MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN: 2808-8115
p-ISSN: 2809-1051

Terindeks: Sinta 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v6i6.12690

Efektivitas Balutan Modern terhadap Penyembuhan Ulkus Kaki Diabetik: Sebuah *Systematic Literature Review*

The Effect of the Combined Application of NPK 16-16-16 Fertilizer and Vermicompost on the Growth of Pak Choi (Brassica rapa subsp. chinensis) as a Basis for Developing Laboratory Exercises for a Plant Physiology Course

Vandy Alkasih Carlos & Priyanto
Universitas Ngudi Waluyo
vandycarlos95@gmail.com; priyanto@unw.ac.id

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Oct 4, 2026	Nov 2, 2026	Nov 13, 2026	Nov 18, 2026

Abstract

Diabetic foot ulcers are a complication of diabetes mellitus that involves a complex healing process and carries risks of infection, impaired mobility, reduced quality of life, and amputation. This systematic review aimed to assess the effectiveness of modern wound dressings in the healing of diabetic foot ulcers based on the available research evidence. Reporting was guided by PRISMA 2020. The literature search covered PubMed, ScienceDirect, Scopus, and Google Scholar and used combinations of the search terms "diabetic foot ulcer," "modern wound dressing," "advanced wound dressing," and "wound healing." Articles were selected according to inclusion and exclusion criteria, and the findings of the selected studies were then synthesized narratively. The synthesis indicated that, under certain conditions, modern wound dressings may yield better healing outcomes than conventional care. Modern wound dressings promote healing by maintaining a moist wound environment, controlling exudate, protecting tissue, and supporting tissue regeneration. Wound characteristics and patients' systemic health status influence the effectiveness of these dressings. These findings support the use of modern wound dressings as part of integrated care that includes glycemic control, relief of pressure on the foot (offloading), infection control, debridement, patient education, and ongoing monitoring.

Keywords: Diabetic Foot Ulcer; Modern Wound Dressings; Wound Healing; Wound Care; Systematic Review

Masaliq Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

Abstrak: Ulkus kaki diabetik merupakan komplikasi diabetes melitus dengan proses penyembuhan yang kompleks serta risiko infeksi, gangguan mobilitas, penurunan kualitas hidup, dan amputasi. Tinjauan sistematis ini bertujuan menganalisis efektivitas balutan modern dalam penyembuhan ulkus kaki diabetik berdasarkan bukti penelitian yang tersedia. Pelaporan tinjauan mengacu pada PRISMA 2020. Literatur ditelusuri melalui PubMed, ScienceDirect, Scopus, dan Google Scholar menggunakan kombinasi kata kunci *diabetic foot ulcer*, *modern wound dressing*, *advanced wound dressing*, dan *wound healing*. Artikel diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, kemudian temuan dari studi terpilih disintesis secara naratif. Hasil sintesis menunjukkan bahwa pada kondisi tertentu, balutan modern berpotensi memberikan hasil penyembuhan yang lebih baik daripada perawatan konvensional. Balutan modern mendukung penyembuhan dengan mempertahankan kelembapan luka, mengendalikan eksudat, melindungi jaringan, dan mendukung regenerasi jaringan. Efektivitasnya dipengaruhi oleh karakteristik luka dan kondisi sistemik pasien. Temuan ini mendukung penggunaan balutan modern sebagai bagian dari perawatan terpadu yang mencakup pengendalian glikemik, pengurangan beban pada kaki (*off-loading*), pengendalian infeksi, debridemen, edukasi pasien, dan pemantauan berkelanjutan.

Kata Kunci: Ulkus Kaki Diabetik; Balutan Modern; Penyembuhan Luka; Perawatan Luka; Tinjauan Sistematis

PENDAHULUAN

Diabetes mellitus merupakan penyakit metabolik kronis yang dapat menimbulkan berbagai komplikasi sistemik akibat gangguan metabolisme glukosa yang berlangsung dalam jangka panjang. Komplikasi tersebut mencakup gangguan vaskular, neuropati, kerusakan jaringan, serta perubahan respons imun yang berkontribusi terhadap peningkatan morbiditas dan mortalitas. Menurut (Prathigudupu et al., 2026) menjelaskan bahwa komplikasi terkait diabetes berkembang melalui interaksi kompleks antara hiperglikemia kronis, stres oksidatif, inflamasi, disfungsi vaskular, dan perubahan jalur molekuler yang mengganggu fungsi berbagai organ. Kompleksitas tersebut menegaskan pentingnya strategi pengelolaan komplikasi yang mampu mempertimbangkan karakteristik patofisiologis diabetes secara menyeluruh. Begitupula (Rodrigues Oliveira et al., 2023) juga menunjukkan bahwa perkembangan diabetes, khususnya diabetes tipe 1, menghadapi tantangan biologis dan terapeutik yang mendorong pengembangan pendekatan teknologi untuk meningkatkan pengelolaan penyakit.

Ulkus kaki diabetik merupakan salah satu komplikasi diabetes yang memiliki konsekuensi klinis serius dan memerlukan penatalaksanaan berkelanjutan. Kondisi tersebut berkaitan dengan neuropati perifer, gangguan perfusi, inflamasi kronis, disfungsi imun, serta kerentanan terhadap infeksi yang secara bersama-sama menghambat proses perbaikan

jaringan. Dalam (Dawi et al., 2025) menjelaskan bahwa ulkus kaki diabetik terbentuk melalui interaksi antara gangguan metabolik, disregulasi respons imun, kerusakan jaringan, dan lingkungan luka yang persisten sehingga proses penyembuhan berlangsung lebih lambat. Temuan (Stancu et al., 2023) memperlihatkan bahwa komplikasi kaki diabetik memiliki keterkaitan dengan berbagai konsekuensi klinis yang dapat memperburuk kondisi pasien dan meningkatkan kebutuhan terhadap pelayanan kesehatan. Beban tersebut tidak hanya berkaitan dengan aspek klinis, tetapi juga memengaruhi kehidupan sehari-hari pasien. Begitupula (Salış et al., 2026) menempatkan ulkus kaki diabetik sebagai kondisi yang dapat menurunkan health-related quality of life melalui keterbatasan aktivitas, gangguan mobilitas, nyeri, serta kompleksitas diagnosis dan pengobatan.

Gangguan penyembuhan luka menjadi persoalan utama dalam penatalaksanaan ulkus kaki diabetik. Hiperglikemia berkepanjangan dapat memengaruhi proliferasi sel, angiogenesis, deposisi matriks ekstraseluler, respons inflamasi, dan remodeling jaringan sehingga tahapan penyembuhan luka tidak berlangsung secara optimal. Dalam penelitian (Mieczkowski et al., 2022) menegaskan bahwa perubahan pada jalur molekuler dan seluler akibat diabetes berperan penting dalam persistensi luka dan kegagalan regenerasi jaringan. Kondisi tersebut membutuhkan intervensi perawatan luka yang mampu menciptakan lingkungan optimal untuk mendukung proses penyembuhan.

Perkembangan teknologi perawatan luka menghasilkan berbagai material dan formulasi balutan yang dirancang untuk mempertahankan kelembapan, mengendalikan eksudat, melindungi jaringan, serta mendukung regenerasi. Penelitian (Ghica et al., 2025) menggambarkan perkembangan balutan luka menuju formulasi yang semakin spesifik dengan karakteristik terapeutik dan kemampuan fungsional yang lebih luas. Penelitian (Lagoa et al., 2024) menjelaskan bahwa material balutan modern memiliki karakteristik berbeda dalam pengelolaan kelembapan, absorpsi eksudat, perlindungan luka, dan interaksi dengan jaringan. Pendekatan balutan lanjut juga semakin diarahkan pada pemantauan proses penyembuhan dan optimalisasi hasil klinis, sebagaimana ditunjukkan dalam kajian (Joniec et al., 2026).

Variasi jenis material, mekanisme kerja, karakteristik luka, serta respons pasien menyebabkan efektivitas balutan modern terhadap ulkus kaki diabetik belum dapat dipandang seragam. Bukti penelitian yang tersedia perlu disintesis secara sistematis untuk mengidentifikasi pola efektivitas intervensi, indikator penyembuhan yang paling konsisten,

serta kondisi yang dapat memengaruhi keberhasilan penggunaan balutan tertentu. Maka dari itu, tinjauan sistematis diperlukan untuk menghasilkan pemahaman berbasis bukti mengenai posisi balutan modern dalam penatalaksanaan ulkus kaki diabetik. Penelitian ini bertujuan menganalisis secara sistematis efektivitas balutan modern terhadap penyembuhan ulkus kaki diabetik berdasarkan bukti penelitian yang tersedia.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain Systematic Literature Review (SLR) untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis bukti ilmiah mengenai efektivitas balutan modern terhadap penyembuhan ulkus kaki diabetik (Lame, 2019). Proses tinjauan dilakukan berdasarkan pedoman Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020 untuk memastikan proses identifikasi, seleksi, penilaian kelayakan, dan inklusi artikel berlangsung secara transparan dan sistematis. Pertanyaan penelitian dirumuskan menggunakan kerangka Population, Intervention, Comparison, and Outcome (PICO), dengan population berupa pasien yang mengalami ulkus kaki diabetik, intervention berupa penggunaan balutan modern, comparison berupa balutan konvensional, perawatan standar, atau jenis balutan modern lainnya, serta outcome berupa indikator penyembuhan ulkus kaki diabetik.

Pencarian literatur dilakukan melalui beberapa basis data elektronik yang relevan dengan bidang kesehatan dan keperawatan, yaitu PubMed, ScienceDirect, Scopus, dan Google Scholar. Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci dan Boolean operator yang disesuaikan dengan karakteristik masing-masing basis data. Kata kunci utama meliputi *"diabetic foot ulcer", "diabetic foot ulcers", "modern wound dressing", "advanced wound dressing", "wound dressing", "wound healing", dan "diabetic wound"*, yang dikombinasikan menggunakan operator AND dan OR. Literatur dibatasi pada artikel penelitian yang dipublikasikan dalam periode 2022–2026 untuk memperoleh bukti yang relatif mutakhir mengenai perkembangan balutan modern.

Kriteria inklusi mencakup artikel penelitian yang membahas pasien dengan ulkus kaki diabetik, mengevaluasi penggunaan balutan modern sebagai intervensi atau pembanding, melaporkan outcome terkait penyembuhan luka, tersedia dalam bentuk full text, ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris, serta dipublikasikan pada rentang tahun yang telah ditentukan. Artikel dikeluarkan apabila tidak berfokus pada ulkus kaki diabetik, tidak

mengevaluasi balutan atau intervensi perawatan luka yang relevan, berupa editorial, surat kepada editor, komentar, protokol penelitian, laporan kasus tunggal, atau artikel dengan informasi metodologis dan hasil yang tidak memadai. Seluruh hasil pencarian dikompilasi dan diperiksa untuk mengidentifikasi artikel duplikat. Proses seleksi dilakukan melalui pemeriksaan judul dan abstrak, dilanjutkan dengan penilaian teks lengkap berdasarkan kriteria kelayakan. Artikel yang memenuhi seluruh persyaratan dimasukkan dalam sintesis akhir. Alur identifikasi dan seleksi artikel disajikan dalam diagram PRISMA yang mencakup tahap identification, screening, eligibility, dan inclusion.

Data dari artikel terpilih diekstraksi secara sistematis meliputi nama penulis, tahun publikasi, negara penelitian, desain penelitian, karakteristik dan jumlah sampel, jenis balutan modern, kelompok pembanding, durasi intervensi, indikator penyembuhan, serta hasil utama penelitian. Kualitas metodologis artikel dinilai menggunakan instrumen critical appraisal yang disesuaikan dengan desain masing-masing penelitian. Sintesis dilakukan secara naratif dengan membandingkan efektivitas berbagai jenis balutan modern berdasarkan perubahan luas luka, persentase penutupan luka, waktu penyembuhan, pembentukan jaringan granulasi, pengendalian eksudat, infeksi, dan indikator klinis lain yang dilaporkan oleh artikel terinklusi.

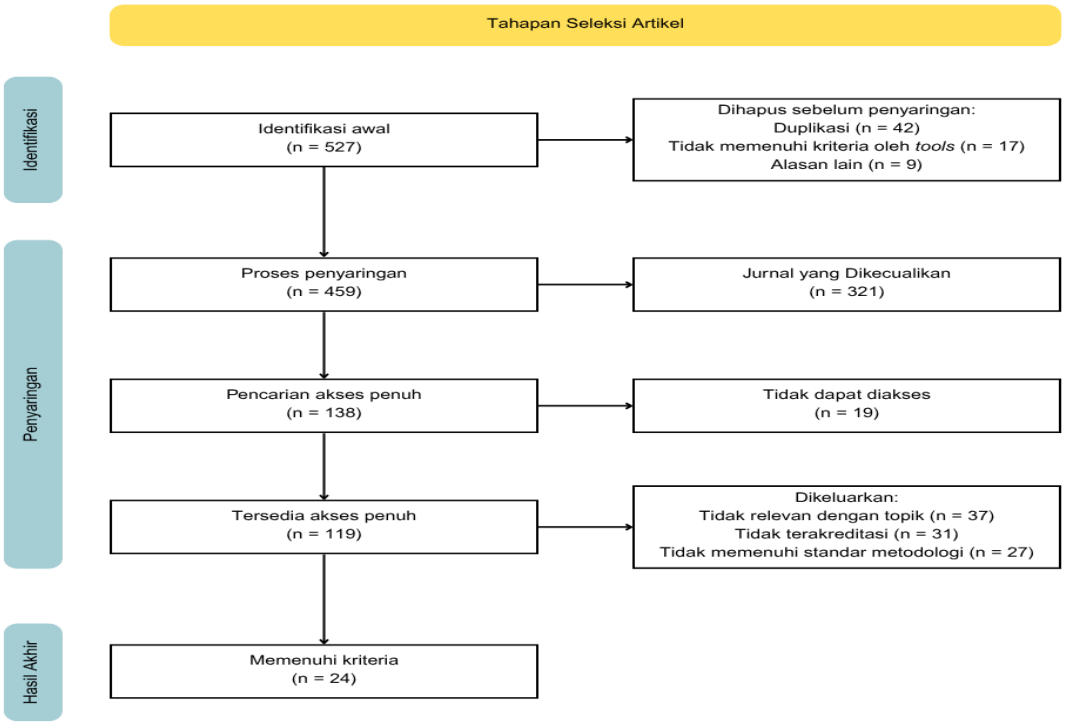
HASIL

1. Kriteria dan Karakteristik Artikel yang Terinklusi

Proses pencarian literatur menghasilkan 527 rekaman awal yang diperoleh dari sejumlah basis data ilmiah, yaitu Scopus, IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink, dan Google Scholar. Tahap pra-penyaringan menghasilkan penghapusan 68 rekaman yang terdiri atas 42 duplikat, 17 rekaman yang secara otomatis dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria awal kelayakan, serta 9 rekaman yang dihapus akibat kendala teknis atau kesalahan entri data. Sebanyak 459 rekaman selanjutnya menjalani proses seleksi berdasarkan judul dan abstrak. Tahap tersebut menghasilkan 321 rekaman yang dieliminasi karena tidak memenuhi kriteria inklusi, seperti tidak membahas efektivitas balutan modern pada penyembuhan ulkus kaki diabetik, menggunakan populasi atau objek penelitian yang tidak sesuai, maupun memiliki keterkaitan yang rendah dengan fokus perawatan luka diabetik.

Sebanyak 138 artikel kemudian memasuki tahap pemeriksaan teks penuh. Sebanyak 19 artikel tidak dapat diakses secara penuh karena kendala teknis atau pembatasan akses (*paywall*). Sebanyak 119 artikel teks penuh selanjutnya dievaluasi untuk menentukan kelayakan

berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Sebanyak 95 artikel dikeluarkan dari proses analisis dengan rincian 37 artikel tidak sesuai dengan fokus penelitian, 31 artikel berasal dari jurnal yang tidak terindeks atau tidak melalui proses *peer review*, serta 27 artikel tidak memenuhi standar metodologis yang dipersyaratkan.



Gambar 1. Tahapan seleksi artikel

Dalam gambar 1, proses seleksi secara bertahap menghasilkan 24 artikel yang memenuhi seluruh kriteria inklusi dan selanjutnya dianalisis secara mendalam, sebagaimana ditampilkan diatas.

Tabel 1. Karakteristik Artikel yang Dianalisis

No.	Penulis (Tahun)	Desain Penelitian	Intervensi/Variabel Utama	Outcome/Temuan Utama
1	Ariani et al. (2024)	Kuasi-eksperimental	*Contemporary dressing* vs. povidone iodine 1%	Perbedaan efek terhadap penyembuhan ulkus diabetik
2	Lelemboto et al. (2026)	Komparatif/intervensional	*Moist wound healing* vs. perawatan konvensional	Efektivitas penyembuhan ulkus diabetik
3	Abdurrahman et al. (2026)	Komparatif	Perawatan luka modern vs. konvensional	Perbandingan hasil penyembuhan luka
4	Wang et al. (2025)	Penelitian klinis	*Liquid dressing*	Penyembuhan luka ulkus diabetik pascaoperasi

5	Vargas Guerrero et al. (2024)	*Questionnaire study*	Kebutuhan teknologi material perawatan luka	Kebutuhan pengembangan teknologi balutan
6	Stancu et al. (2023)	Kohort retrospektif	Karakteristik dan komplikasi kaki diabetik	Kondisi klinis dan komplikasi pasien
7	Salış et al. (2026)	Observasional	Karakteristik dan penatalaksanaan DFU	Kualitas hidup dan aspek perawatan pasien
8	Marlinda & Sandra (2026)	Observasional	Praktik perawatan kaki	Keterkaitan *foot care* dengan kejadian DFU
9	Godavarty et al. (2023)	Pengembangan teknologi	Teknologi pencitraan DFU	Pemantauan dan evaluasi perkembangan luka
10	Tanasescu et al. (2022)	Penelitian klinis	Pilihan terapi modern DFU	Manajemen dan penyembuhan DFU

Sumber: Data diolah, 2026.

Berdasarkan Tabel 1, artikel yang dianalisis mencakup penelitian mengenai efektivitas balutan modern, perbandingan perawatan modern dan konvensional, serta pengembangan teknologi dan pendekatan pendukung dalam penatalaksanaan ulkus kaki diabetik. Variasi tersebut memberikan gambaran mengenai efektivitas intervensi, karakteristik perawatan, dan faktor yang berkaitan dengan proses penyembuhan ulkus kaki diabetik.

2. Efektivitas Berbagai Jenis Balutan Modern terhadap Penyembuhan Ulkus Kaki Diabetik

Hasil sintesis menunjukkan bahwa berbagai jenis balutan modern memiliki potensi dalam mendukung proses penyembuhan ulkus kaki diabetik. Potensi tersebut berkaitan dengan kemampuan material dalam mempertahankan kelembapan, mengendalikan eksudat, melindungi jaringan luka, serta menciptakan lingkungan yang mendukung regenerasi jaringan. Setiap jenis balutan memiliki karakteristik dan fungsi yang berbeda sehingga penggunaannya perlu disesuaikan dengan kondisi luka, tingkat eksudat, kondisi jaringan, dan tujuan perawatan. Dengan demikian, efektivitas balutan modern tidak hanya ditentukan oleh teknologi atau material yang digunakan, tetapi juga oleh ketepatan pemilihannya berdasarkan kebutuhan klinis pasien.

Tabel 2. Sintesis Efektivitas Balutan Modern terhadap Penyembuhan Ulkus Kaki Diabetik

Jenis balutan modern	Karakteristik utama	Potensi terhadap penyembuhan
Hydrogel	Mempertahankan kelembapan dan membantu hidrasi jaringan	Mendukung autolisis dan pembentukan jaringan baru
Hydrocolloid	Membentuk lingkungan luka yang lembap dan protektif	Mendukung epitelisasi pada luka dengan eksudat ringan–sedang
Foam	Memiliki kapasitas absorpsi dan perlindungan mekanis	Membantu pengendalian eksudat dan menjaga lingkungan luka
Antimikroba	Mengandung agen antimikroba, termasuk material berbasis perak	Membantu mengendalikan beban mikroba
Hydrogel berbasis polimer alami	Biokompatibel dan dapat membawa agen bioaktif	Berpotensi mendukung regenerasi dan modulasi lingkungan luka
Negative Pressure Wound Therapy	Memberikan tekanan negatif terkontrol	Mendukung pengurangan eksudat dan pembentukan jaringan granulasi
Smart polymeric dressing	Mengintegrasikan fungsi terapeutik dan kemampuan pemantauan	Berpotensi meningkatkan personalisasi dan pemantauan penyembuhan

Sumber: Data diolah, 2026.

Berdasarkan Tabel 2, hydrogel merupakan salah satu jenis balutan modern yang memiliki potensi dalam mempertahankan kelembapan dan membantu proses hidrasi jaringan. Karakteristik tersebut mendukung proses autolisis serta pembentukan jaringan baru pada luka. Perkembangan material berbasis polimer alami juga memberikan peluang dalam perawatan ulkus kaki diabetik karena memiliki sifat biokompatibel dan biodegradable serta berpotensi membawa komponen bioaktif. Selain itu, perkembangan material hydrogel, foam, dan balutan antimikroba menunjukkan bahwa teknologi balutan modern tidak hanya berfungsi menutup luka, tetapi juga diarahkan untuk menggabungkan fungsi absorpsi, perlindungan jaringan, dan aktivitas terapeutik.

Jenis intervensi lainnya adalah *Negative Pressure Wound Therapy* (NPWT), yaitu metode perawatan yang menggunakan tekanan negatif terkontrol untuk membantu mengelola lingkungan luka. Pendekatan ini berpotensi mengurangi eksudat dan mendukung pembentukan jaringan granulasi, khususnya pada kondisi luka yang memerlukan penanganan lebih intensif. Sementara itu, perkembangan *smart polymeric dressing* memperlihatkan adanya inovasi balutan yang mengintegrasikan fungsi terapeutik dengan kemampuan pemantauan kondisi luka. Perkembangan tersebut memberikan peluang bagi tenaga kesehatan untuk melakukan pemantauan penyembuhan secara lebih terarah dan menyesuaikan intervensi berdasarkan perubahan kondisi luka. Secara keseluruhan, hasil sintesis memperlihatkan

bahwa balutan modern tidak memiliki efektivitas yang sama untuk seluruh kondisi ulkus kaki diabetik. Keberhasilan penggunaannya dipengaruhi oleh karakteristik luka, tingkat eksudat, keberadaan infeksi, kondisi jaringan, serta tujuan perawatan. Oleh karena itu, pemilihan balutan berdasarkan hasil asesmen luka menjadi pendekatan yang lebih tepat dibandingkan penggunaan satu jenis balutan secara seragam. Berbagai inovasi seperti hydrogel, polimer alami, material antimikroba, foam, NPWT, dan balutan polimer cerdas menunjukkan perkembangan perawatan luka menuju pendekatan yang lebih spesifik sesuai kebutuhan biologis dan kondisi klinis pasien.

3.Perbandingan Efektivitas Balutan Modern dengan Perawatan Konvensional

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa penggunaan balutan modern dan pendekatan *moist wound healing* cenderung memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan perawatan konvensional pada beberapa kondisi ulkus kaki diabetik. Perbedaan tersebut terutama berkaitan dengan kemampuan balutan modern dalam menciptakan lingkungan luka yang lembap dan terkontrol. Penggunaan *contemporary dressings* menunjukkan hasil yang berbeda dibandingkan perawatan menggunakan povidone iodine 1% dalam proses penyembuhan ulkus diabetik. Temuan ini memperlihatkan bahwa pengelolaan lingkungan luka melalui pemilihan material balutan yang sesuai dapat memberikan keuntungan dalam mendukung proses penyembuhan.

Pendekatan *moist wound healing* juga memperlihatkan potensi dalam meningkatkan proses penyembuhan dibandingkan metode perawatan konvensional. Pengaturan kelembapan, pengendalian eksudat, dan perlindungan terhadap jaringan dasar luka menjadi faktor yang mendukung kondisi penyembuhan. Perbedaan hasil antara metode perawatan modern dan konvensional menunjukkan bahwa pendekatan perawatan perlu mempertimbangkan kondisi klinis pasien, karakteristik luka, serta kebutuhan intervensi yang tepat. Dengan demikian, penggunaan balutan modern tidak sekadar menjadi alternatif penutup luka, tetapi merupakan bagian dari strategi pengelolaan lingkungan luka secara lebih terarah.

Tabel 3. Perbandingan Balutan Modern dan Perawatan Konvensional

Parameter	Balutan modern	Perawatan konvensional	Sintesis
Lingkungan luka	Mempertahankan kelembapan terkontrol	Lebih sulit mempertahankan kondisi optimal	Balutan modern lebih mendukung *moist wound healing*
Eksudat	Disesuaikan dengan kapasitas absorpsi material	Pengendalian bergantung pada jenis balutan sederhana	Balutan modern lebih adaptif
Perlindungan jaringan	Memberikan perlindungan dan fungsi terapeutik	Lebih berorientasi pada penutupan luka	Balutan modern memiliki fungsi lebih luas
Beban mikroba	Dapat menggunakan komponen antimikroba	Sering mengandalkan antiseptik	Efektivitas bergantung pada kondisi infeksi
Penyembuhan luka	Cenderung lebih mendukung penutupan luka	Hasil lebih bervariasi	Keunggulan *modern dressing* terlihat pada kondisi tertentu

Sumber: Data diolah, 2026.

Berdasarkan Tabel 3, perbedaan utama antara balutan modern dan perawatan konvensional terletak pada kemampuan mengelola lingkungan luka. Balutan modern dirancang untuk mempertahankan kelembapan, menyerap eksudat sesuai kebutuhan, serta memberikan perlindungan terhadap jaringan yang sedang mengalami proses penyembuhan. Sebaliknya, perawatan konvensional cenderung lebih berorientasi pada penutupan luka dan penggunaan material yang memiliki fungsi lebih sederhana. Perbedaan karakteristik tersebut menyebabkan balutan modern memiliki keunggulan dalam mendukung pengelolaan luka pada kondisi tertentu, meskipun hasil akhirnya tetap bergantung pada keadaan klinis pasien.

Hasil kajian juga menunjukkan bahwa efektivitas setiap jenis balutan perlu dinilai berdasarkan karakteristik intervensi dan luaran penyembuhan yang digunakan. Perbedaan jenis material, protokol perawatan, karakteristik luka, serta kelompok pembanding dapat memengaruhi besarnya manfaat yang dihasilkan. Oleh sebab itu, hasil penelitian mengenai balutan modern tidak dapat disamaratakan tanpa mempertimbangkan kualitas metodologis dan konsistensi temuan. Selain hydrogel, foam, dan balutan antimikroba, perkembangan *liquid dressing* pada luka pascaoperasi ulkus kaki diabetik juga memperlihatkan adanya inovasi material yang lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan luka.

Keunggulan balutan modern pada dasarnya berkaitan dengan kesesuaiannya terhadap kebutuhan klinis pasien. Pengaturan kelembapan dan pengelolaan eksudat menjadi aspek penting yang dapat mendukung proses penyembuhan, tetapi tidak secara otomatis menjamin keberhasilan perawatan pada seluruh jenis luka. Efektivitas intervensi tetap dipengaruhi oleh

kontrol glikemik, kondisi vaskular, keberadaan infeksi, kedalaman luka, neuropati, dan intervensi pendukung lainnya. Dengan demikian, balutan modern perlu diposisikan sebagai bagian dari pendekatan perawatan yang komprehensif, bukan sebagai intervensi tunggal yang dapat menggantikan keseluruhan penatalaksanaan ulkus kaki diabetik.

4. Implikasi Klinis dan Arah Pengembangan Perawatan Ulkus Kaki Diabetik

Hasil tinjauan sistematis menunjukkan bahwa penggunaan balutan modern memiliki implikasi penting terhadap praktik keperawatan, khususnya dalam menentukan intervensi berdasarkan karakteristik dan kebutuhan luka. Pemilihan balutan tidak cukup hanya mempertimbangkan jenis material, tetapi juga harus memperhatikan kedalaman luka, jumlah eksudat, keberadaan jaringan nekrotik, infeksi, perfusi, neuropati, serta kondisi metabolik pasien. Pendekatan tersebut diperlukan karena ulkus kaki diabetik merupakan kondisi kompleks yang membutuhkan penatalaksanaan secara menyeluruh, mulai dari pengendalian faktor risiko hingga pencegahan kekambuhan.

Dalam praktik keperawatan, tenaga kesehatan memiliki peran strategis dalam melakukan asesmen luka, menentukan jenis balutan, memantau respons terapi, memberikan edukasi perawatan kaki, serta mengevaluasi perubahan kondisi jaringan. Edukasi kepada pasien perlu mencakup pemeriksaan kaki secara rutin, menjaga kebersihan kaki, menggunakan alas kaki yang sesuai, mengurangi tekanan berlebihan pada area luka, dan mematuhi jadwal perawatan. Praktik perawatan kaki tersebut perlu diintegrasikan dengan penggunaan balutan modern agar upaya penyembuhan tidak hanya berfokus pada kondisi luka, tetapi juga pada pencegahan munculnya luka baru dan komplikasi lanjutan.

Perkembangan teknologi juga memberikan peluang untuk meningkatkan ketepatan pemantauan dan pengambilan keputusan klinis. Teknologi pencitraan dapat membantu mengevaluasi karakteristik luka serta memantau perubahan jaringan selama proses penyembuhan. Selain itu, pemanfaatan telemedicine yang terintegrasi dengan *continuous glucose monitoring* berpotensi mendukung pemantauan pasien secara berkelanjutan, khususnya dalam menghubungkan informasi kadar glukosa darah dengan pengelolaan komplikasi kaki diabetik. Integrasi teknologi tersebut dapat memperkuat kesinambungan pelayanan dan membantu tenaga kesehatan mendeteksi perubahan kondisi pasien secara lebih dini.

Arah pengembangan perawatan ulkus kaki diabetik juga mulai bergerak menuju pendekatan regeneratif yang berorientasi pada perbaikan jaringan dan lingkungan biologis

luka. Inovasi tersebut tidak hanya menitikberatkan pada perlindungan permukaan luka, tetapi juga diarahkan untuk mendukung proses biologis yang mendasari regenerasi jaringan. Pengembangan material balutan berbasis polimer, teknologi pemantauan luka, dan pendekatan regeneratif memberikan peluang bagi terciptanya metode perawatan yang lebih adaptif terhadap kondisi masing-masing pasien.

Secara klinis, temuan penelitian menegaskan bahwa balutan modern merupakan bagian dari strategi penatalaksanaan multimodal ulkus kaki diabetik. Penggunaannya perlu disertai pengendalian glikemik, *off-loading* atau pengurangan tekanan pada area luka, pengendalian infeksi, optimalisasi perfusi, debridement sesuai indikasi, pemenuhan kebutuhan nutrisi, edukasi pasien, dan pemantauan berkelanjutan. Di sisi lain, heterogenitas jenis balutan, karakteristik luka, protokol intervensi, dan luaran penelitian menunjukkan perlunya pengembangan penelitian dengan standar pengukuran yang lebih seragam. Penelitian selanjutnya perlu diarahkan pada uji klinis berkualitas tinggi, pemantauan jangka panjang, analisis efektivitas biaya, serta pengembangan balutan cerdas, teknologi pencitraan, telemedicine, dan terapi regeneratif untuk menghasilkan penatalaksanaan ulkus kaki diabetik yang lebih personal dan berbasis bukti.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil sintesis terhadap 24 artikel yang memenuhi kriteria inklusi, efektivitas balutan modern terhadap penyembuhan ulkus kaki diabetik menunjukkan kecenderungan positif, terutama dalam menciptakan lingkungan luka yang mendukung proses regenerasi jaringan. Balutan modern memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan perawatan konvensional karena dirancang untuk mempertahankan kelembapan luka, mengendalikan eksudat, melindungi jaringan dari kontaminasi, serta mendukung pembentukan jaringan granulasi dan epitelisasi. Kondisi tersebut menjadi penting karena ulkus kaki diabetik merupakan luka kronis yang proses penyembuhannya dipengaruhi oleh gangguan sirkulasi darah, neuropati perifer, respons inflamasi yang berkepanjangan, dan gangguan metabolisme akibat diabetes mellitus. Penelitian (Mieczkowski et al., 2022) menjelaskan bahwa hiperglikemia dapat mengganggu berbagai mekanisme biologis penyembuhan luka, termasuk respons inflamasi, aktivitas sel, pembentukan pembuluh darah baru, dan sintesis kolagen. Dengan demikian, penggunaan balutan modern tidak hanya bertujuan menutup permukaan luka, tetapi juga menciptakan

kondisi lokal yang lebih kondusif bagi berlangsungnya proses penyembuhan. Temuan ini sejalan dengan (Tanasescu et al., 2022) yang menempatkan pemilihan terapi modern sebagai salah satu komponen penting dalam penatalaksanaan ulkus kaki diabetik, dengan mempertimbangkan karakteristik dan kondisi klinis luka.

Efektivitas balutan modern terutama terlihat melalui penerapan prinsip *moist wound healing*, yaitu mempertahankan kelembapan luka dalam kondisi yang terkontrol sehingga mendukung migrasi sel, pembentukan jaringan granulasi, dan proses epitelisasi. Prinsip ini berbeda dari pendekatan perawatan yang hanya berorientasi pada pengeringan dan penutupan luka, karena lingkungan luka yang terlalu kering dapat menghambat perpindahan sel yang diperlukan dalam regenerasi jaringan. Penelitian (Seaman, 2002) menjelaskan bahwa pemilihan balutan pada luka kronis harus mempertimbangkan kondisi dasar luka, jumlah eksudat, karakteristik jaringan, dan tujuan perawatan. Hasil penelitian (Lelemboto et al., 2026) memperkuat prinsip tersebut dengan menunjukkan bahwa pendekatan *moist wound healing* memiliki efektivitas dalam penyembuhan ulkus diabetik dibandingkan perawatan luka konvensional. Sejalan dengan itu, (Susanti et al., 2023) melalui kajian mengenai *modern dressing* juga menunjukkan bahwa pengelolaan kelembapan dan eksudat merupakan aspek penting dalam mendukung penyembuhan luka kaki diabetik. Oleh karena itu, keunggulan balutan modern tidak semata-mata terletak pada penggunaan material yang lebih baru, tetapi pada kemampuannya mengatur lingkungan luka sesuai dengan kebutuhan biologis jaringan selama proses penyembuhan.

Salah satu jenis balutan modern yang menunjukkan potensi efektivitas adalah *hydrogel dressing*. Material ini memiliki kemampuan mempertahankan kelembapan, membantu hidrasi jaringan, serta mendukung proses autolisis pada luka yang mengandung jaringan nekrotik tertentu. Penelitian (Güiza-Argüello et al., 2022) menjelaskan bahwa perkembangan balutan berbasis hidrogel memberikan peluang dalam penatalaksanaan ulkus kaki diabetik karena material tersebut dapat dikembangkan untuk mengatur lingkungan luka dan menghantarkan komponen terapeutik. Temuan yang lebih kuat ditunjukkan oleh (Zhao et al., 2024) melalui systematic review dan meta-analysis terhadap 15 uji klinis acak dengan total 872 pasien ulkus kaki diabetik. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *hydrogel dressing* berhubungan dengan peningkatan angka penyembuhan luka dibandingkan balutan konvensional, dengan OR sebesar 4,09 (95% CI: 2,83–5,91), serta penurunan waktu penyembuhan rata-rata sebesar 11,38 satuan waktu sesuai pengukuran penelitian. Penelitian tersebut juga melaporkan peningkatan pembentukan jaringan granulasi dan epitel serta

penurunan kejadian infeksi bakteri. Hasil ini memperkuat temuan dalam tinjauan sistematis bahwa hidrogel merupakan salah satu alternatif balutan modern yang menjanjikan, khususnya pada luka yang membutuhkan hidrasi dan dukungan proses regenerasi jaringan. Meskipun demikian, penggunaannya tetap perlu disesuaikan dengan kondisi dasar luka, jumlah eksudat, dan keberadaan infeksi agar kelembapan yang dipertahankan tidak justru memperburuk kondisi jaringan.

Selain hidrogel, *hydrocolloid dressing* dan *foam dressing* juga memiliki karakteristik yang mendukung perawatan ulkus kaki diabetik. *Hydrocolloid dressing* bekerja dengan membentuk lingkungan luka yang lembap dan memberikan perlindungan terhadap jaringan, sehingga berpotensi mendukung proses epitelisasi, terutama pada luka dengan eksudat ringan hingga sedang. Sementara itu, *foam dressing* memiliki kapasitas absorpsi yang lebih baik sehingga dapat digunakan untuk membantu mengendalikan eksudat dan melindungi jaringan dari tekanan maupun gesekan eksternal. Penelitian (Alberts et al., 2025) menjelaskan bahwa perkembangan material balutan modern semakin diarahkan pada penggabungan fungsi absorpsi, perlindungan, dan aktivitas terapeutik untuk meningkatkan kualitas perawatan luka. Penelitian (Lagoa et al., 2024) juga menguraikan bahwa pemilihan material balutan perlu mempertimbangkan karakteristik fisik, kemampuan menyerap cairan, serta interaksi material dengan lingkungan luka. Temuan tersebut menunjukkan bahwa efektivitas *hydrocolloid* dan *foam dressing* tidak dapat dinilai hanya berdasarkan kemampuan menutup luka, melainkan perlu dilihat dari kesesuaiannya dalam mengendalikan kelembapan dan eksudat. Dengan demikian, kedua jenis balutan tersebut dapat menjadi pilihan dalam perawatan ulkus kaki diabetik berdasarkan kondisi luka, tetapi tidak dapat dinyatakan sebagai material yang selalu lebih unggul dibandingkan jenis balutan lainnya tanpa adanya perbandingan klinis langsung.

Perkembangan balutan modern juga mencakup penggunaan material antimikroba dan polimer alami yang dirancang untuk meningkatkan kualitas lingkungan penyembuhan luka. Balutan antimikroba, termasuk material yang mengandung perak, dikembangkan untuk membantu mengendalikan mikroorganisme pada kondisi luka tertentu, sedangkan polimer alami memiliki potensi sebagai material biokompatibel yang dapat mendukung penghantaran zat aktif dan proses regenerasi jaringan. Penelitian (Alberts et al., 2025) menjelaskan bahwa pengembangan balutan antimikroba menjadi bagian dari inovasi material perawatan luka, sedangkan (Fang et al., 2026) menunjukkan potensi polimer alami dalam pengembangan balutan khusus untuk ulkus kaki diabetik melalui karakteristik biokompatibel dan kemampuan mendukung aktivitas biologis pada lingkungan luka. Penelitian (Vargas

Guerrero et al., 2024) juga mengidentifikasi kebutuhan tenaga kesehatan terhadap material perawatan ulkus kaki diabetik yang lebih adaptif terhadap kebutuhan klinis. Meskipun demikian, potensi antimikroba suatu material tidak secara otomatis menunjukkan efektivitas klinis dalam mempercepat penutupan luka. Penelitian (Chen et al., 2024) dalam pedoman International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF) justru tidak merekomendasikan penggunaan balutan antiseptik atau antimikroba secara rutin semata-mata untuk meningkatkan penyembuhan ulkus kaki diabetik. Artinya, penggunaan balutan dengan kandungan antimikroba harus mempertimbangkan indikasi klinis dan tidak boleh menggantikan penilaian serta penatalaksanaan infeksi secara menyeluruh. Hal ini memperlihatkan bahwa inovasi material perlu dinilai berdasarkan bukti efektivitas dan keamanan klinis, bukan hanya berdasarkan karakteristik teknologi yang dimilikinya.

Perbandingan antara balutan modern dan perawatan konvensional memperlihatkan bahwa pendekatan modern memiliki sejumlah keunggulan dalam pengelolaan lingkungan luka, khususnya pada kemampuan mempertahankan kelembapan dan menyesuaikan kapasitas absorpsi dengan jumlah eksudat. Penelitian (Ariani et al., 2024) melalui penelitian kuasi-eksperimental menunjukkan adanya perbedaan efek antara penggunaan *contemporary dressing* dan povidone iodine 1% terhadap penyembuhan ulkus diabetik. Penelitian (Lelemboto et al., 2026) juga menunjukkan bahwa pendekatan *moist wound healing* memberikan hasil yang mendukung penyembuhan ulkus diabetik dibandingkan perawatan konvensional. Sementara itu, (Abdurrahman et al., 2026) memberikan perbandingan antara metode perawatan luka modern dan konvensional pada pasien diabetes mellitus. Hasil dari ketiga penelitian tersebut memperkuat kecenderungan bahwa penggunaan balutan modern dapat memberikan keuntungan dalam proses perawatan luka apabila material yang digunakan sesuai dengan karakteristik ulkus. Namun, keunggulan tersebut tidak berarti seluruh jenis balutan konvensional tidak efektif. Perawatan konvensional yang dilakukan secara tepat tetap dapat mendukung penyembuhan, terutama apabila mampu mempertahankan lingkungan luka yang bersih, mengendalikan eksudat, dan memenuhi prinsip perawatan dasar. Oleh sebab itu, perbedaan efektivitas lebih tepat dipahami sebagai perbedaan kemampuan masing-masing pendekatan dalam memenuhi kebutuhan biologis dan klinis luka, bukan sekadar perbedaan antara teknologi lama dan teknologi baru.

Bukti komparatif yang lebih luas juga ditunjukkan oleh (Huang & Meng, 2026) melalui meta-analisis mengenai keamanan dan efektivitas berbagai jenis balutan pada ulkus kaki diabetik. Penelitian tersebut melibatkan 25 studi dengan total 2.421 pasien dan

menemukan bahwa kelompok intervensi memiliki angka penyembuhan luka lengkap yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol, dengan OR 4,62 (95% CI: 3,10–6,90). Selain itu, penelitian tersebut melaporkan penurunan kejadian infeksi luka, peningkatan skor penyembuhan, pengurangan luas ulkus, dan waktu penyembuhan yang lebih singkat. Namun, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan pada angka amputasi. Hasil tersebut memberikan gambaran bahwa efektivitas balutan perlu dinilai melalui berbagai indikator klinis, tidak hanya berdasarkan perubahan ukuran luka atau percepatan penutupan permukaan luka. Penelitian (Zhao et al., 2024) melalui systematic review dan network meta-analysis terhadap 35 uji klinis acak dengan 2.631 pasien juga menunjukkan bahwa beberapa biomaterial dan balutan antimikroba yang dikombinasikan dengan intervensi tertentu berpotensi memperpendek waktu penyembuhan dibandingkan balutan tradisional. Meskipun demikian, hasil penelitian tersebut tidak dapat diartikan bahwa seluruh balutan modern memiliki tingkat efektivitas yang sama. Perbedaan komposisi material, kombinasi terapi, karakteristik pasien, dan indikator keberhasilan menyebabkan hasil antarpenelitian perlu diinterpretasikan secara hati-hati. Dengan demikian, efektivitas balutan modern lebih tepat dipahami sebagai manfaat yang bersifat spesifik terhadap jenis material dan kondisi klinis pasien.

Jenis intervensi lain yang perlu diperhatikan adalah *Negative Pressure Wound Therapy* (NPWT), yaitu metode perawatan yang menggunakan tekanan negatif terkontrol untuk membantu mengelola eksudat, mempertahankan kondisi lingkungan luka, dan mendukung pembentukan jaringan granulasi. Penelitian (Villalba-Aguilar et al., 2025) melalui systematic review dan meta-analysis membahas perbandingan efektivitas terapi tekanan negatif dengan perawatan konvensional pada ulkus kaki diabetik dan menunjukkan adanya potensi manfaat pada sejumlah parameter penyembuhan. Penelitian (Wang et al., 2025) juga memberikan bukti mengenai penggunaan *liquid dressing* dalam perawatan luka pascaoperasi ulkus kaki diabetik sebagai bentuk perkembangan material balutan yang lebih adaptif. Meskipun demikian, efektivitas NPWT perlu dibedakan berdasarkan jenis luka dan indikasi penggunaannya. Penelitian (Chen et al., 2024) dalam pedoman IWGDF merekomendasikan NPWT secara bersyarat sebagai terapi tambahan untuk luka kaki diabetik pascaoperasi, tetapi tidak merekomendasikan penggunaannya secara rutin sebagai terapi tambahan pada ulkus kaki diabetik yang tidak berkaitan dengan tindakan pembedahan. Perbedaan rekomendasi tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan suatu teknologi perawatan luka sangat bergantung pada kesesuaian indikasi klinis. Oleh karena itu, NPWT tidak dapat diposisikan sebagai

pilihan utama bagi seluruh pasien dengan ulkus kaki diabetik, melainkan sebagai intervensi tambahan yang perlu dipertimbangkan berdasarkan kondisi luka dan hasil evaluasi klinis.

Selain jenis material dan metode perawatan, efektivitas balutan modern juga dipengaruhi oleh karakteristik klinis pasien dan kondisi luka. Penelitian (Stancu et al., 2023) memberikan gambaran mengenai komplikasi kaki diabetik yang perlu menjadi pertimbangan dalam menentukan strategi perawatan, sedangkan (Salış et al., 2026) menunjukkan bahwa ulkus kaki diabetik juga berkaitan dengan penurunan kualitas hidup pasien, termasuk tantangan dalam diagnosis dan penatalaksanaannya. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa keberhasilan perawatan tidak cukup diukur berdasarkan penutupan luka, tetapi juga perlu mempertimbangkan pengurangan nyeri, pencegahan komplikasi, pemeliharaan fungsi kaki, dan peningkatan kualitas hidup. Penelitian (Gallagher, 2023) menegaskan bahwa penatalaksanaan ulkus kaki diabetik membutuhkan pendekatan multidisiplin yang melibatkan pengendalian faktor risiko, evaluasi vaskular, pengelolaan infeksi, perawatan luka, dan pencegahan kekambuhan. Hal ini sejalan dengan (Yang et al., 2022) yang menjelaskan bahwa kompleksitas ulkus kaki diabetik membutuhkan strategi penanganan yang tidak hanya berorientasi pada luka lokal, tetapi juga memperhatikan faktor sistemik dan kondisi dasar pasien. Dengan demikian, balutan modern akan memberikan manfaat yang lebih optimal apabila dikombinasikan dengan pengendalian glikemik, *off-loading* untuk mengurangi tekanan pada area luka, debridement sesuai indikasi, penanganan infeksi, optimalisasi perfusi, dan pemenuhan kebutuhan nutrisi.

Implikasi klinis dari hasil sintesis ini menunjukkan bahwa perawat memiliki peran penting dalam menentukan keberhasilan penggunaan balutan modern melalui pelaksanaan asesmen luka secara sistematis dan berkelanjutan. Penilaian perlu mencakup luas dan kedalaman ulkus, jumlah eksudat, jenis jaringan pada dasar luka, kondisi kulit sekitar, tanda-tanda infeksi, serta perkembangan jaringan granulasi dan epitelisasi. Penelitian (Marlinda & Sandra, 2026) menunjukkan pentingnya praktik *foot care* pada pasien diabetes mellitus tipe 2 dalam kaitannya dengan kejadian ulkus kaki diabetik. Temuan tersebut menegaskan bahwa perawatan kaki dan edukasi pasien harus berjalan beriringan dengan penggunaan balutan modern. Pasien perlu memperoleh pemahaman mengenai pemeriksaan kaki secara rutin, menjaga kebersihan kaki, menggunakan alas kaki yang sesuai, menghindari tekanan berlebihan pada area luka, serta mengikuti anjuran pengendalian kadar glukosa darah. Selain itu, pemantauan perubahan kondisi luka perlu dilakukan secara berkala untuk menentukan apakah jenis balutan yang digunakan masih sesuai atau perlu diganti berdasarkan

perkembangan klinis. Oleh karena itu, keberhasilan penggunaan balutan modern tidak hanya ditentukan oleh kualitas material, tetapi juga oleh ketepatan asesmen, keterampilan tenaga kesehatan, kepatuhan pasien, dan kesinambungan perawatan.

Perkembangan teknologi juga memberikan peluang untuk meningkatkan efektivitas dan ketepatan evaluasi penyembuhan ulkus kaki diabetik. Penelitian (Godavarty et al., 2023) menjelaskan bahwa teknologi pencitraan ulkus kaki diabetik dapat membantu pemantauan karakteristik luka dan perubahan jaringan secara lebih objektif. Sementara itu, (Constantin et al., 2026) mengidentifikasi perkembangan *smart polymeric dressing* yang mengintegrasikan fungsi terapeutik dan kemampuan pemantauan kondisi luka. Prospek pemanfaatan telemedicine berbasis *continuous glucose monitoring* dalam mendukung pemantauan pasien diabetes secara berkelanjutan. Perkembangan tersebut menunjukkan adanya pergeseran pendekatan perawatan dari penggunaan material yang hanya berfungsi sebagai pelindung menuju sistem balutan yang berpotensi mengintegrasikan penghantaran zat terapeutik, pemantauan perubahan kondisi luka, dan pengambilan keputusan klinis. Penelitian (Fang et al., 2026) turut memperlihatkan potensi penggunaan polimer alami dalam pengembangan balutan yang lebih biokompatibel dan mendukung regenerasi jaringan. Meskipun demikian, teknologi tersebut masih perlu didukung oleh penelitian klinis yang memadai untuk memastikan keamanan, efektivitas, kemudahan penggunaan, dan efisiensi biaya sebelum diterapkan secara luas dalam pelayanan kesehatan.

Secara keseluruhan, hasil systematic literature review ini menunjukkan bahwa balutan modern memiliki potensi efektivitas dalam mendukung penyembuhan ulkus kaki diabetik, terutama melalui pengaturan kelembapan, pengendalian eksudat, perlindungan jaringan, dan dukungan terhadap regenerasi. Efektivitas masing-masing intervensi tidak dapat disamaratakan karena dipengaruhi oleh jenis balutan, indikasi klinis, karakteristik luka, dan kualitas bukti penelitian. Keterbatasan lain dalam sintesis ini adalah adanya variasi desain penelitian, jumlah sampel, durasi pengamatan, jenis intervensi, dan indikator outcome yang digunakan. Sebagian artikel yang dianalisis juga berfungsi sebagai penelitian pendukung mengenai karakteristik komplikasi, kebutuhan teknologi, perawatan kaki, dan pemantauan luka, sehingga tidak seluruhnya memberikan bukti perbandingan langsung mengenai efektivitas balutan. Kondisi tersebut menyebabkan kesimpulan mengenai keunggulan balutan modern perlu ditempatkan secara proporsional. Penelitian selanjutnya perlu mengutamakan uji klinis terkontrol dengan jumlah sampel memadai, perbandingan antarjenis balutan yang lebih spesifik, indikator penyembuhan yang terstandardisasi, periode tindak lanjut lebih

panjang, serta evaluasi efektivitas biaya. Dengan demikian, pemilihan balutan modern dapat didasarkan pada bukti ilmiah yang lebih kuat dan kebutuhan individual pasien, sehingga mampu meningkatkan keberhasilan penyembuhan ulkus kaki diabetik secara optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil systematic literature review, dapat disimpulkan bahwa penggunaan balutan modern memiliki potensi efektivitas dalam mendukung penyembuhan ulkus kaki diabetik dibandingkan perawatan konvensional pada kondisi klinis tertentu. Efektivitas tersebut terutama berkaitan dengan kemampuan balutan modern dalam mempertahankan kelembapan luka, mengendalikan eksudat, melindungi jaringan dari kontaminasi, serta mendukung pembentukan jaringan granulasi dan epitelisasi. Berbagai jenis balutan, seperti *hydrogel, hydrocolloid, foam dressing*, balutan antimikroba, polimer alami, *liquid dressing*, dan *Negative Pressure Wound Therapy* memiliki karakteristik serta mekanisme kerja yang berbeda dalam mendukung proses penyembuhan. Namun, efektivitasnya tidak bersifat universal karena dipengaruhi oleh kedalaman luka, tingkat eksudat, infeksi, perfusi jaringan, neuropati, dan kondisi metabolik pasien. Oleh karena itu, penggunaan balutan modern perlu didasarkan pada asesmen karakteristik luka dan diintegrasikan dengan pengendalian glikemik, *off-loading*, debridement, pengendalian infeksi, pemenuhan nutrisi, serta perawatan kaki secara komprehensif untuk memperoleh hasil penyembuhan yang optimal.

Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah melalui sintesis berbagai bukti penelitian mengenai efektivitas balutan modern terhadap penyembuhan ulkus kaki diabetik dengan mengidentifikasi karakteristik, mekanisme kerja, potensi manfaat, serta perbedaan efektivitas masing-masing jenis balutan dibandingkan perawatan konvensional. Penelitian ini memperluas pemahaman mengenai pentingnya penerapan prinsip *moist wound healing* dan pemilihan material balutan berdasarkan karakteristik serta kebutuhan biologis luka. Selain itu, penelitian ini memberikan kontribusi praktis bagi tenaga kesehatan, khususnya perawat, sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan jenis balutan, melakukan asesmen luka, memantau perkembangan penyembuhan, dan memberikan edukasi perawatan kaki kepada pasien diabetes mellitus. Sintesis ini juga memperlihatkan pentingnya mengintegrasikan penggunaan balutan modern dengan pendekatan perawatan multidisiplin sehingga penatalaksanaan ulkus kaki diabetik tidak hanya berorientasi pada penutupan luka, tetapi juga

pada pencegahan komplikasi, pemeliharaan fungsi kaki, dan peningkatan kualitas hidup pasien.

Penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk melakukan uji klinis terkontrol dengan jumlah sampel yang memadai guna membandingkan efektivitas masing-masing jenis balutan modern, seperti *hydrogel, hydrocolloid, foam dressing*, balutan antimikroba, dan *Negative Pressure Wound Therapy*, terhadap perawatan konvensional pada pasien dengan karakteristik ulkus kaki diabetik yang sebanding. Penelitian mendatang juga perlu menggunakan indikator penyembuhan yang terstandardisasi, meliputi perubahan luas dan kedalaman luka, waktu penyembuhan, pembentukan jaringan granulasi, epitelisasi, kejadian infeksi, angka amputasi, serta kualitas hidup pasien dengan periode pemantauan yang lebih panjang. Selain itu, diperlukan penelitian mengenai efektivitas biaya (*cost-effectiveness*), keamanan penggunaan, dan penerapan teknologi balutan inovatif, seperti *smart dressing*, polimer alami, serta sistem pemantauan luka berbasis digital. Pengembangan penelitian tersebut diharapkan dapat menghasilkan bukti ilmiah dengan tingkat kepastian yang lebih kuat sehingga pemilihan balutan modern dapat dilakukan secara lebih tepat, efektif, aman, dan sesuai dengan kebutuhan individual pasien ulkus kaki diabetik.

DAFTAR PUSTAKA

Abdurrahman, A., Bustami, B., Mutiah, C., Rahmat, R. A., & Asrianto, A. (2026). Comparison of conventional and modern wound care methods in diabetes mellitus patients. *International Journal of Health Sciences, 4*(2), 456–466.

Alberts, A., Tudorache, D.-I., Niculescu, A.-G., & Grumezescu, A. M. (2025). Advancements in wound dressing materials: Highlighting recent progress in hydrogels, foams, and antimicrobial dressings. *Gels, 11*(2), Article 123. https://doi.org/10.3390/gels11020123

Ariani, I., Putra Harsya, D., & Burhan, A. (2024). A comparison of the effects of contemporary dressings and 1% povidone iodine on the healing of diabetic ulceration: A quasy experiment. *Journal of Wound Research and Technology, 1*(1), 16–23. https://eism.web.id/index.php/jwrt/article/view/4

Chen, P., Campillo Vilorio, N., Dhatariya, K., Jeffcoate, W., Lobmann, R., McIntosh, C., Piaggesi, A., Steinberg, J., Vas, P., Viswanathan, V., Wu, S., & Game, F. (2024). Guidelines on interventions to enhance healing of foot ulcers in people with diabetes (IWGDF 2023 update). *Diabetes/Metabolism Research and Reviews, 40*(3), Article e3644. https://doi.org/10.1002/dmrr.3644

Constantin, E.-G., Albu Kaya, M. G., Dinu-Pîrvu, C.-E., Popa, L., Anuţa, V., Prisada, R. M., & Ghica, M. V. (2026). Smart polymeric wound dressings for wound treatment: Contributions and applications. *International Journal of Molecular Sciences, 27*(16), Article 7343. https://www.mdpi.com/1422-0067/27/16/7343

Dawi, J., Tumanyan, K., Tomas, K., Misakyan, Y., Gargaloyan, A., Gonzalez, E., Hammi, M., Tomas, S., & Venketaraman, V. (2025). Diabetic foot ulcers: Pathophysiology, immune dysregulation, and emerging therapeutic strategies. *Biomedicines, 13*(5), Article 1076. https://doi.org/10.3390/biomedicines13051076

Fang, Y., Wu, J., Sun, S., Li, Y., & Ran, X. (2026). Promising natural polymer-based dressings for diabetic foot ulcers: Mechanisms, preclinical studies, and clinical applications. *Pharmaceutics, 18*(7), Article 776. https://www.mdpi.com/1999-4923/18/7/776

Gallagher, H. (2023). Pediatric growth faltering: Evaluation and management in primary care. *JAAPA, 36*(11), 1–6.

Ghica, M. V., Albu Kaya, M. G., Popa, L., & Dinu-Pîrvu, C. E. (2025). Development of specific dosage form: Wound dressing—Current progress and novel approaches. *Pharmaceuticals, 18*(11), Article 1710. https://www.mdpi.com/1424-8247/18/11/1710

Godavarty, A., Leiva, K., Amadi, N., Klonoff, D. C., & Armstrong, D. G. (2023). Diabetic foot ulcer imaging: An overview and future directions. *Journal of Diabetes Science and Technology, 17*(6), 1662–1675. https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/19322968231187660

Güiza-Argüello, V. R., Solarte-David, V. A., Pinzón-Mora, A. V., Ávila-Quiroga, J. E., & Becerra-Bayona, S. M. (2022). Current advances in the development of hydrogel-based wound dressings for diabetic foot ulcer treatment. *Polymers, 14*(14), Article 2764. https://doi.org/10.3390/polym14142764

Huang, X., & Meng, X. (2026). Meta-analysis on the safety and efficacy of different dressings in the treatment of diabetic foot ulcers. *Open Medicine, 21*(1), Article 20261459. https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/med-2026-1459/html

Joniec, A., Mikolajczyk, J., Kaczara, S., Mazul-Kulesza, E., Fajferek, T., & Pietrzyk, B. (2026). Advanced wound dressings in postoperative care: Monitoring healing outcomes across procedures—A narrative review. *Applied Sciences, 16*(5), Article 2316. https://www.mdpi.com/2076-3417/16/5/2316

Lagoa, T., Queiroga, M. C., & Martins, L. (2024). An overview of wound dressing materials. *Pharmaceuticals, 17*(9), Article 1110. https://doi.org/10.3390/ph17091110

Lame, G. (2019). Systematic literature reviews: An introduction. *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design, 1*(1), 1633–1642. https://doi.org/10.1017/dsi.2019.169

Lelemboto, G., Winarto, E., Jamaluddin, M., & Mendrofa, F. A. M. (2026). Effectiveness of moist wound healing versus conventional wound care for diabetic ulcer healing in patients with diabetes mellitus. *Open Access Health Scientific Journal, 7*(2), 234–238. https://www.oahsj.org/index.php/oahsj/article/view/238

Marlinda, R., & Sandra, R. (2026). Foot-care practices and diabetic foot ulcers among patients with type 2 diabetes. *Journal of Medical Surgical Concerns, 6*(4), 44. https://e-jurnal.iphorr.com/index.php/msc/article/view/4357

Mieczkowski, M., Mrozikiewicz-Rakowska, B., Kowara, M., Kleibert, M., & Czupryniak, L. (2022). The problem of wound healing in diabetes—From molecular pathways to the design of an animal model. *International Journal of Molecular Sciences, 23*(14), Article 7930. https://doi.org/10.3390/ijms23147930

Prathigudupu, V., Lee, M., Uriarte, I., So, G., Kaur, R., Kaur, S., Ghacham, F., & Venketaraman, V. (2026). Diabetes-related complications: Mechanisms and emerging therapies. *Cells, 15*(14), Article 1296. https://www.mdpi.com/2073-4409/15/14/1296

Rodrigues Oliveira, S. M., Rebocho, A., Ahmadpour, E., Nissapatorn, V., & de Lourdes Pereira, M. (2023). Type 1 diabetes mellitus: A review on advances and challenges in creating insulin producing devices. *Micromachines, 14*(1), Article 151. https://doi.org/10.3390/mi14010151

Salış, M., Yalçın, B., Bilgin, B. Ç., Salış, E., Ünsal, A., & Arslantaş, D. (2026). The health-related quality of life in patients with diabetic foot ulcers in Türkiye: Challenges in diagnosis and treatment. *Journal of the American Podiatric Medical Association, 116*(4), Article 45. https://doi.org/10.3390/japma116040045

Seaman, S. (2002). Dressing selection in chronic wound management. *Journal of the American Podiatric Medical Association, 92*(1), 24–33. https://www.mdpi.com/1930-8264/92/1/24

Stancu, B., Ilyés, T., Farcas, M., Coman, H. F., Chiş, B. A., & Andercou, O. A. (2023). Diabetic foot complications: A retrospective cohort study. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 20*(1), Article 187. https://doi.org/10.3390/ijerph20010187

Susanti, I., Effan Fahri Mahendra, R., & Burhan, A. (2023). Effectiveness of modern dressing on healing diabetic foot ulcer: A literature review. *Java Nursing Journal, 1*(1), 16–21.

Tanasescu, D., Moisin, A., Fleaca, R., Popa, C., Bacila, C., Mohor, C., Gherman, C. D., Gaspar, B., & Tanasescu, C. (2022). Modern therapeutic options in diabetic foot ulcer. *Journal of Mind and Medical Sciences, 9*(2), 285–293. https://scholar.valpo.edu/jmms/vol9/iss2/11/

Vargas Guerrero, M. G., Vonken, L., Peters, E., Lucchesi, J., & Arts, J. J. C. (2024). Material technologies for improved diabetic foot ulcer (DFU) treatment: A questionnaire study of healthcare professionals' needs. *Biomedicines, 12*(11), Article 2483. https://doi.org/10.3390/biomedicines12112483

Villalba-Aguilar, C., Laredo-Aguilera, J. A., Villalba-Aguilar, L., Castillo-Hermoso, M. I., López-Fernández-Roldán, Á., & Carmona-Torres, J. M. (2025). Comparative efficacy of negative pressure wound therapy and conventional treatments in the management of diabetic foot ulcers: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine, 14*(22), Article 8051. https://www.mdpi.com/2077-0383/14/22/8051

Wang, G., Jiang, Y.-B., Liu, Z.-B., Li, M.-H., Niu, W.-J., Lei, Z.-C., Wang, B.-W., Lu, D.-Y., & Zhu, Y.-W. (2025). Benefits of liquid dressings in postoperative wound dressing of diabetic foot ulcer. *Current Problems in Surgery, 65*, Article 101730.

Yang, L., Rong, G.-C., & Wu, Q.-N. (2022). Diabetic foot ulcer: Challenges and future. *World Journal of Diabetes, 13*(12), 1014–1034.

Zhao, H., Wu, Y., Xie, Y., Li, Y., Chen, C., Li, C., Yang, F., Zhang, D., Wang, Y., & Yuan, J. (2024). Hydrogel dressings for diabetic foot ulcer: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes, Obesity and Metabolism, 26*(6), 2305–2317. https://dom-pubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/dom.15544