukan pada database PubMed/MEDLINE, Scopus, ScienceDirect, Google Scholar, Garuda, dan SINTA untuk artikel yang diterbitkan pada tahun 2018–2026. Artikel tahun 2026 yang telah tersedia secara daring (*online first/early access publication*) tetap dipertimbangkan dalam analisis apabila relevan dengan topik penelitian.

Pencarian dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci dan operator Boolean AND/OR. Strategi pencarian utama yang digunakan antara lain: ("Monopterus albus" OR "eel mucus") AND ("burn wound" OR "wound healing") AND (gel OR hydrogel OR topical formulation), ("Achatina fulica" OR "snail mucus") AND ("burn wound" OR "wound healing") AND (gel OR nanoemulsion OR topical therapy), ("eel mucus" OR "snail mucus") AND (antimicrobial OR collagen OR fibroblast OR epithelialization). Selain pencarian elektronik, penelusuran manual terhadap daftar pustaka artikel terkait juga dilakukan untuk mengidentifikasi artikel tambahan yang relevan.

Pencarian literatur dilakukan secara sistematis pada bulan Januari–Maret 2026 oleh dua peneliti secara independen untuk meminimalkan bias seleksi artikel. Strategi pencarian disusun berdasarkan kombinasi *Medical Subject Headings* (MeSH), kata kunci bebas (*free-text terms*), dan operator Boolean AND/OR. Setiap database menggunakan penyesuaian sintaks pencarian sesuai karakteristik sistem database masing-masing. Artikel yang diperoleh dari seluruh database kemudian diekspor ke perangkat manajemen referensi untuk dilakukan identifikasi dan penghapusan artikel duplikat. Selanjutnya dilakukan proses screening berdasarkan judul dan abstrak, kemudian dilanjutkan dengan evaluasi *full-text* sesuai kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan.

Kriteria inklusi meliputi artikel yang diterbitkan pada tahun 2018–2026, tersedia dalam teks lengkap, menggunakan bahasa Indonesia atau bahasa Inggris, serta

membahas lendir belut (*Monopterus albus*) dan/atau lendir bekicot (*Achatina fulica*) terkait aktivitas antibakteri, penyembuhan luka, formulasi topikal, atau terapi luka bakar. Kriteria eksklusi meliputi artikel yang tidak relevan dengan penyembuhan luka atau formulasi topikal, tanpa data biologis atau farmasetis yang jelas, metode penelitian yang tidak dijelaskan secara memadai serta artikel tidak tersedia dalam teks lengkap.

## 1. Seleksi Artikel

Seleksi artikel dilakukan secara bertahap. Dari pencarian awal diperoleh 236 artikel. Setelah penghapusan 48 duplikat, sebanyak 188 artikel disaring berdasarkan judul dan abstrak. Sebanyak 126 artikel dikeluarkan karena tidak sesuai fokus penelitian. Sebanyak 62 artikel dinilai kelayakannya melalui *full-text*. Dari tahap ini, 44 artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria, terdiri atas artikel sekunder atau review sebanyak 2 artikel, artikel yang tidak berfokus pada penyembuhan luka atau formulasi topikal sebanyak 28 artikel, serta artikel dengan *full-text* atau metode yang tidak memadai sebanyak 14 artikel. Dengan demikian, 18 artikel primer memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis secara naratif.

## 2. Quality Assessment

Penilaian kualitas metodologis artikel dilakukan menggunakan pendekatan *critical appraisal* yang dimodifikasi dari *Joanna Briggs Institute* (JBI) *Critical Appraisal Tools* sesuai jenis desain penelitian masing-masing. Penilaian meliputi kejelasan tujuan penelitian, kesesuaian desain penelitian, validitas metode, kejelasan intervensi, parameter outcome, serta relevansi terhadap terapi luka bakar.

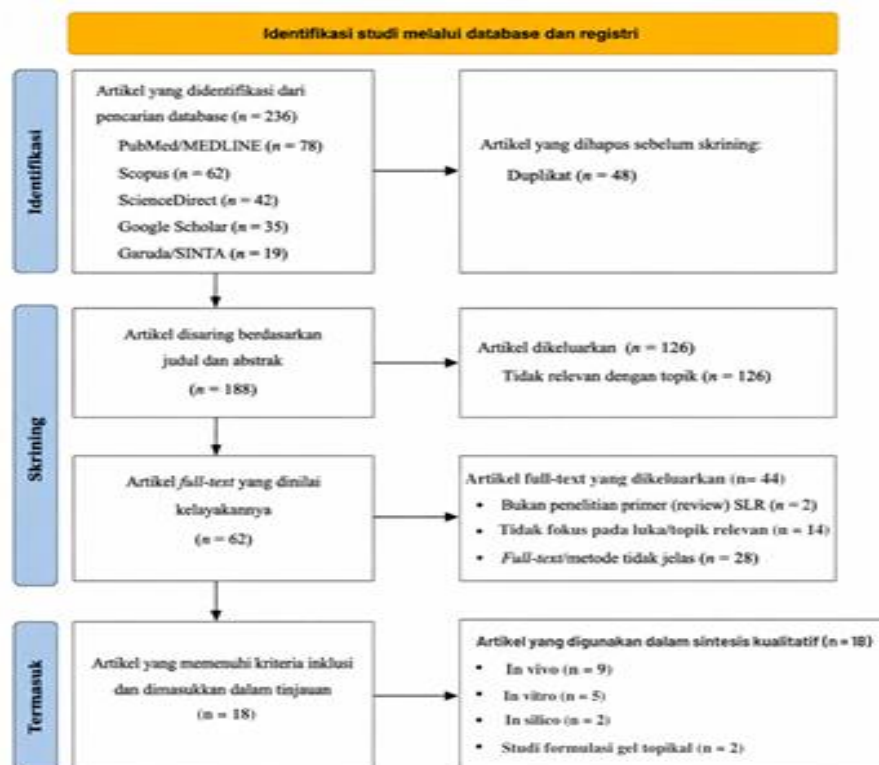
Artikel dengan mayoritas parameter terpenuhi dikategorikan sebagai kualitas kuat, sedangkan artikel dengan keterbatasan metodologis tertentu dikategorikan sebagai kualitas sedang atau pendukung. Penilaian dilakukan secara independen oleh peneliti dan perbedaan hasil evaluasi diselesaikan melalui diskusi bersama.

### 3. Ekstraksi dan Sintesis Data

Data yang diekstraksi meliputi nama penulis, tahun publikasi, desain penelitian, sampel/model uji, intervensi, parameter utama, hasil penelitian, dan relevansi terhadap terapi luka bakar. Data kemudian dianalisis secara naratif berdasarkan lima tema utama, yaitu: kandungan bioaktif, mekanisme kerja, efektivitas penyembuhan luka, formulasi topical serta keamanan dan keterbatasan bukti

### Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil seleksi artikel menggunakan alur PRISMA, diperoleh 18 artikel yang memenuhi kriteria inklusi untuk dianalisis. Artikel yang dianalisis terdiri atas studi eksperimental *in vivo*, studi *in vitro*, studi *in silico*, dan studi formulasi. Literatur review digunakan sebagai referensi pendukung pada pembahasan mekanisme biologis, tetapi tidak termasuk dalam sintesis utama.



Gambar 1. Diagram PRISMA

#### 1. Quality Assessment of Included Studies

Penilaian kualitas artikel dilakukan menggunakan pendekatan critical appraisal sederhana yang dimodifikasi dari *Joanna Briggs Institute (JBI) Critical Appraisal Tools* sesuai jenis desain penelitian masing-masing. Penilaian dilakukan terhadap kejelasan tujuan penelitian, kesesuaian desain dan metode penelitian, kejelasan parameter outcome, serta relevansi terhadap terapi luka bakar. Artikel kemudian dikategorikan menjadi kualitas kuat, sedang, atau pendukung berdasarkan konsistensi metodologi dan relevansi ilmiahnya terhadap topik penelitian.

Berdasarkan hasil *quality assessment*, sebagian besar artikel yang dianalisis memiliki kualitas metodologis sedang hingga kuat. Hanya 18 artikel primer yang termasuk dalam sintesis kualitatif dianalisis; artikel review, systematic review, atau meta-analysis dicatat hanya sebagai literatur pendukung dan tidak termasuk dalam penilaian kualitas utama.

Artikel eksperimental *in vivo* yang mengevaluasi luka bakar secara langsung umumnya dikategorikan sebagai kualitas kuat, sedangkan artikel *in vitro*, *in silico*, atau studi formulasi dikategorikan sebagai sedang



atau pendukung, tergantung relevansi dan kelengkapan data.

Artikel dengan mayoritas parameter terpenuhi dikategorikan sebagai kualitas kuat, artikel dengan beberapa keterbatasan

metodologis dikategorikan sebagai kualitas sedang, dan artikel pendukung yang relevan namun tidak langsung dievaluasi pada model luka bakar dikategorikan sebagai pendukung.

Tabel 1.  
Hasil *Quality Assessment* Artikel Primer Berdasarkan Modifikasi Kriteria  
*Joanna Briggs Institute (JBI) Critical Appraisal*

| No | Peneliti/Tahun             | Desain Penelitian            | Kejelasan Tujuan | Kesesuaian Metode | Outcome/ Penilaian Jelas | Relevansi terhadap Luka Bakar | Kategori Kualitas |
|----|----------------------------|------------------------------|------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1  | Sani et al. (2018)         | Eksperimental <i>in vivo</i> | Ya               | Ya                | Ya                       | Tinggi                        | Kuat              |
| 2  | Ali et al. (2018)          | Eksperimental <i>in vivo</i> | Ya               | Ya                | Ya                       | Sedang                        | Kuat              |
| 3  | Hilles et al. (2022)       | Eksperimental <i>in vivo</i> | Ya               | Ya                | Ya                       | Sedang                        | Kuat              |
| 4  | Praja et al. (2024)        | <i>In vitro</i>              | Ya               | Ya                | Ya                       | Sedang                        | Sedang            |
| 5  | Ubaidillah (2022)          | <i>In vitro</i>              | Ya               | Ya                | Ya                       | Rendah                        | Pendukung         |
| 6  | Gugliandolo et al. (2021)  | Eksperimental <i>in vivo</i> | Ya               | Ya                | Ya                       | Sedang                        | Kuat              |
| 7  | Sembiring & Ulhaqqi (2026) | Eksperimental <i>in vivo</i> | Ya               | Ya                | Ya                       | Sedang                        | Sedang            |
| 8  | Santika et al. (2023)      | Eksperimental laboratorium   | Ya               | Ya                | Ya                       | Rendah                        | Pendukung         |
| 9  | Anggraeni & Marbun (2025)  | Studi formulasi              | Ya               | Ya                | Ya                       | Sedang                        | Pendukung         |
| 10 | Ulayya et al. (2018)       | Nanoemulsi <i>in vivo</i>    | Ya               | Ya                | Ya                       | Tinggi                        | Kuat              |
| 11 | Shoviantari et al. (2021)  | Eksperimental <i>in vivo</i> | Ya               | Ya                | Ya                       | Sedang                        | Sedang            |
| 12 | Prayoga et al. (2023)      | Eksperimental <i>in vivo</i> | Ya               | Ya                | Ya                       | Tinggi                        | Kuat              |
| 13 | Afifah et al. (2024)       | <i>In silico</i>             | Ya               | Ya                | Ya                       | Rendah                        | Pendukung         |
| 14 | Fajriyah et al. (2020)     | Uji keamanan/iritasi         | Ya               | Ya                | Ya                       | Sedang                        | Sedang            |
| 15 | Sumule et al. (2020)       | <i>In vitro</i>              | Ya               | Ya                | Ya                       | Sedang                        | Pendukung         |
| 16 | Ismayanti et al. (2021)    | Studi formulasi              | Ya               | Ya                | Ya                       | Rendah                        | Pendukung         |
| 17 | Zulkarnain (2020)          | Eksperimental <i>in vivo</i> | Ya               | Ya                | Ya                       | Tinggi                        | Kuat              |
| 18 | Hilles et al. (2019)       | Eksperimental laboratorium   | Ya               | Ya                | Ya                       | Rendah                        | Pendukung         |

Keterangan:

Tinggi : mengevaluasi luka bakar secara langsung.

Sedang : mengevaluasi penyembuhan luka atau infeksi kulit yang relevan.

Rendah : studi mekanistik, *in vitro*, atau *in silico* yang tidak mengevaluasi luka bakar secara langsung.

Kuat : penelitian *in vivo* dengan kontrol yang memadai dan outcome yang relevan terhadap penyembuhan luka bakar.

Sedang : penelitian laboratorium, uji keamanan, atau studi formulasi yang memiliki relevansi tidak langsung terhadap terapi luka bakar.

Pendukung : studi *in vitro*, *in silico*, atau penelitian mekanistik yang mendukung pemahaman aktivitas biologis lendir belut dan lendir bekicot, tetapi tidak mengevaluasi terapi luka bakar secara langsung.

## 2. Karakteristik Artikel yang Dianalisis

Berdasarkan seleksi literatur menggunakan pedoman PRISMA, 18 artikel primer memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis dalam penelitian ini. Artikel yang dianalisis terdiri atas studi *in vivo*, *in vitro*, *in silico*, dan studi formulasi. Sebagian besar penelitian menggunakan model hewan seperti tikus, mencit, dan kelinci, sedangkan beberapa studi lainnya mengevaluasi aktivitas antibakteri terhadap mikroorganisme patogen seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans* (Hilles et al., 2019; Ubaidillah, 2022; Praja et al., 2024).

Beberapa artikel secara langsung membahas terapi luka bakar, seperti penelitian Sani et al. (2018), Ulayya et al. (2018), Prayoga et al. (2023), dan Zulkarnain (2020). Sementara itu, artikel lain membahas luka sayat, infeksi kulit, aktivitas antimikroba, kandungan bioaktif, dan formulasi topikal yang tetap relevan sebagai bukti pendukung mekanisme biologis dalam proses penyembuhan luka (Ali et al., 2018; Hilles et al., 2022; Shoviantari et al., 2021).

Karakteristik artikel, temuan utama, serta kandungan bioaktif lendir belut dan lendir bekicot yang dianalisis dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2.  
Sintesis Artikel dan Kandungan Bioaktif Lendir Belut dan Lendir Bekicot

| No. | Penulis/Tahun              | Bahan                         | Desain                       | Temuan Utama                                         | Kandungan Bioaktif/Relevansi                                                                       |
|-----|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Sani et al. (2018)         | Gel lendir belut              | Eksperimental <i>in vivo</i> | Efektif mempercepat penyembuhan luka bakar           | Glikoprotein dan lektin berperan dalam angiogenesis dan regenerasi jaringan                        |
| 2   | Ali et al. (2018)          | Salep lendir belut            | Eksperimental                | Meningkatkan fibroblast dan neovaskularisasi         | Albumin mendukung proliferasi jaringan                                                             |
| 3   | Hilles et al. (2022)       | Gel lendir belut              | Eksperimental <i>in vivo</i> | Memperbaiki histologi kulit                          | AMP dan lisozim berperan sebagai antimikroba                                                       |
| 4   | Praja et al. (2024)        | Lendir belut                  | <i>In vitro</i>              | Menghambat bakteri patogen                           | Aktivitas antibakteri terhadap <i>S. aureus</i> dan <i>E. coli</i>                                 |
| 5   | Ubaidillah (2022)          | Lendir belut                  | Laboratorium                 | Menghambat pertumbuhan <i>E. coli</i>                | Mengandung <i>antimicrobial peptides</i>                                                           |
| 6   | Gugliandolo et al. (2021)  | Lendir bekicot                | Laboratorium                 | Aktivitas biologis mendukung proses penyembuhan luka | <i>Achasin</i> , <i>mucopolysaccharide</i> , glikoprotein berpotensi mendukung regenerasi jaringan |
| 7   | Sembiring & Ulhaqqi (2026) | Albumin belut                 | Eksperimental <i>in vivo</i> | Mempercepat penutupan luka                           | Albumin mendukung regenerasi jaringan                                                              |
| 8   | Santika et al. (2023)      | Lendir belut                  | Eksperimental                | Menghambat bakteri dan jamur                         | aktivitas antibakteri dan antijamur yang mendukung potensi antimikroba lendir belut                |
| 9   | Anggraeni & Marbun (2025)  | <i>Hydrogel</i> ekstrak belut | Formulasi                    | Aktivitas antioksidan tinggi                         | Aktivitas antioksidan yang berpotensi mendukung perlindungan dan regenerasi kulit                  |

| No. | Penulis/Tahun             | Bahan                         | Desain           | Temuan Utama                                    | Kandungan Bioaktif/Relevansi                              |
|-----|---------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 10  | Ulayya et al. (2018)      | Lendir bekicot                | Nanoemulsi       | Mempercepat penyembuhan luka bakar              | <i>Glycosaminoglycan</i> mendukung regenerasi jaringan    |
| 11  | Shoviantari et al. (2021) | Gel lendir bekicot            | Eksperimental    | Efektif pada luka sayat                         | <i>Hyaluronic acid</i> mendukung pembentukan kolagen      |
| 12  | Prayoga et al. (2023)     | Gel pandan dan lendir bekicot | Eksperimental    | Efektif mempercepat penyembuhan luka bakar      | <i>Achasin</i> berperan sebagai antibakteri               |
| 13  | Afifah et al. (2024)      | Lendir bekicot                | <i>In silico</i> | Afinitas tinggi terhadap TGF- $\beta$           | <i>Heparan sulfate</i> mendukung regenerasi jaringan      |
| 14  | Fajriyah et al. (2020)    | Gel lendir bekicot            | Eksperimental    | Konsentrasi $\leq 15\%$ relatif aman            | Mendukung aspek keamanan formulasi                        |
| 15  | Sumule et al. (2020)      | Gel lendir bekicot            | <i>In vitro</i>  | Aktivitas antibakteri terhadap <i>S. aureus</i> | Potensi antibakteri topikal                               |
| 16  | Ismayanti et al. (2021)   | Masker gel lendir bekicot     | Formulasi        | Stabil dan antibakteri                          | Potensi aplikasi topikal                                  |
| 17  | Zulkarnain (2020)         | Lendir bekicot                | Eksperimental    | Potensi terapi luka bakar derajat IIA           | Mendukung penyembuhan luka bakar                          |
| 18  | Hilles et al. (2019)      | Lendir belut                  | Eksperimental    | Aktivitas terhadap patogen oral                 | Menunjukkan potensi antimikroba terhadap berbagai patogen |

### 3. Kandungan Bioaktif Lendir Belut dan Lendir Bekicot

Hasil kajian menunjukkan bahwa lendir belut (*Monopterus albus*) dan lendir bekicot (*Achatina fulica*) memiliki kandungan senyawa bioaktif yang berbeda, tetapi keduanya berpotensi mendukung proses penyembuhan luka. Lendir belut (*Monopterus albus*) dilaporkan mengandung berbagai protein dan peptida bioaktif, seperti glikoprotein, lektin, albumin, lisozim, dan antimicrobial peptides (AMP), yang berperan dalam aktivitas antimikroba, pertahanan imun bawaan, proliferasi sel, serta pembentukan jaringan baru pada proses penyembuhan luka (Sani et al., 2018; Ali et al., 2018; Hilles et al., 2022). Temuan tersebut juga didukung oleh kajian komprehensif mengenai bioaktivitas mucus ikan yang dilaporkan oleh Murugesan et al. (2026).

Aktivitas antimikroba lendir belut dikaitkan dengan kandungan AMP, lisozim, protease, dan protein bioaktif lainnya yang mampu menghambat pertumbuhan berbagai mikroorganisme patogen. Hilles et al. (2019) melaporkan bahwa lendir kulit belut memiliki aktivitas antimikroba terhadap *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus mutans*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Candida albicans*.

Hasil serupa juga dilaporkan oleh Ubaidillah (2022) yang menunjukkan aktivitas penghambatan lendir belut terhadap *Escherichia coli*, serta Praja et al. (2024) yang melaporkan aktivitas antibakteri terhadap *Aeromonas hydrophila*, *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus*. Temuan tersebut memperkuat potensi lendir belut sebagai agen antibakteri alami yang dapat membantu mencegah infeksi sekunder pada luka bakar.



Tabel 3.

## Kandungan Bioaktif Lendir Belut dan Lendir Bekicot Berdasarkan Studi yang Dianalisis

| Senyawa Bioaktif                                                        | Sumber            | Fungsi Utama                                                                                                                                               | Referensi                                                |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <i>Glycosaminoglycan</i><br>( <i>acharan sulfate</i> )                  | Lendir<br>bekicot | Mendukung regenerasi jaringan,<br>mempertahankan kelembapan luka,<br>membantu pembentukan matriks<br>ekstraselular, dan berperan dalam<br>penyembuhan luka | Ulayya et al., 2018                                      |
| <i>Hyaluronic acid</i>                                                  | Lendir<br>bekicot | Berperan dalam hidrasi kulit, migrasi sel,<br>pembentukan kolagen, dan percepatan re-<br>epitelisasi                                                       | Shoviantari et al.,<br>2021; Gugliandolo<br>et al., 2021 |
| Achasin                                                                 | Lendir<br>bekicot | Memiliki aktivitas antibakteri dan<br>membantu mencegah infeksi sekunder pada<br>luka                                                                      | Sumule et al., 2020                                      |
| <i>Heparan sulfate</i>                                                  | Lendir<br>bekicot | Berpotensi memodulasi reseptor TGF- $\beta$<br>yang berkaitan dengan regenerasi jaringan<br>dan proses penyembuhan luka                                    | Afifah et al., 2024                                      |
| <i>Achasin</i> ,<br><i>mucopolysaccharides</i> ,<br><i>glikoprotein</i> | Lendir<br>bekicot | Mendukung proliferasi fibroblas,<br>pembentukan kolagen, angiogenesis, dan<br>penyembuhan luka                                                             | Gugliandolo et al.<br>(2021)                             |
| Albumin                                                                 | Lendir<br>Belut   | Mendukung proliferasi sel, regenerasi<br>jaringan, dan percepatan penutupan luka                                                                           | Ali et al., 2018;<br>Sembiring &<br>Ulhaqqi, 2026        |
| <i>Antimicrobial peptides</i> atau<br>AMP                               | Lendir<br>belut   | Menghambat pertumbuhan bakteri Gram<br>positif dan Gram negatif serta mendukung<br>aktivitas antimikroba                                                   | Ubaidillah, 2022;<br>Hilles et al., 2019                 |
| Glikoprotein dan lektin                                                 | Lendir<br>belut   | Berperan dalam angiogenesis, regenerasi<br>jaringan, dan respons pertahanan biologis                                                                       | Sani et al., 2018                                        |

Selain aktivitas antimikroba, kandungan albumin, glikoprotein, dan lektin pada lendir belut juga berperan dalam regenerasi jaringan. Ali et al. (2018) melaporkan bahwa salep lendir belut mampu meningkatkan jumlah fibroblast dan neovaskularisasi pada model luka mencit. Sementara itu, Sani et al. (2018) menunjukkan bahwa formulasi gel lendir belut efektif mempercepat penyembuhan luka bakar, yang diduga berkaitan dengan kandungan glikoprotein dan lektin dalam lendir belut. Pada lendir bekicot (*Achatina fulica*), senyawa bioaktif yang paling banyak dilaporkan mengandung *glycosaminoglycan*, *achasin*, *hyaluronic acid*, dan *heparan sulfate* (Ulayya et al., 2018; Afifah et al., 2024). Dominasi komponen *glycosaminoglycan* dan *hyaluronic acid* pada lendir bekicot menunjukkan peran penting dalam pembentukan matriks ekstraselular dan hidrasi jaringan, yang sangat diperlukan pada fase proliferasi dan remodeling luka bakar. Mekanisme tersebut mendukung percepatan

re-epitelisasi dan pembentukan jaringan baru secara lebih optimal. Achasin diketahui memiliki aktivitas antibakteri, sementara *heparan sulfate* berpotensi memengaruhi jalur TGF- $\beta$  yang berkaitan dengan regenerasi jaringan (Afifah et al., 2024).

Secara umum, hasil kajian menunjukkan bahwa lendir belut lebih banyak dikaitkan dengan aktivitas antimikroba, modulasi respons imun, proliferasi fibroblas, dan angiogenesis. (Ali et al., 2018; Sani et al., 2018; Hilles et al., 2022). Sementara itu, lendir bekicot lebih banyak dikaitkan dengan hidrasi jaringan, pembentukan kolagen, regenerasi matriks ekstraselular, dan re-epitelisasi. (Ulayya et al., 2018; Shoviantari et al., 2021; Afifah et al., 2024). Temuan ini menunjukkan bahwa lendir belut cenderung berperan pada fase inflamasi dan awal proliferasi, sedangkan lendir bekicot lebih dominan mendukung fase proliferasi lanjut dan remodeling jaringan. Dengan demikian, kedua biomaterial tersebut memiliki potensi

yang saling melengkapi dalam mendukung proses penyembuhan luka bakar.

#### 4. Efektivitas terhadap Penyembuhan Luka dan Luka Bakar

Hasil sintesis menunjukkan bahwa formulasi berbasis lendir belut dan lendir bekicot memiliki potensi dalam mempercepat penyembuhan luka, termasuk luka bakar. Pada kelompok artikel yang membahas lendir belut, penelitian Sani et al. (2018) menjadi salah satu bukti utama karena secara langsung meneliti formulasi gel lendir belut sebagai terapi luka bakar. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa gel lendir belut konsentrasi 7,5% memberikan efektivitas penyembuhan luka bakar sebesar  $\pm 94,7\%$  dengan waktu penyembuhan sekitar 14 hari.

Hasil serupa juga dilaporkan oleh Ali et al. (2018), yang menunjukkan bahwa salep lendir belut mampu mempercepat penyembuhan luka melalui peningkatan jumlah fibroblas dan neovaskularisasi. Fibroblas berperan penting dalam pembentukan jaringan granulasi dan sintesis kolagen, sedangkan neovaskularisasi berfungsi menyediakan suplai oksigen dan nutrisi ke area luka. Selain itu, penelitian Hilles et al. (2022) menunjukkan bahwa gel lendir kulit belut memiliki aktivitas terapeutik terhadap infeksi kulit akibat bakteri dan jamur patogen serta mampu memperbaiki histologi jaringan kulit. Temuan tersebut menunjukkan bahwa lendir belut tidak hanya berperan sebagai agen antimikroba, tetapi juga mendukung fase proliferasi dan regenerasi jaringan pada proses penyembuhan luka.

Pada kelompok artikel yang membahas lendir bekicot, beberapa studi juga menunjukkan hasil yang menjanjikan. Ulayya et al. (2018) melaporkan bahwa lendir bekicot dalam bentuk nanoemulsi berpotensi digunakan sebagai terapi luka bakar. Prayoga et al. (2023) menunjukkan bahwa kombinasi gel pandan wangi dan lendir bekicot efektif mempercepat penyembuhan luka bakar pada

hewan uji dengan formula optimal 10%:20%. Shoviantari et al. (2021) juga melaporkan bahwa gel lendir bekicot konsentrasi 10% efektif mempercepat penyembuhan luka sayat. Meskipun luka sayat berbeda dengan luka bakar, hasil tersebut tetap relevan karena keduanya melibatkan fase inflamasi, proliferasi, pembentukan kolagen, dan re-epitelisasi.

Dukungan bukti tambahan diperoleh dari penelitian Zulkarnain (2020), yang membandingkan efektivitas lendir bekicot dengan gel Bioplacenton pada luka bakar derajat IIA tikus putih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lendir bekicot memiliki potensi sebagai terapi topikal luka bakar meskipun perbedaannya dengan gel Bioplacenton tidak signifikan secara statistik.

Secara keseluruhan, bukti yang tersedia menunjukkan bahwa lendir belut dan lendir bekicot memiliki potensi sebagai biomaterial topikal untuk terapi luka bakar melalui kombinasi aktivitas antimikroba, stimulasi proliferasi sel, angiogenesis, pembentukan kolagen, dan re-epitelisasi. (Ali et al., 2018; Sani et al., 2018; Ulayya et al., 2018; Shoviantari et al., 2021; Gugliandolo et al., 2021). Meskipun demikian, sebagian besar bukti masih berasal dari penelitian praklinis sehingga diperlukan penelitian eksperimental lanjutan dan uji klinis pada manusia untuk mengonfirmasi efektivitas serta keamanan penggunaannya.

Efektivitas lendir belut dan lendir bekicot dalam penyembuhan luka ditunjukkan melalui beberapa parameter, antara lain penutupan luka, peningkatan fibroblas, neovaskularisasi, perbaikan histologi jaringan, aktivitas antibakteri, dan keamanan sediaan. Beberapa studi secara langsung menilai efektivitas pada luka bakar, sedangkan studi lain memberikan bukti pendukung melalui model luka sayat, infeksi kulit, uji antibakteri, dan uji iritasi. Ringkasan efektivitas dan keamanan dari studi yang dianalisis disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4.  
Ringkasan Efektivitas dan Keamanan Formulasi Berbasis Lendir Belut dan Lendir Bekicot Berdasarkan Parameter Penilaian Utama

| No. | Peneliti/Tahun             | Intervensi                          | Parameter Utama                | Hasil Utama                                                                                  | Interpretasi                                                                 | Model/Uji       |
|-----|----------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1   | Sani et al. (2018)         | Gel lendir belut 7,5%               | Penyembuhan luka bakar         | Formula 7,5% menunjukkan efektivitas penyembuhan luka bakar $\pm 94,7\%$ dalam $\pm 14$ hari | Bukti utama efektivitas gel lendir belut pada luka bakar                     | Kelinci         |
| 2   | Prayoga et al. (2023)      | Gel pandan wangi dan lendir bekicot | Penyembuhan luka bakar         | Formula kombinasi 10%:20% dilaporkan efektif mempercepat penyembuhan luka bakar              | Mendukung potensi lendir bekicot dalam formulasi gel kombinasi               | Tikus           |
| 3   | Shoviantari et al. (2021)  | Gel lendir bekicot 10%              | Penyembuhan luka sayat         | Konsentrasi 10% paling efektif mempercepat penyembuhan luka sayat                            | Bukti pendukung potensi lendir bekicot dalam penyembuhan luka                | Tikus           |
| 4   | Sembiring & Ulhaqqi (2026) | Ekstrak albumin belut               | Penutupan luka sayat           | Dosis 0,5 g mempercepat penutupan luka hingga hari ke-9                                      | Mendukung potensi albumin belut dalam mempercepat proses regenerasi jaringan | Mencit          |
| 5   | Ali et al. (2018)          | Salep lendir belut                  | Fibroblas dan neovaskularisasi | Terjadi peningkatan fibroblas dan pembentukan pembuluh darah baru                            | Mendukung mekanisme regenerasi jaringan oleh lendir belut                    | Mencit          |
| 6   | Ubaidillah (2022)          | Lendir belut murni                  | Zona hambat <i>E. coli</i>     | Konsentrasi 100% menunjukkan aktivitas penghambatan paling tinggi                            | Mendukung aktivitas antibakteri lendir belut                                 | <i>In vitro</i> |
| 7   | Praja et al. (2024)        | Lendir kulit belut                  | Zona hambat bakteri            | Menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap beberapa bakteri patogen                          | Mendukung potensi pencegahan infeksi sekunder pada luka                      | <i>In vitro</i> |
| 8   | Sumule et al. (2020)       | Gel lendir bekicot                  | Zona hambat <i>S. aureus</i>   | Formula optimum menunjukkan zona hambat terhadap <i>S. aureus</i>                            | Mendukung aktivitas antibakteri gel lendir bekicot                           | <i>In vitro</i> |
| 9   | Hilles et al. (2022)       | Gel lendir kulit belut              | Perbaikan histologi kulit      | Terjadi perbaikan jaringan kulit yang mendekati normal                                       | Mendukung potensi terapeutik lendir belut pada infeksi kulit                 | Tikus           |

| No. | Peneliti/Tahun            | Intervensi                                    | Parameter Utama                                     | Hasil Utama                                                                                      | Interpretasi                                                                                                       | Model/Uji                      |
|-----|---------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 10  | Afifah et al. (2024)      | <i>Heparan sulfate</i>                        | Afinitas terhadap reseptor TGF- $\beta$             | <i>Heparan sulfate</i> menunjukkan afinitas yang lebih baik terhadap reseptor TGF- $\beta$       | Mendukung mekanisme molekuler regenerasi jaringan                                                                  | <i>In silico</i>               |
| 11  | Fajriyah et al. (2020)    | Gel lendir bekicot $\leq 15\%$                | Uji iritasi                                         | Konsentrasi $\leq 15\%$ relatif aman, sedangkan 20% menyebabkan iritasi sedang                   | Mendukung aspek keamanan formulasi gel lendir bekicot                                                              | Tikus                          |
| 12  | Gugliandolo et al. (2021) | <i>Snail Secretion Filtrate</i> (SSF) topikal | Wound closure, kolagen, angiogenesis, dan inflamasi | Meningkatkan wound closure, deposisi kolagen, dan angiogenesis serta menurunkan marker inflamasi | Mendukung peran lendir bekicot dalam penyembuhan luka melalui stimulasi regenerasi jaringan dan modulasi inflamasi | In vivo, histologi, ELISA, IHC |

## 5. Keamanan dan Keterbatasan Bukti

Hasil kajian menunjukkan bahwa aspek keamanan formulasi berbasis lendir belut dan lendir bekicot masih memerlukan penelitian lebih lanjut. Pada lendir bekicot, Fajriyah et al. (2020) melaporkan bahwa gel lendir bekicot pada konsentrasi  $\leq 15\%$  relatif aman dan hanya menimbulkan iritasi ringan secara histopatologi, sedangkan konsentrasi 20% menyebabkan iritasi sedang. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pemilihan konsentrasi bahan aktif perlu diperhatikan agar formulasi tetap efektif tanpa menimbulkan iritasi berlebihan.

Pada lendir belut, beberapa penelitian menunjukkan adanya potensi terapeutik tanpa laporan efek toksik berat pada model hewan. Hilles et al. (2022) melaporkan bahwa aplikasi gel lendir kulit belut mampu memperbaiki histologi jaringan pada model infeksi kulit, sedangkan Sani et al. (2018) menunjukkan bahwa gel lendir belut efektif digunakan pada model luka bakar hewan uji. Namun, data mengenai keamanan jangka panjang, risiko alergi, stabilitas bahan aktif, serta potensi kontaminasi mikrobiologis masih terbatas. Hal tersebut penting diperhatikan karena lendir hewan merupakan bahan biologis yang memerlukan proses ekstraksi, pemurnian, penyimpanan, dan

standardisasi yang baik sebelum digunakan sebagai bahan aktif farmasi.

Keterbatasan utama dari artikel yang dianalisis adalah dominasi penelitian praklinis. Sebagian besar studi masih dilakukan pada hewan uji, uji laboratorium, atau pendekatan *in silico* sehingga hasilnya belum dapat langsung digeneralisasikan pada manusia (Ali et al., 2018; Sani et al., 2018; Hilles et al., 2022; Prayoga et al., 2023). Selain itu, terdapat variasi metode ekstraksi dan purifikasi lendir, konsentrasi bahan aktif, jenis basis formulasi, model luka, lama observasi, ukuran sampel, serta parameter outcome yang digunakan. Heterogenitas tersebut menyebabkan hasil antarpemeriksaan sulit dibandingkan secara langsung dan menunjukkan bahwa standardisasi metodologi masih menjadi tantangan utama dalam pengembangan biomaterial berbasis lendir hewan untuk terapi luka bakar.

Beberapa artikel yang dianalisis juga tidak secara khusus membahas luka bakar, melainkan luka sayat, infeksi kulit, aktivitas antimikroba, atau formulasi kosmetik kulit. Artikel-artikel tersebut tetap digunakan sebagai bukti pendukung karena memberikan informasi mengenai mekanisme biologis, aktivitas antibakteri, dan potensi formulasi topikal. Namun, artikel yang secara langsung membahas luka bakar tetap menjadi bukti

utama dalam tinjauan ini, terutama penelitian Sani et al. (2018), Ulayya et al. (2018), Prayoga et al. (2023), dan Zulkarnain (2020).

Berdasarkan hasil penelitian yang dianalisis, lendir belut dan lendir bekicot menunjukkan potensi sebagai biomaterial dalam formulasi gel topikal untuk terapi luka bakar melalui aktivitas antimikroba, stimulasi proliferasi sel, angiogenesis, pembentukan kolagen, dan re-epitelisasi. Namun, bukti yang tersedia masih didominasi oleh penelitian praklinis sehingga belum cukup untuk mendukung rekomendasi klinis pada manusia. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan berupa standarisasi bahan baku, optimasi formulasi, uji stabilitas, uji toksisitas, serta uji klinis untuk mengonfirmasi efektivitas dan keamanan penggunaannya.

## Pembahasan

### 1. Mekanisme Biologis Lendir Belut dan Lendir Bekicot dalam Penyembuhan Luka

Berdasarkan sintesis berbagai studi praklinis dan formulasi farmasetis, lendir belut (*Monopterus albus*) dan lendir bekicot (*Achatina fulica*) menunjukkan potensi sebagai biomaterial topikal dalam terapi luka bakar. Potensi tersebut berkaitan dengan kandungan bioaktif yang berperan dalam aktivitas antimikroba, modulasi inflamasi, regenerasi jaringan, stimulasi kolagen, angiogenesis, dan re-epitelisasi. (Sani et al., 2018; Ulayya et al., 2018; Gugliandolo et al., 2021). Temuan ini mendukung pemanfaatan bahan alam sebagai alternatif terapi adjuvan pada penanganan luka bakar.

Secara fisiologis, proses penyembuhan luka berlangsung melalui beberapa fase utama, yaitu fase inflamasi, proliferasi, dan remodeling. Setiap fase memerlukan dukungan biologis yang berbeda, termasuk kontrol infeksi, proliferasi sel, angiogenesis, pembentukan matriks ekstraselular, hingga re-epitelisasi jaringan. Berdasarkan hasil sintesis literatur, lendir belut dan lendir bekicot menunjukkan karakteristik aktivitas biologis yang berbeda tetapi saling melengkapi dalam mendukung tahapan penyembuhan luka bakar. Perbedaan

karakteristik biologis tersebut menunjukkan bahwa kedua biomaterial berpotensi memberikan efek yang saling melengkapi apabila dikembangkan dalam satu sistem formulasi topikal.

Lendir belut cenderung lebih dominan berperan pada fase inflamasi dan awal proliferasi melalui aktivitas antimikroba, modulasi respons imun, stimulasi fibroblas, dan angiogenesis. Sebaliknya, lendir bekicot lebih dominan mendukung fase proliferasi dan remodeling melalui hidrasi jaringan, pembentukan kolagen, regenerasi matriks ekstraselular, dan re-epitelisasi.

Pada luka bakar, kerusakan jaringan kulit menyebabkan hilangnya fungsi protektif kulit sehingga area luka lebih rentan terhadap infeksi sekunder. Infeksi merupakan salah satu faktor utama yang dapat memperlambat penyembuhan luka dan meningkatkan risiko komplikasi. Oleh karena itu, bahan aktif yang memiliki aktivitas antibakteri sekaligus mendukung regenerasi jaringan menjadi penting dalam pengembangan terapi topikal. Aktivitas antibakteri lendir belut telah dilaporkan oleh Hilles et al. (2019), Ubaidillah (2022), dan Praja et al. (2024). Temuan tersebut juga sejalan dengan kajian yang dilakukan oleh Murugesan et al. (2026), sedangkan potensi lendir bekicot dalam mendukung regenerasi jaringan dan penyembuhan luka dilaporkan oleh Ulayya et al. (2018), Shoviantari et al. (2021), dan Afifah et al. (2024).

### 2. Potensi Antimikroba dan Regenerasi Jaringan pada Luka Bakar

Lendir belut memiliki potensi sebagai agen antimikroba yang didukung oleh berbagai penelitian eksperimental. Aktivitas tersebut dikaitkan dengan keberadaan *antimicrobial peptides* (AMP), lisozim, glikoprotein, dan protein bioaktif lainnya yang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen (Ubaidillah, 2022; Hilles et al., 2019; Praja et al., 2024). Kajian oleh Murugesan et al. (2026) juga mendukung potensi bioaktivitas tersebut. Senyawa-senyawa tersebut berperan dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme



patogen yang sering dikaitkan dengan infeksi luka. Selain itu, Aktivitas biologis lendir belut menunjukkan keterlibatan pada fase inflamasi dan awal proliferasi luka melalui kombinasi efek antimikroba dan stimulasi regenerasi jaringan. Kandungan *antimicrobial peptides*, lisozim, dan glikoprotein berperan dalam menghambat kolonisasi mikroorganisme patogen, sedangkan albumin dan faktor bioaktif lainnya mendukung proliferasi fibroblas serta angiogenesis (Ali et al., 2018; Sani et al., 2018).

Sementara itu, lendir bekicot lebih dominan berperan dalam regenerasi jaringan. Kandungan *glycosaminoglycan*, *hyaluronic acid*, achasin, dan *heparan sulfate* diketahui berperan dalam mempertahankan kelembapan luka, mendukung pembentukan matriks ekstraselular, migrasi sel, pembentukan kolagen, dan re-epitelisasi (Ulayya et al., 2018; Afifah et al., 2024). Penelitian Shoviantari et al. (2021) menunjukkan bahwa gel lendir bekicot konsentrasi 10% efektif mempercepat penyembuhan luka sayat, sedangkan Prayoga et al. (2023) melaporkan bahwa kombinasi gel pandan wangi dan lendir bekicot efektif mempercepat penyembuhan luka bakar pada hewan uji. Temuan tersebut menunjukkan bahwa lendir bekicot berperan penting pada fase proliferasi dan remodeling luka.

Perbedaan mekanisme biologis antara lendir belut dan lendir bekicot menunjukkan bahwa keduanya berpotensi saling melengkapi dalam proses penyembuhan luka. Lendir belut lebih dominan pada aktivitas antimikroba, respons imun, proliferasi fibroblas, dan angiogenesis (Ali et al., 2018; Hilles et al., 2022; Sani et al., 2018), sedangkan lendir bekicot lebih dominan pada pembentukan matriks ekstraselular, hidrasi jaringan, produksi kolagen, dan re-epitelisasi (Ulayya et al., 2018; Shoviantari et al., 2021; Afifah et al., 2024).

Secara konseptual, kombinasi lendir belut dan lendir bekicot berpotensi menghasilkan pendekatan terapi multimodal karena keduanya bekerja pada fase penyembuhan luka yang berbeda tetapi saling melengkapi. Pendekatan ini berpotensi

meningkatkan efektivitas terapi luka bakar melalui kombinasi aktivitas antimikroba, stimulasi fibroblas, pembentukan kolagen, dan re-epitelisasi secara simultan. Namun, bukti langsung mengenai kombinasi lendir belut dan lendir bekicot dalam satu formulasi topikal masih sangat terbatas sehingga memerlukan penelitian lebih lanjut

### 3. Aspek Farmasetis dan Tantangan Formulasi

Bentuk sediaan gel memiliki alasan farmasetis yang lebih spesifik selain mudah diaplikasikan, gel memiliki kandungan air tinggi sehingga memberi efek menyejukkan pada area luka bakar, membantu mempertahankan kelembapan luka, cenderung lebih mudah dibersihkan daripada salep berminyak, dan dapat meningkatkan kenyamanan pasien karena tidak terlalu oklusif. Gel juga memungkinkan pelepasan bahan aktif secara lokal, distribusi yang merata pada permukaan luka, serta penyesuaian viskositas dan pH agar sesuai dengan kondisi kulit yang mengalami luka bakar. Walaupun salep dan krim juga mudah diaplikasikan, basis gel lebih relevan untuk luka bakar karena membantu menciptakan lingkungan lembap yang mendukung *re-epitelisasi* tanpa memberikan rasa terlalu berminyak atau berat pada luka.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa lendir belut dan lendir bekicot dapat diformulasikan dalam bentuk gel, salep, nanoemulsi, maupun *hydrogel* (Sani et al., 2018; Ulayya et al., 2018; Ismayanti et al., 2021; Shoviantari et al., 2021; Anggraeni & Marbun, 2025).

Tantangan formulasi meliputi stabilitas protein bioaktif, risiko degradasi *antimicrobial peptides* dan glikoprotein, sterilitas bahan biologis, serta konsistensi kandungan antar batch. Protein bioaktif seperti *antimicrobial peptides*, glikoprotein, dan *growth factor-like compounds* berpotensi mengalami denaturasi selama proses formulasi dan penyimpanan sehingga diperlukan sistem penghantaran yang mampu mempertahankan bioaktivitas bahan aktif.

Karena lendir hewan merupakan bahan biologis, proses pengambilan, pemurnian, penyimpanan, dan standardisasi harus dikendalikan secara ketat. Karakteristik fisik sediaan seperti viskositas, daya sebar, adhesivitas, pH, dan *release profile* juga menjadi faktor penting dalam menentukan efektivitas terapi topikal luka bakar. Oleh karena itu, pengembangan *nano-hydrogel*, *bioactive wound dressing*, atau sistem *controlled-release* dapat menjadi arah riset selanjutnya untuk mempertahankan bioaktivitas bahan aktif dan meningkatkan efektivitas lokal serta berpotensi meningkatkan stabilitas dan penetrasi senyawa bioaktif pada jaringan luka.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan potensi yang menjanjikan, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Sebagian besar penelitian masih bersifat praklinis dan dilakukan pada hewan uji atau melalui uji laboratorium sehingga hasilnya belum dapat langsung digeneralisasikan pada manusia (Ali et al., 2018; Sani et al., 2018; Hilles et al., 2022; Shoviantari et al., 2021; Prayoga et al., 2023). Selain itu, metode ekstraksi lendir, konsentrasi bahan aktif, basis sediaan, jenis luka, dan parameter evaluasi antarpemeriksaan masih bervariasi sehingga hasil penelitian sulit dibandingkan secara langsung.

Selain heterogenitas metodologi, sebagian besar penelitian juga belum mengevaluasi parameter molekuler yang lebih spesifik seperti ekspresi growth factor, biomarker inflamasi, maupun remodeling kolagen secara kuantitatif. Kondisi tersebut menyebabkan mekanisme biologis lendir belut dan lendir bekicot dalam penyembuhan luka bakar masih memerlukan validasi lebih lanjut melalui penelitian eksperimental yang lebih terstandarisasi.

Beberapa artikel yang dianalisis juga tidak secara khusus membahas luka bakar, melainkan luka sayat, infeksi kulit, aktivitas antimikroba, atau formulasi kosmetik kulit. Artikel-artikel tersebut tetap relevan sebagai bukti pendukung karena memberikan informasi mengenai mekanisme biologis, aktivitas antibakteri, dan potensi formulasi

topikal. Namun, bukti utama dalam tinjauan ini tetap mengacu pada penelitian yang secara langsung membahas luka bakar, yaitu Sani et al. (2018), Ulayya et al. (2018), Prayoga et al. (2023), dan Zulkarnain (2020).

#### 4. Keterbatasan Penelitian dan Arah Pengembangan Selanjutnya

Aspek keamanan juga menjadi perhatian penting dalam pengembangan sediaan berbasis lendir hewan. Fajriyah et al. (2020) melaporkan bahwa gel lendir bekicot pada konsentrasi  $\leq 15\%$  relatif aman, sedangkan konsentrasi 20% menyebabkan iritasi sedang. Selain itu, lendir belut dan lendir bekicot merupakan bahan biologis yang berpotensi mengalami variasi kandungan, kontaminasi mikrobiologis, dan perubahan stabilitas selama penyimpanan. Oleh karena itu, diperlukan standardisasi bahan baku, metode ekstraksi, proses pemurnian, uji sterilitas, uji stabilitas, uji iritasi, dan uji toksisitas sebelum dikembangkan sebagai produk farmasi.

Secara keseluruhan, hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa lendir belut dan lendir bekicot memiliki prospek yang menjanjikan sebagai biomaterial topikal dalam terapi luka bakar. Namun, translasi menuju aplikasi klinis masih memerlukan standardisasi formulasi, validasi keamanan, dan uji klinis yang lebih kuat untuk memastikan efektivitas serta keamanan penggunaannya pada manusia.

Penelitian selanjutnya perlu diarahkan pada standardisasi bahan baku, optimasi metode ekstraksi, serta pengembangan sistem penghantaran modern seperti *nano-hydrogel* atau *bioactive wound dressing*. Selain itu, diperlukan uji stabilitas, uji sterilitas, uji iritasi, uji toksisitas, dan uji klinis terkontrol pada pasien luka bakar guna memastikan keamanan jangka panjang dan membuktikan efektivitas sediaan secara aplikatif. Lebih lanjut diperlukan parameter outcome yang lebih terstandar, seperti kecepatan penutupan luka, skor histopatologi, jumlah fibroblas, neovaskularisasi, ekspresi biomarker inflamasi, pembentukan kolagen, dan kecepatan *re-epitelisasi* menjadi kunci utama

dalam memvalidasi potensi terapeutik dari lendir belut dan lendir bekicot.

### Kesimpulan

Lendir belut (*Monopterus albus*) dan lendir bekicot (*Achatina fulica*) menunjukkan potensi sebagai biomaterial topikal untuk terapi luka bakar melalui aktivitas antimikroba, antiinflamasi, stimulasi sintesis kolagen, angiogenesis, dan re-epitelisasi. Berdasarkan bukti yang tersedia, lendir belut cenderung berperan lebih dominan pada fase inflamasi dan awal proliferasi, sedangkan lendir bekicot lebih banyak dilaporkan mendukung fase proliferasi dan remodeling jaringan. Formulasi gel topikal berpotensi meningkatkan stabilitas, kenyamanan aplikasi, serta efektivitas kedua biomaterial tersebut dalam mendukung proses penyembuhan luka bakar.

Meskipun hasil penelitian praklinis menunjukkan potensi yang menjanjikan, bukti klinis pada manusia masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian eksperimental dan uji klinis lebih lanjut untuk mengonfirmasi efektivitas, keamanan, serta standar formulasi yang optimal dalam terapi luka bakar.

### Daftar Pustaka

- Afifah, N., Fath, A., & Hasan, U. (2024). Molecular docking senyawa *heparan sulfate* dan *hyaluronic acid* lendir bekicot terhadap reseptor TGF- $\beta$ . *The Journal of Tropical Biology*. DOI:<https://doi.org/10.29080/biotropi.c.v8i2.2077>
- Ali, M. T., Ashari, M. F., Wijaya, S. P. R., Lestari, E., & Wijayanti, R. (2018). Evaluation of wound healing effect of eel mucus ointment (Belutidine) in mice by incision model. *Journal of Natural Remedies*, 18, 1-9. DOI:<https://doi.org/10.18311/jnr/2018/18107>
- Anggraeni, R., & Marbun, R. A. T. (2025). Uji aktivitas hydrogel nanokitosan ekstrak belut sawah (*Monopterus albus*) sebagai kandidat anti-aging masa depan. *Jurnal Farmasimed* (JFM), 8(1), 331–338. DOI:<https://doi.org/10.35451/x4nw7q34>
- Azaldin, N. A., Azmi, L., Jamali, M. A. M., & Ismail, I. N. A. (2023). Antimicrobial activity of eel mucus: A review. *Malaysian Journal of Science, Health & Technology*, 9(2), 164–173. DOI:<https://doi.org/10.33102/mjosht.v9i2.363>
- Fajriyah, S., Shoviantari, F., Nurkayati, B., Khairani, S., & Agustina, L. (2020). Uji iritasi gel lendir bekicot (*Achatina fulica*) secara histopatologi. *Jurnal Wiyata: Penelitian Sains dan Kesehatan*, 147-156. DOI:<https://www.ojs.iik.ac.id/index.php/wiyata/article/view/400>
- Gugliandolo, E., Macrì, F., Fusco, R., Siracusa, R., D'Amico, R., Cordaro, M., Peritore, A. F., Impellizzeri, D., Genovese, T., Cuzzocrea, S., Di Paola, R., Licata, P., & Crupi, R. (2021). The protective effect of snail secretion filtrate in an experimental model of excisional wounds in mice. *Veterinary Sciences*, 8(8), 167. DOI:<https://doi.org/10.3390/vetsci8080167>
- Hilles, A. R., Mahmood, S., Kaderi, M. A., & Hashim, R. (2019). Evaluation of the antimicrobial properties of eel skin mucus from *Monopterus albus* against selected oral pathogens and identification of the anti-oral bioactive compounds using LC-QTOF-MS. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 9(1):140-143. DOI:<https://doi.org/10.15414/jmbfs.2019.9.1.140-143>
- Hilles, A. R., Mahmood, S., Waly, M. I., Kaderi, M. A., Ahmed, Q. U., Azmi, S. N. H., ... & Rauf, M. A. (2022). The therapeutic potential of skin mucus from Asian swamp eel (*Monopterus albus*): *in vivo* evaluation and histological evidence. *Journal of King Saud University-Science*, 34(4), 102011. Retrieved from:

- <https://jksus.org/the-therapeutic-potential-of-skin-mucus-from-asian-swamp-eel-monopterus-albus-in-vivo-evaluation-and-histological-evidence/>
- Ismayanti, A. N., Indriaty, S., & Heryanti Ramdani, J. P. (2021). Formulasi masker gel peel-off dari lendir bekicot (*Achatina Fulica Bowdich*) dan ekstrak etanol daun binahong (*Anredera Cordifolia* (Ten.) Steenis). *Journal of Pharmacopolium*, 4(1):6-15. DOI:<https://doi.org/10.36465/jop.v4i1.715>
- Murugesan, S., Sathiyamoorthy, S. D., Kumari, S., Gunasekar, R., Selvam, B., Murugan, A., & Khan, M. A. A. (2026). Bioprospecting aquatic innate immunity: fish mucus-derived compounds as novel human therapeutics. *Advances in Consumer Research*, 3(3), 898. Retrieved from:[https://openurl.ebsco.com/EPD\\_B:gcd:4:37015940/detailv2?sid=ebsco:plink:crawler-gcd&id=ebsco:gcd:192677775](https://openurl.ebsco.com/EPD_B:gcd:4:37015940/detailv2?sid=ebsco:plink:crawler-gcd&id=ebsco:gcd:192677775)
- Praja, R. N., Yudhana, A., Handijatno, D., Al-Madinah, W. Q., Hamonangan, J. M., Insani, A. K., Prameswari, N. P., Rifqy Prasetyo, D., & Praja, S. S. (2024). Exploration of the antibacterial potential from rice eel skin mucus (*Monopterus albus*) against *Aeromonas hydrophila*, *Escherichia coli*, and *Staphylococcus aureus*. *Media Kedokteran Hewan*, 35(3), 197-205. DOI:<https://doi.org/10.20473/mkh.v35i3.2024.197-205>
- Prayoga, G., Tarigan, M. H., Ginting, F. P., Lifiani, R., & Zumaira, Z. (2023). Activity of a gel combination of pandan wangi and snail mucus (*Achatina fulica*) on burn wounds. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 3(3):538-547 DOI:<https://doi.org/10.37311/ijpe.v3i3.24234>
- Sani, F., Samudra, A. G., & Mayora, E. O. (2018). Formulasi dan uji aktivitas gel lendir belut (*Monopterus albus*) sebagai penyembuh luka bakar. *JIIS (Jurnal Ilmiah Ibnu Sina): Ilmu Farmasi dan Kesehatan*, 3(2), 186-194. Retrieved from: <https://ejurnal.stikes-isfi.ac.id/index.php/JIIS/article/view/129>
- Santika, N., Alhusaeri, & Siregar, B. (2023). Potensi lendir belut sawah (*Monopterus albus*) sebagai pestisida alami penyebab layu eucalyptus pellita. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 20(1): 1-17. DOI:<https://doi.org/10.59465/jpht.v20i1.148>
- Sembiring, M. E., & Ulhaqqi, S. D. (2026). Uji efektivitas ekstrak albumin daging belut (*Monopterus albus*) secara *in vivo* terhadap luka sayatan pada mencit jantan (*Mus musculus* L.). *Herbal Medicine Journal*, 9(1), 102–108. DOI:<https://doi.org/10.58996/hmj.v9i1.222>
- Shoviantari, F., Fajriyah, S., Agustin, E., & Khairani, S. (2021). Uji Aktivitas Gel Lendir bekicot (*Achatina fulica*) sebagai penyembuhan luka sayat. *As-Syifaa Jurnal Farmasi*, 13(1), 12-19. <https://doi.org/10.56711/jifa.v13i1.761>
- Sumule, A., Kuncahyo, I., & Leviana, F. (2020). Optimasi carbopol 940 dan gliserin dalam formula gel lendir bekicot (*Achatina fulica* Ferr) sebagai antibakteri *staphylococcus aureus* dengan metode simplex lattice design. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, 108-117. <https://doi.org/10.30595/pharmacy.v17i1.5640>
- Ubaidillah. (2022). Uji efektivitas antimikrobal lendir belut (*Monopterus albus*) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Permata Indonesia*, 13(2), 91–

99.

<https://doi.org/10.59737/jpi.v13i2.16>

7

Ulayya, H. F., Suwele, Y. A. L., Junior, E. I., Rinjani, N. A., & Suprpto, S. (2018). Pemanfaatan lendir bekicot afrika (*Achatina fulica*) sebagai obat luka bakar berbasis nanoemulsi. *Kartika: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 6(2), 91-94. <https://doi.org/10.26874/kjif.v6i2.159>

Zulkarnain, O. (2020). Perbandingan efektivitas lendir bekicot (*Achatina fulica*) dengan gel Bioplacenton terhadap penyembuhan luka bakar derajat IIA pada kulit tikus putih (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Info Kesehatan*, 10(2), 306–312. Retrieved from: <https://jurnal.ikbis.ac.id/index.php/infokes/article/view/369>