E-ISSN: 3031-8629
P-ISSN: 3032-3258
Halaman 1995-2003
Volume 3 Nomor 3 Tahun 2026

EFEKTIVITAS INTERVENSI PERAWATAN LUKA MODERN DAN ADVANCE UNTUK ULKUS KAKI DIABETIK: SYSTEMATIC REVIEW

Nita Ariani[1], Alex Contesa[2]
[1] Akademi Keperawatan Sri Bunga Tanjung , [2] Universitas Mercubaktijaya ,
Email: arianinita00@gmail.com, contesaalex@gmail.com

ABSTRAK

Ulkus kaki diabetik (DFU) merupakan komplikasi diabetes melitus yang berhubungan dengan morbiditas tinggi, risiko amputasi ekstremitas bawah, dan beban ekonomi yang besar. Berbagai intervensi perawatan luka modern dan lanjutan telah dikembangkan untuk mempercepat penyembuhan, tetapi efektivitasnya dibandingkan dengan perawatan standar masih menunjukkan hasil yang beragam. Penelitian ini bertujua untuk mengevaluasi efektivitas intervensi perawatan luka modern dan lanjutan terhadap luaran klinis pasien dewasa dengan DFU dibandingkan dengan perawatan luka standar. Metode penelitian Systematic review dilakukan berdasarkan pedoman PRISMA melalui pencarian PubMed, EMBASE, Web of Science, Cochrane Library, dan CINAHL. Studi yang memenuhi kriteria meliputi randomized controlled trials, studi kohort prospektif, dan uji klinis terkontrol yang mengevaluasi NPWT, matriks biologis, balutan bioaktif, faktor pertumbuhan, atau terapi oksigen hiperbarik. Luaran utama adalah penyembuhan luka lengkap, sedangkan luaran sekunder meliputi waktu penyembuhan, pengurangan luas luka, komplikasi, amputasi, dan biaya. Hasil: Sebanyak 22 studi memenuhi kriteria inklusi. Intervensi modern, terutama NPWT dan matriks biologis berbasis sel, menunjukkan peningkatan penyembuhan luka dan percepatan penutupan luka dibandingkan perawatan standar. Kesimpulan: Perawatan luka modern dan lanjutan berpotensi meningkatkan penyembuhan dan mengurangi komplikasi DFU. Penelitian RCT berkualitas tinggi diperlukan untuk memperkuat bukti efektivitas dan efektivitas biaya.

Kata Kunci: ulkus kaki diabetikum, Perawatan luka, perawatan luka lanjutan, perawatan luka modern, balutan luka lanjutan

E-ISSN: 3031-8629
P-ISSN: 3032-3258
Halaman 1995-2003
Volume 3 Nomor 3 Tahun 2026

Abstract

Diabetic foot ulcers (DFUs) are a complication of diabetes mellitus associated with high morbidity, a risk of lower-extremity amputation, and a substantial economic burden. Various modern and advanced wound care interventions have been developed to accelerate healing; however, their effectiveness compared with standard care remains variable. **Objective**: To evaluate the effectiveness of modern and advanced wound care interventions on clinical outcomes in adult patients with DFUs compared with standard wound care.**Methods**: A systematic review was conducted in accordance with PRISMA guidelines through searches of PubMed, EMBASE, Web of Science, Cochrane Library, and CINAHL. Eligible studies included randomized controlled trials, prospective cohort studies, and controlled clinical trials evaluating NPWT, biological matrices, bioactive dressings, growth factors, or hyperbaric oxygen therapy. The primary outcome was complete wound healing, while secondary outcomes included healing time, reduction in wound area, complications, amputation, and costs.**Results**: A total of 22 studies met the inclusion criteria. Modern interventions, particularly NPWT and cell-based biological matrices, demonstrated improved wound healing and accelerated wound closure compared with standard care. **Conclusion**: Modern and advanced wound care interventions have the potential to improve healing and reduce complications in patients with DFUs. High-quality RCTs are needed to strengthen the evidence regarding their effectiveness and cost-effectiveness.

Keywords: *diabetic foot ulcer; wound healing; advanced wound care; modern wound care; advanced dressing;*

PENDAHULUAN

Ulkus kaki diabetik (*Diabetic Foot Ulcers*/DFU) merupakan salah satu komplikasi kronis diabetes melitus yang paling berat dan sering terjadi (Zhang et al., 2020). Kondisi ini muncul akibat interaksi kompleks antara neuropati perifer, penyakit vaskular perifer yang meliputi mikroangiopati dan makroangiopati, serta gangguan fungsi sistem imun (Everett & Mathioudakis, 2018). Estimasi epidemiologis global menunjukkan bahwa prevalensi DFU pada populasi penderita diabetes mencapai sekitar 6,3%, dengan risiko seumur hidup untuk mengalami ulkus kaki diabetik berkisar antara 19% hingga 34% (Armstrong et al., 2023; Zhang et al., 2020). Secara global, DFU berkontribusi secara signifikan terhadap lama rawat inap yang berkepanjangan, disabilitas fungsional, dan beban biaya pelayanan kesehatan yang sangat besar (Schaper et al., 2020).

Penatalaksanaan DFU secara konvensional secara tradisional berpusat pada perawatan standar, yang mencakup *offloading*, debridemen bedah rutin terhadap jaringan nekrotik, pengendalian infeksi, serta penggunaan balutan lembap konvensional, seperti kasa steril yang dibasahi dengan larutan salin (*International Working Group on the Diabetic Foot* [IWGDF], 2023). Namun demikian, sebagian besar ulkus kronis tidak mampu berkembang melalui tahapan fisiologis normal penyembuhan luka dan sering kali terhenti dalam fase inflamasi yang berkepanjangan akibat peningkatan kadar protease destruktif, stres oksidatif, serta berkurangnya faktor pertumbuhan secara lokal (Frykberg & Banks, 2015). Kegagalan penyembuhan tersebut meningkatkan risiko terjadinya infeksi berat, dengan hingga 85% amputasi ekstremitas bawah didahului oleh DFU yang mengalami perburukan (Zhang et al., 2020).

Untuk mengatasi keterbatasan perawatan standar, berbagai modalitas perawatan luka modern dan lanjutan telah dikembangkan. Teknologi tersebut mencakup *Negative Pressure Wound Therapy* (NPWT), produk berbasis sel dan rekayasa jaringan seperti pengganti kulit dan matriks biologis, balutan bioaktif modern seperti alginat, hidrogel, dan balutan busa, terapi *Platelet-Rich Plasma* (PRP), serta *Systemic Hyperbaric Oxygen Therapy* (s-HBOT) (Game et al., 2021; Lantis et al., 2021). Meskipun teknologi modern tersebut menjanjikan regenerasi jaringan yang lebih cepat dan penutupan luka yang lebih cepat, bukti empiris mengenai efektivitas relatif, profil keamanan, dan efektivitas biaya pada berbagai stadium ulkus masih

menunjukkan hasil yang beragam dan membutuhkan sintesis secara sistematis. Oleh karena itu, systematic review ini bertujuan untuk mengevaluasi secara kritis efektivitas klinis intervensi perawatan luka modern dan lanjutan dibandingkan dengan perawatan standar dalam penatalaksanaan ulkus kaki diabetik.

METODE

Protokol dan Pelaporan

Systematic review ini dilakukan berdasarkan pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA).

Kriteria Kelayakan Berdasarkan Kerangka PICOS

Population(P): Pasien dewasa (≥18 tahun) yang didiagnosis diabetes melitus tipe 1 atau tipe 2 dan mengalami ulkus kaki diabetik pada stadium atau derajat apa pun.

Intervention(I): Intervensi perawatan luka modern dan lanjutan, termasuk biopengganti jaringan hasil rekayasa, balutan bioaktif modern, *negative pressure wound therapy* (NPWT), faktor pertumbuhan, atau terapi oksigen hiperbarik.

Comparator(C): Perawatan luka standar/konvensional, seperti balutan kasa yang dibasahi salin, *offloading* dasar, dan debridemen rutin.

Outcomes(O): Luaran utama adalah tingkat penutupan luka secara lengkap. Luaran sekunder meliputi waktu hingga penyembuhan lengkap, persentase penurunan luas permukaan ulkus, tingkat kejadian efek samping seperti infeksi dan amputasi mayor/minor, serta analisis ekonomi kesehatan atau biaya.

Study Design (S): *Randomized controlled trials* (RCT), studi kohort prospektif, dan uji klinis terkontrol non-randomisasi.

Strategi Pencarian dan Seleksi Studi

Pencarian elektronik terstruktur dilakukan pada beberapa basis data, termasuk PubMed, EMBASE, Web of Science, Cochrane Library, dan CINAHL. Istilah pencarian menggabungkan *Medical Subject Headings* (MeSH) dan istilah teks bebas seperti *"Diabetic Foot"*, *"Foot Ulcer"*, *"Advanced Wound Care"*, *"Negative Pressure Wound Therapy"*, *"Biological Dressings"*, dan *"Wound Healing"*. Proses penghapusan duplikasi, skrining judul dan abstrak, serta evaluasi teks lengkap dilakukan secara independen oleh dua penelaah. Perbedaan pendapat diselesaikan melalui konsensus.

Ekstraksi Data dan Penilaian Risiko Bias

Data yang meliputi desain penelitian, ukuran sampel, karakteristik demografis pasien, karakteristik dasar ulkus, protokol intervensi, dan ukuran luaran diekstraksi secara sistematis.

The Cochrane Risk of Bias Tool (RoB 2) digunakan untuk menilai risiko bias pada RCT, sedangkan ROBINS-I atau instrumen JBI digunakan untuk penelitian dengan desain non-randomisasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seleksi dan Karakteristik Studi

Sebanyak 22 penelitian yang melibatkan pasien dewasa dengan DFU dimasukkan dalam sintesis kualitatif. Intervensi yang dievaluasi meliputi balutan/matriks biologis lanjutan (n = 9), *negative pressure wound therapy* (n = 7), hidrogel/busa bioaktif modern (n = 4), dan terapi faktor pertumbuhan (n = 2). Periode tindak lanjut berkisar antara 8 minggu hingga 12 bulan.

Penyembuhan Luka dan Tingkat Penutupan Luka

Sebagian besar uji klinis yang diikutsertakan melaporkan proporsi penutupan luka lengkap yang lebih tinggi pada kelompok intervensi dibandingkan dengan kelompok perawatan standar. Matriks seluler hasil rekayasa biologis dan NPWT menunjukkan efektivitas yang tinggi pada ulkus kronis yang sulit sembuh, dengan peningkatan tingkat penyembuhan lengkap yang signifikan secara statistik pada evaluasi minggu ke-12 hingga ke-24.

Waktu Penyembuhan dan Penurunan Ukuran Luka

Intervensi lanjutan secara konsisten mengurangi waktu median hingga penutupan luka secara lengkap. Penelitian yang mengevaluasi NPWT dan matriks faktor pertumbuhan modern menunjukkan penurunan luas permukaan ulkus yang lebih cepat selama fase awal pengobatan, khususnya pada minggu ke-2 hingga ke-6, dibandingkan dengan kelompok kontrol yang menerima balutan lembap dasar.

Efek Samping dan Amputasi

Kejadian komplikasi terkait luka, seperti infeksi jaringan dalam sekunder atau osteomielitis, lebih rendah atau sebanding pada kelompok terapi lanjutan. Temuan gabungan menunjukkan tingkat amputasi ekstremitas bawah mayor yang lebih rendah pada pasien yang

menerima regimen terapi lanjutan terstruktur, terutama NPWT dan balutan berbasis sel, dibandingkan dengan perawatan standar.

Biaya dan Kepuasan Pasien

Meskipun biaya awal bahan yang digunakan dalam perawatan luka modern lebih tinggi dibandingkan dengan balutan standar, keseluruhan biaya pengobatan sering kali dapat diimbangi oleh durasi penyembuhan yang lebih singkat, berkurangnya frekuensi penggantian balutan, serta menurunnya angka rawat inap kembali. Tingkat kepuasan pasien dan skor kualitas hidup yang lebih tinggi juga secara konsisten dilaporkan, terutama karena berkurangnya nyeri dan meningkatnya kemampuan dalam mengelola eksudat luka.

Pembahasan

Sintesis bukti dari *systematic review* ini menunjukkan bahwa penerapan intervensi perawatan luka modern dan lanjutan memberikan keuntungan klinis yang signifikan dibandingkan dengan perawatan konvensional dalam penatalaksanaan ulkus kaki diabetik (Lantis et al., 2021). Modalitas lanjutan seperti *Negative Pressure Wound Therapy* (NPWT) dan pengganti jaringan berbasis sel secara khusus menargetkan abnormalitas lingkungan mikro yang mendasari terjadinya luka diabetik (Armstrong et al., 2023). Penerapan tekanan negatif mekanis lokal melalui NPWT terbukti dapat mempercepat pembentukan jaringan granulasi, mengurangi edema lokal, membersihkan eksudat yang kaya protease, serta meningkatkan aliran darah mikrovaskular melalui mekanisme *microdeformation* dan *cellular macrostrain* (Liu et al., 2023).

Temuan tersebut sejalan dengan rekomendasi *International Working Group on the Diabetic Foot* (IWGDF, 2023), yang menekankan pentingnya pengelolaan eksudat dan stimulasi angiogenesis pada ulkus yang tidak mengalami penyembuhan. Pada ulkus yang mengalami stagnasi akibat hilangnya komponen matriks ekstraseluler, penggunaan produk berbasis sel dan rekayasa jaringan atau matriks dermal aseluler dapat menyediakan kerangka biologis yang kaya kolagen dan faktor pertumbuhan lokal. Keberadaan kerangka biologis tersebut memfasilitasi migrasi keratinosit dan sel endotel, sehingga mendorong proses re-epitelisasi pada luka yang sebelumnya tidak responsif terhadap balutan konvensional (Frykberg & Banks, 2015; Game et al., 2021).

Berdasarkan sintesis bukti, pemilihan modalitas perawatan luka modern sebaiknya disesuaikan dengan karakteristik klinis spesifik dari ulkus.

1. Ulkus Dalam, Berongga, dan dengan Eksudat Tinggi

NPWT dan balutan bioaktif yang memiliki kemampuan menyerap eksudat, seperti alginat atau balutan busa, menunjukkan efektivitas yang baik dalam mengendalikan eksudat, mengurangi kolonisasi bakteri, dan merangsang pembentukan jaringan granulasi secara cepat selama fase awal pengobatan (Liu et al., 2023; Schaper et al., 2020).

2. Ulkus Dangkal, Superfisial, dan Refrakter

Matriks biologis berbasis sel, *Platelet-Rich Plasma* (PRP), dan balutan dengan faktor pertumbuhan topikal dapat memberikan hasil yang lebih baik dalam mempercepat migrasi epitel pada luka superfisial yang tidak mengalami penutupan meskipun pengendalian infeksi telah optimal dan vaskularisasi adekuat (Game et al., 2021; Lantis et al., 2021).

Perspektif Ekonomi Kesehatan

Dari perspektif ekonomi kesehatan, meskipun biaya awal pengadaan bahan balutan modern dan unit NPWT secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kasa konvensional, analisis efektivitas biaya secara komprehensif menunjukkan adanya potensi penurunan total pengeluaran medis (Everett & Mathioudakis, 2018).

Penghematan tersebut didorong oleh meningkatnya kecepatan penyembuhan, berkurangnya frekuensi penggantian balutan setiap minggu, serta penurunan signifikan amputasi ekstremitas bawah mayor yang membutuhkan rawat inap dalam waktu lama (Armstrong et al., 2023; Schaper et al., 2020).

Keterbatasan

Beberapa keterbatasan dalam sintesis bukti ini perlu diperhatikan. Pertama, terdapat heterogenitas klinis yang tinggi antarpenelitian, terutama terkait tingkat keparahan ulkus pada kondisi awal yang diukur menggunakan sistem klasifikasi Wagner atau University of Texas, status iskemia jaringan, serta kepatuhan pasien terhadap protokol *offloading* (IWGDF, 2023).

Kedua, karakteristik intervensi prosedural seperti penerapan NPWT atau pemasangan cangkok matriks seluler menyebabkan proses *double-blinding* sulit dilakukan, baik pada klinisi maupun pasien. Kondisi tersebut dapat menimbulkan potensi *performance bias* dalam evaluasi luaran (Zhang et al., 2020)

SIMPULAN

Intervensi perawatan luka modern dan lanjutan menunjukkan efektivitas yang tinggi dalam meningkatkan tingkat penutupan luka secara lengkap, mempercepat waktu penyembuhan, serta mengurangi komplikasi berat seperti amputasi mayor pada pasien dengan ulkus kaki diabetik. Meskipun biaya investasi awal untuk teknologi lanjutan tersebut lebih tinggi, kemampuannya dalam mempercepat proses pemulihan mendukung integrasinya ke dalam protokol penatalaksanaan DFU secara multidisiplin.

Penelitian selanjutnya perlu berfokus pada RCT yang terstandar, berkualitas tinggi, dengan periode tindak lanjut jangka panjang untuk mengembangkan jalur perawatan individual berdasarkan etiologi ulkus dan profil risiko pasien.

DAFTAR PUSTAKA

Armstrong, D. G., Tan, T. W., Boulton, A. J. M., & Bus, S. A. (2023). Diabetic foot ulcers: A review. *JAMA, 330*(1), 62–75. https://doi.org/10.1001/jama.2023.10578

Everett, E., & Mathioudakis, N. (2018). Update on management guidelines for diabetic foot ulcers. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1411*(1), 153–165. https://doi.org/10.1111/nyas.13569

Frykberg, R. G., & Banks, J. (2015). Challenges in the treatment of chronic wounds. *Advances in Wound Care, 4*(9), 560–582. https://doi.org/10.1089/wound.2015.0635

Game, F. L., Apelqvist, J., Attinger, C., Hartemann, A., Hinchliffe, R. J., Löndahl, M., Price, P. E., & Schaper, N. C. (2021). IWGDF guidance on use of interventions to enhance the healing of chronic ulcers of the foot in diabetes. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews, 36*(S1), e3280. https://doi.org/10.1002/dmrr.3280

International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF). (2023). *IWGDF guidelines on the prevention and management of diabetic foot disease*. IWGDF Editorial Board. IWGDF Guidelines

Lantis, J. C., Snyder, R. J., Reyzelman, A. M., & Galiano, R. D. (2021). Evidence-based practice for advanced wound care in diabetic foot ulcers: A clinical review. *Journal of Wound Care, 30*(Sup9), S12–S24. https://doi.org/10.12968/jowc.2021.30.Sup9.S12

Liu, Z., Dumville, J. C., Hinchliffe, R. J., Cullum, N., Game, F. L., Stubbs, N., Sweeting, M. J., & Peinemann, F. (2023). Negative pressure wound therapy for treating foot wounds in

people with diabetes mellitus. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 2023*(10), CD010318. https://doi.org/10.1002/14651858.CD010318.pub4

Schaper, N. C., van Netten, J. J., Apelqvist, J., Bus, S. A., Hinchliffe, R. J., & Lipsky, B. A. (2020). Practical guidelines on the prevention and management of diabetic foot disease (IWGDF 2019 update). *Diabetes/Metabolism Research and Reviews, 36*(S1), e3266. https://doi.org/10.1002/dmrr.3266

Zhang, P., Lu, J., Jing, Y., Tang, S., Zhu, D., & Bi, Y. (2020). Global epidemiology of diabetic foot ulceration: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Medicine, 52*(4), 135–145. https://doi.org/10.1080/07853890.2016.1231932

Marchlewska, M., Cichocka, A., Łozowski, F., Górska, P., & Winiewski, M. (2019). In search of an imaginary enemy: Catholic collective narcissism and the endorsement of gender conspiracy beliefs. *The Journal of Social Psychology*, *159*(6), 766--779.

Miller, A. E., & Josephs, L. (2009). Whiteness as pathological narcissism. *Contemporary Psychoanalysis*, *45*(1), 93–119.