

KOMBINASI SINAR INFRAMERAH, CADEXOMER IODINE POWDER, DAN ZINC CREAM PADA DIABETIC FOOT ULCER (DFU): SEBUAH CASE REPORT

Rustianti^{1*}, Nursiswati², Titis Kurniawan², Cencen Hendra Setiawan³

¹ Mahasiswa Fakultas Keperawatan, Universitas Padjadjaran

² Departemen Keperawatan Medikal Bedah, Fakultas Keperawatan, Universitas Padjadjaran

³ Perawat dan Pemilik Praktik Keperawatan Mandiri, Sumedang

*e-mail : rustianti18001@mail.unpad.ac.id

Abstrak

Pengelolaan infeksi *Diabetic Foot Ulcer* (DFU) telah mengalami banyak perkembangan. Beberapa terapi yang digunakan adalah *inframerah*, *cadexomer iodine powder*, dan *zinc cream* sebagai terapi tunggal yang sudah terbukti efektif. Akan tetapi kombinasi ketiganya belum diketahui apakah lebih efektif dibandingkan terapi tunggal atau kombinasi ganda dari terapi tersebut. Sehingga menjadi penting untuk mengetahui bagaimana *outcome* dari kombinasi ketiga produk tersebut terhadap perbaikan luka DFU. *Case report* ini diaplikasikan pada penderita DFU dengan skor awal *Bates-Jansen Wound Assessment Tool* (BJWAT) adalah 47 dan kondisi hiperglikemia (355 mg/dL). Perawatan luka dilakukan menggunakan *TIME Concept* dan menerapkan prinsip 3M yang diulang dalam 4x *home visit* selama 11 hari. Hasilnya menunjukkan adanya perbaikan luka yang terlihat pada penurunan skor BJWAT dari 47 ke 38. Perbaikan pada kasus ini didukung oleh kekuatan dari masing-masing terapi yang dikombinasikan dalam perawatan luka dibandingkan dengan terapi tunggal atau kombinasi ganda. Perawatan luka pada klien berpotensi untuk mengatasi kolonisasi bakteri dan mencegah terbentuknya biofilm, menjaga kelembaban luka, dan autolisis jaringan nekrotik dalam waktu yang lebih cepat. Namun, terdapat beberapa faktor penyulit dari proses penyembuhan luka pada klien, yaitu hiperglikemia, ketidakpatuhan injeksi insulin, infeksi, hipertensi, dan hiperurisemia. Kombinasi ketiga terapi ini memperbaiki luka pada *item* kedalaman luka, tipe dan jumlah jaringan nekrotik, edema perifer, granulasi, dan epitelisasi selama 11 hari. Kombinasi ini dapat diaplikasikan pada perawatan luka sebagai upaya mempercepat perbaikan luka jika dibandingkan terapi tunggal atau kombinasi ganda

Kata kunci: *Cadexomer Iodine Powder*, *Diabetic Foot Ulcer*, *Inframerah*, *Zinc*, Perawatan Luka

Abstract

The management of Diabetic Foot Ulcer (DFU) infections has undergone many developments. Some of therapies used, namely infrared, cadexomer iodine, and zinc cream as single therapies that have been proven effective. However, the combinations of these therapy is not yet known whether it's more effective or not than single or double therapy. It's important to know the outcome of combination of these therapys on the wound healing process. This case report was applied to DM Type 2 patient with DFU score 47 from Bates-Jansen Wound Assessment Tool (BJWAT) and hyperglycemic condition (355 mg/dL). Wound treatment was carried out using the TIME Concept and applying 3M principles which were repeated in 4 home visits for 11 days. The result showed wound improvement as indicated by decrease in BJWAT score from 47 to 38. The improvement in this case was supported by the strength of each therapy which is

combined in the wound healing process compared to single or double therapy. The client's wound care has the potential to address bacterial colonization and prevent biofilm formation, maintain wound moisture, and autolysis of necrotic tissue in a faster time. However, there are several complicating factors of client's wound healing process, namely hyperglycemia, non-adherence of insulin injection, infection, hypertension, and hyperurisemia. The combination of these three therapies was shown to wound healing in terms of wound depth, type and amount of necrotic tissue, peripheral edema, granulation, and epithelialization and accelerate wound repair compared to single or double combinations.

Keywords: *Cadexomer Iodine Powder, Diabetic Foot Ulcer, Infrared, Wound Care, Zinc*

Pendahuluan

Diabetes Melitus (DM) merupakan penyakit kronis tidak menular yang diakibatkan oleh ketidakcukupan jumlah insulin yang dihasilkan pankreas atau tidak efektifnya penggunaan insulin oleh tubuh (WHO, 2016). Komplikasi yang paling sering terjadi pada DM adalah *Diabetic foot ulcers* (DFU) dimana secara global tercatat 6,3% penderita DM memiliki DFU (Zhang et al., 2017) dan di Indonesia sendiri mencapai angka 15% (Hasanuddin & Roesmono, 2021). Pada DFU ditemukan infeksi, tukak, dan/atau destruksi ke jaringan kulit yang paling dalam di ekstremitas bawah akibat abnormalitas saraf, gangguan pembuluh darah arteri perifer, dan trauma (Roza et al., 2015). Infeksi menjadi faktor penyulit utama DFU yang mengarah pada mortalitas dan morbiditas pada penderita DM (Richard, 2011).

Infeksi pada DFU tidak hanya dilihat dari hasil kultur luka saja tapi ditentukan oleh respon pejamu (misalnya adanya tanda klasik peradangan seperti kemerahan, panas, bengkak, nyeri) dan tanda-tanda sekunder (misalnya adanya jaringan granulasi yang rapuh, malodor, slough, biofilm, dan eksudat) (Boulton et al., 2020). Infeksi dapat menghambat perbaikan luka dan menyebabkan perburukan, amputasi, hingga kematian (Richard, 2011). Riskesdas (2018) mencatat lebih dari 30% luka DFU mengakibatkan amputasi dan 14,8% kematian pada penderita DM disebabkan oleh amputasi (Rahimah, 2019). Maka dari itu pengelolaan infeksi pada DFU menjadi sangatlah penting.

Berdasarkan *American Diabetes Association* tahun 2020, pengelolaan infeksi DFU dilakukan dengan pengelolaan antibiotik, terapi antimikroba topikal, dan prosedur pembedahan (Boulton et al., 2020). Selain itu, pedoman internasional mengenai perawatan luka DFU dengan infeksi juga menyatakan bahwa prinsip perawatan luka DFU dengan infeksi dilakukan dengan pendekatan *Biofilm-based Wound Care* (BBWC) atau perawatan luka berbasis biofilm (Schultz et al., 2017). Hal ini dikarenakan biofilm berhubungan dengan fisiologis terhambatnya penyembuhan luka, dimana biofilm dapat bertahan dari berbagai jenis antibiotik dan mampu bertahan dari mekanisme pertahanan tubuh penderita sehingga pengurangan biofilm dapat menurunkan infeksi dan mempercepat penyembuhan luka (Yunding et al., 2020). Pendekatan BBWC ini melibatkan permulaan pengobatan dengan kombinasi debridemen biofilm yang agresif dan pengobatan topikal.

Terdapat banyak jenis topikal yang digunakan dalam perawatan luka DFU. Beberapa diantaranya adalah *cadexomer iodine powder* dan *zinc cream*. Malone., et al (2017) dan Gifari., et al (2020) membuktikan dalam penelitiannya bahwa *cadexomer iodine powder* dapat menurunkan jumlah biofilm pada luka DFU. Sedangkan pengaruh *zinc cream* terhadap penurunan jumlah biofilm yang ditunjukkan dalam proses epitelisasi yang cepat dibuktikan dalam penelitian Husaini (2020) dan Yuanda., et al (2023). Selain itu, terapi tambahan lainnya yang terbukti mengurangi tanda-tanda infeksi (inflamasi, eksudat, malodor) adalah dengan terapi sinar inframerah (Hakim., et al (2016); Saad & Desoky (2017); dan Faradillah & Naziyah (2023)).

Dalam upaya untuk mempercepat penyembuhan luka telah dilakukan kombinasi ganda dari ketiga terapi tersebut. Kombinasi ganda *cadexomer iodine powder* dan *zinc cream* dilakukan oleh Hidayat., et al (2022) dan Aminah & Naziyah (2023) yang terbukti dapat mempercepat proses perbaikan luka DFU dibandingkan dengan terapi tunggal dalam penelitian lainnya. Hal ini diasumsikan oleh peneliti bahwa mengkombinasikan terapi lebih baik daripada terapi tunggal. Namun, belum ada penelitian mengenai ketiga terapi tersebut.

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti ingin mengetahui bagaimana *outcome* kombinasi sinar inframerah, *cadexomer iodine powder*, dan *zinc cream* terhadap pengelolaan infeksi DFU yang dilihat dari perkembangan luka menggunakan lembar observasi BJWAT sehingga kedepannya *case report* ini dapat menjadi salah satu pertimbangan untuk dilakukan intervensi perawatan luka DFU dan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui efektivitas dan efikasi dari penggunaan ketiga komponen tersebut pada kasus DFU.

Metode Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif dengan bentuk *case report* dengan pendekatan asuhan keperawatan. Semua data yang terkumpul atas sepengetahuan dan persetujuan klien dan keluarganya, segala bentuk tindakan selalu dimulai dengan *informed consent* serta memperhatikan kenyamanan dari klien. Data dihasilkan dari pemeriksaan fisik, wawancara dengan menggunakan data anamnesis yang meliputi nama klien, keluhan utama, riwayat penyakit sekarang, riwayat penyakit sebelumnya, dan riwayat kesehatan keluarga.

Subjek yang dipilih ialah klien laki-laki berusia 56 tahun yang terdaftar di praktik keperawatan mandiri Sumedang dengan diagnose medis DM Tipe 2 dengan DFU dan hipertensi sejak 2023. Klien terdaftar di Pratik keperawatan mandiri di Sumedang sejak 7 April 2024. Pengkajian dilakukan 19 April 2024. Klien memiliki riwayat amputasi pada 30 maret 2024. Klien sebelumnya tidak mengetahui bahwa dirinya memiliki DM karena tidak ada anggota keluarga yang memiliki DM. Pola makan klien tidak teratur, aktivitas fisik yang biasa dilakukan klien hanya bekerja, klien sering mengkonsumsi minuman kemasan yang berasa dan manis ketika sedang bekerja karena terasa segar. Setelah didiagnosa DM dan terdapat luka DFU, klien mulai mengurangi makanan dan minuman manis, menjaga pola makan, dan rutin melakukan kontrol. Namun, terkadang klien lupa dengan porsi makannya dan tidak diimbangi dengan aktivitas yang cukup, dan tidak rutin mengkonsumsi obat sehingga GDS klien tidak terkontrol.

Keadaan umum klien terlihat baik dengan tekanan darah 137/80 mmHg, Nadi 75x/menit, frekuensi napas 20x/menit. Terdapat keluhan polifagi, polidipsi, poliuri, penurunan BB drastis (BB sebelum sakit: 80 Kg, BB saat sakit: 60 Kg, dan BB saat dikaji: 48,5 Kg, IMT: 17,2 kg/m² kategori *underweight*), gula darah tinggi (GDS 355 mg/dL), dan terdapat luka di kaki kiri berukuran panjang ±15 cm dan lebar ±7 cm dan kedalaman ±3 cm, terlihat hingga tendon. Lukanya mengeluarkan eksudat purulen (++++) berwarna kuning kehijauan kental berbau tidak sedap dan juga terdapat darah pada bagian luka di daerah ibu jari kaki kiri. Terdapat nekrosis dengan tipe kekuningan atau *slough* melekat, lembut dengan jumlah banyak. Klien masih merasakan nyeri saat dilakukan debridemen mekanis, dan klien juga masih dapat merasakan sentuhan atau sensasi pada telapak kaki kecuali pada jari tengah kaki kiri klien. Skor awal observasi luka dengan menggunakan BJWAT adalah 47.

Saat dikaji, tidak ada keluhan rentang gerak di seluruh ekstremitas klien. Klien dapat melakukan pergerakan mandiri pada seluruh ekstremitasnya dan tidak ada penurunan kekuatan otot. Hasil pemeriksaan fisik lainnya, yaitu CRT < 2 detik, konjungtiva tidak anemis, kulit tampak kering pada proximal luka dan kulit lembab pada bagian bawah luka, turgor kulit elastis, adanya sedikit pembengkakan pada area luka DFU dan area proximal luka, CRT > 2 detik pada jari manis kaki kiri, jari tengah kaki kiri

klien teraba dingin. Adapun terapi farmakologis yang diberikan pada pasien diantaranya sebagai berikut:

Tabel 1
Terapi Farmakologis Pada Klien

Nama Obat	Dosis
Candesartan tab	1 x 8 mg PO
Neurosanbe tab	1 x 1 tab PO
Amlodipin tab	1 x 5 mg PO
Cefixime tab	2 x 200 mg PO
Insulin glulisine: apidra solostar 100 IU/mL (insulin jenis <i>rapid-acting</i>)	3 x 14-unit SC

Keterangan:

PO: Per oral; SC: *Subcutan*

Diagnosis keperawatan pada klien adalah risiko infeksi, gangguan integritas jaringan, dan ketidakstabilan glukosa darah namun focus pada penelitian ini membahas pada diagnosa utama, yaitu risiko infeksi. Rencana keperawatan yang dilakukan adalah perawatan luka DFU yang dilaksanakan setiap 3 hari sekali atau sebanyak 4x perawatan luka melalui *Home Visit* pada 19-26 April 2024 dan didampingi oleh perawat spesialis luka diabetes dari praktik keperawatan mandiri di Sumedang.

Proses perawatan luka terdiri dari *TIME concept*. Perawatan luka dengan menggunakan *TIME concept*, meliputi *tissue management: Autolitik debridement (cadexomer iodine powder dan zinc cream)* dan *mechanical debridement* (kasa, gunting jaringan dan pinset anatomis). *Infection and inflammation control*: sabun luka dan air mineral, topikal *antimicrobial (cadexomer iodine powder)*, cairan antiseptik (PHMB) 0.1% dan *betaine* 0.1%, dan sinar inframerah. *Moisture balance*: balutan penyerap eksudat (*foam dressing*, kasa kering, pempers, dan perban elastis). *Epithelization support*: edukasi dan *support* nutrisi khusus DM.

Dalam penerapan *TIME Concept* peneliti menerapkan prinsip 3M (Mencuci luka, Membuang jaringan mati dan Memilih balutan yang tepat). Durasi perawatan luka sekitar 45-60 menit tergantung pada keadaan luka. Perawatan luka pada klien diawali dengan membuka balutan lama yang dibantu dengan irigasi menggunakan air mineral untuk menghindari rasa nyeri dan mempermudah membuka balutan lama. Setelah balutan lama dibuka, tahapan pertama yang dilakukan adalah mencuci luka dengan menggunakan sabun luka (Yunding et al., (2020) dan air mineral memakai kasa dengan teknik *swabbing* (menggosok). Cairan yang digunakan untuk irigasi dan mencuci luka idealnya menggunakan NaCl 0.9% namun dapat disesuaikan dengan ketersediaan dan kemampuan klien.

Tahap selanjutnya ialah membuang jaringan mati yang dilakukan dengan *mechanical debridement* menggunakan kasa kering, pinset dan gunting jaringan untuk membuang biofilm dan *slough* hingga luka terlihat bersih. Tahap berikutnya adalah memilih balutan yang tepat. Namun, sebelum membalut luka, luka disemprotkan cairan antiseptik (PHMB) 0.1% dan *betaine* 0.1% (Nurlany et al., 2021) yang kemudian disinari dengan inframerah selama maksimal 5 menit di setiap sisi luka dengan jarak 30 cm dari luka dan suhu tidak lebih dari 42°C (Faradillah & Naziyah, 2023). Kemudian, luka dibalut dengan balutan pimer berupa *cadexomer iodine powder* pada area *slough* dan *zinc cream* pada seluruh area luka (Aminah & Naziyah, 2023). Sedangkan untuk balutan sekunder menggunakan *foam dressing*, kasa kering, *hypafix*, dan perban elastis. Tahapan perawatan luka tersebut diulangi setiap *home visit*. Namun, pada pertemuan ketiga,

terdapat keluhan eksudat yang terlalu banyak sehingga untuk mengatasi keluhan tersebut adalah dengan menambahkan balutan luka menggunakan popok bayi pada langkah sebelum menutupnya dengan perban elastis.

Evaluasi perawatan luka dilakukan setelah luka dibersihkan dan didebridemen. Evaluasi dilakukan dengan mengobservasi luka menggunakan instrumen *Bates-Jensen Wound Assessment Tool* (BJWAT) yang terdiri atas 13 *item*, yaitu ukuran, kedalaman, tepi luka, terowongan, tipe jaringan nekrotik, jumlah jaringan nekrotik, tipe eksudat, jumlah eksudat, warna kulit sekitar luka, edema perifer, indurasi, jaringan granulasi, dan epitelisasi (Harris et al., 2010). Semakin kecil skor BJWAT yang diperoleh dari observasi luka maka kondisi luka semakin baik

Hasil

Perawatan luka pada klien dengan menggunakan kombinasi sinar inframerah, *cadexomer iodine powder*, dan *zinc cream* selama 11 hari memberikan hasil positif, dimana terdapat perbaikan luka dilihat dari penurunan skor BJWAT dari 47 ke 38 yang termasuk dalam kategori wound regeneration. Berdasarkan *item* observasi BJWAT pada *item* kedalaman luka yang sudah tidak lagi terlihat tendon, *item* jumlah jaringan nekrotik yang menutupi dasar luka berkurang menjadi <25%, *item* edema perifer menjadi tidak ada edema perifer. Pada *item* jaringan granulasi terlihat pada dasar luka mengalami peningkatan menjadi 75-100%. Selain itu terdapat peningkatan epitelisasi menjadi 25-50% epitelisasi. Perbaikan pada luka dapat dilihat pada tabel 2, tabel 3, dan Gambar 1a-1d.

Tabel 2
Skor Harian *Bates-Jensen Wound Assessment Tool* (BJWAT) (Harris et al., 2010)

No	Item	Hari Ke-				Selisih skor (Delta H1 dan H11)
		1	4	8	11	
1	Ukuran	5	5	5	5	0
2	Kedalaman	5	5	4	3	2
3	Tepi Luka	4	4	4	4	0
4	Terowongan	1	1	1	1	0
5	Tipe Jaringan Nekrotik	4	3	3	3	1
6	Jumlah Jaringan Nekrotik	4	4	4	3	1
7	Tipe Eksudat	5	5	5	5	0
8	Jumlah eksudat	5	5	5	5	0
9	Warna kulit Sekitar luka	1	1	1	1	0
10	Edema Perifer/Tipe Jaringan	4	2	2	1	3
11	Indurasi atau pengerasan Jaringan perifer	1	1	1	1	0
12	Jaringan Granulasi	3	3	3	2	1
13	Epitelisasi	5	5	5	4	1
Total Skor		47	44	43	38	

Sumber: Harris, C., Bates-Jensen, B., Parslow, N., Raizman, R., Singh, M., & Ketchen, R. (2010). Bates-jensen Wound Assessment Tool: Pictorial Guide Validation Project. *Journal of Wound, Ostomy and Continence Nursing*, 37(3), 253–259. <https://doi.org/10.1097/WON.0b013e3181d73aab>

Tabel 3
Perbaikan Luka Berdasarkan *Item* BJWAT

No	<i>Item</i> BJWAT	Hari Ke-1	Hari Ke-11
1	Jaringan Nekrotik	melekat, lembut dengan berwarna kekuningan <50%	Lunak, mudah diangkat dengan debridemen mekanis dan autolitik dan berkurang menjadi <25%
2	Kedalaman	Terlihat tendon	Tendon tidak terlihat
3	Edema Perifer	ada	Tidak ada
4	Jaringan Granulasi	Terlihat sedikit <25% granulasi	75-100% luka terisi granulasi
5	Epitelisasi	<25% epitelisasi	25-50% epitelisasi



Gambar 1
Kondisi Perbaikan Luka

(a) Perawatan Luka Hari Ke-1 (19 April 2024); (b) Perawatan Luka Hari Ke-4 (22 April 2024); (c) Perawatan Luka Hari Ke-8 (26 April 2024); (d) Perawatan Luka Hari Ke-11 (29 April 2024)

Setiap *home visit*, klien juga dilakukan pengecekan GDS. Namun, hasil GDS klien masih buruk dari hari ke-1 hingga hari ke-8. Setelah dikaji ulang mengenai penginjeksian insulin, ternyata masih terdapat ketidakpatuhan injeksi insulin pada klien. Klien masih belum dapat menginjeksi insulin dengan tepat dan klien baru makan setelah 1 jam injeksi insulin sehingga mekanisme aksinya tidak efektif. Namun pada hari ke-11, GDS klien mengalami penurunan menjadi <100 mg/dL akibat kepatuhan waktu injeksi dan waktu makan sesuai mekanisme aksi insulinnya. Berikut gambaran hasil GDS pada klien:

Tabel 4
Hasil Gula Darah Sewaktu (GDS)

Hari Ke-	GDS (mg/dL)
1	355
4	255
8	305
11	99

Pembahasan

Perbaikan luka DFU pada klien terlihat dari penurunan skor BJWAT dari 47 menjadi 38 dan perubahannya terjadi pada *item* BJWAT tipe dan jumlah jaringan nekrotik, kedalaman luka, edema perifer, jaringan granulasi, dan epitelisasi. Pada beberapa *item* BJWAT justru tidak memperlihatkan adanya perbaikannya seperti pada ukuran luka serta tipe dan jumlah eksudat. Sedangkan untuk *item* terowongan, warna kulit sekitar luka, dan indurasi tidak mengalami perubahan tidak berubah karena ketiga item tersebut dinilai normal pada luka klien.

Tipe dan jumlah jaringan nekrotik berupa *slough* yang berkurang pada klien adalah akibat pengaruh dari *cadexomer iodine powder* dan *zinc cream*. Peran *cadexomer iodine powder* adalah dalam mengganggu struktur dan sintesis protein serta asam nukleat pada bakteri sehingga jumlah bakteri pada luka atau biofilm akan berkurang (Malone et al., 2017). Penurunan jumlah bakteri dapat menurunkan atau menghambat produksi *slough*. Sedangkan peran *zinc cream* terhadap *slough* adalah menjaga kelembapan solugh sehingga *slough* melunak dan mudah lepas secara autolisis dan mekanis menggunakan gunting jaringan, pinset, dan kasa dengan teknik *swabbing* (Schwartz et al., 2013); Yuanda et al., 2023). Apabila *slough* sudah berkurang maka akan mempercepat proses granulasi sehingga pada *item* BJWAT jaringan granulasi mengalami peningkatan. Ketika granulasi mengalami peningkatan maka kedalaman luka akan berkurang karena granulasi akan memenuhi daerah kedalaman luka.

Pada *item* BJWAT epitelisasi juga mengalami peningkatan. Hal ini dapat disebabkan karena pengaruh dari inframerah. Peran utama dari inframerah adalah mencegah infeksi dengan menjaga luka tetap steril dan terhidrasi (Hakim et al., 2016). Selain itu inframerah juga memberikan efek terhadap peningkatan serat protein berupa kolagen (Tavakoli et al., 2004). Keberadaan kolagen mendorong tepi luka untuk menyusut dan menutup. Selanjutnya, pembuluh darah kecil atau kapiler terbentuk pada luka untuk memberi asupan darah pada kulit yang baru terbentuk (Boukavalas et al., 2017). Maka dari itu, epitelisasi pada klien mengalami peningkatan dari <25% menjadi 25-50%.

Item BJWAT ukuran luka pada klien tidak mengalami perubahan. Hal ini berbeda dengan penelitian Saad & Desoky (2017) dan Faradillah & Naziyah (2023) yang menyatakan bahwa inframerah memiliki efek terhadap pengurangan ukuran luka DFU. Hal ini dikarenakan pada penelitian tersebut penggantian balutan dan terapi dilakukan 3 hari sekali selama 5 minggu sedangkan pada klien bisa dilakukan 3-4 hari sekali dan hanya selama 11 hari sehingga efek inframerah terhadap ukuran luka dinilai belum maksimal. Selain itu pada kedua penelitian tersebut memiliki ukuran luka yang lebih kecil dibandingkan pada penelitian ini sehingga sinar inframerah lebih merata mengenai luka dibandingkan dengan penelitian ini.

Sama halnya dengan ukuran luka, *item* BJWAT tipe dan jumlah eksudat pada klien juga tidak mengalami perubahan karena lama perawatan luka belum sesuai. Selain itu Saad & Desoky (2017) mengeksklusi dengan penyakit yang mempengaruhi proses perbaikan luka seperti *vascular disease* sedangkan pada klien terdapat Hipertensi *Stage 2*, yang merupakan aktor risiko gangguan pembuluh darah, sehingga peran dari inframerah terhadap tipe dan jumlah eksudat tidak maksimal. Hipertensi dilaporkan berhubungan dengan peningkatan risiko komplikasi mikrovaskuler DM yang menyebabkan sirkulasi yang buruk pada luka DFU (Tracey et al., 2016). Konsekuensi dari hal tersebut mengakibatkan lingkungan DFU menjadi hipoksia dan menghambat nutrisi untuk penyembuhan luka sehingga menjadi tertunda (Los-Stegienta et al., 2021). Pada klien juga terdapat kondisi Hiperurisemia, dimana kadar asam urat klien menyentuh 12,9. Menurut Xiong., et al (2019), kadar asam urat yang berlebihan akan menyebabkan peningkatan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS), yang menyebabkan peradangan dan disfungsi pada pembuluh darah yang akhirnya menyebabkan kerusakan sel sehingga penyembuhan luka menjadi tertunda.

Terdapat beberapa penyulit lainnya yang ada pada klien yang berpotensi berpengaruh terhadap *item* BJWAT yang tidak mengalami perubahan khususnya pada *item* BJWAT tipe dan jumlah eksudat serta ukuran luka pada klien. Faktor penyulit tersebut ialah hiperglikemia, ketidakpatuhan injeksi insulin dan diet DM, infeksi, dan hipertensi. Pada klien jumlah eksudat yang keluar sangatlah banyak. Bersamaan dengan banyaknya eksudat yang keluar, protein pun ikut keluar bersama eksudat. Hal ini menyebabkan penderita DM membutuhkan protein yang tinggi untuk memenuhi protein yang hilang dari eksudat untuk mempercepat proses metabolisme pada luka (Barchitta et

al., 2019). Pada klien, protein yang dikonsumsi tidak sesuai kebutuhan sehingga waktu penyembuhan memanjang.

Selain itu, klien sudah mendapatkan terapi insulin rapid acting untuk mengontrol gula darah dengan cepat sekitar 5-15 menit dan mencapai puncaknya dalam 30 menit dengan durasi tindakan adalah 3-5 jam (Mathieu et al., 2017). Insulin ini dapat bekerja efektif apabila diinjeksikan dalam waktu tepat sesuai waktu mekanisme aksinya. Apabila setelah 15-30 menit diinjeksikan, klien tidak makan maka dapat menyebabkan kondisi hipoglikemia dan apabila klien tidak menginjeksikan insulin sebelum makan maka dapat menyebabkan kondisi hiperglikemia. Kondisi hiperglikemia pada klien tampak dari GDS yang masih tinggi yaitu >200 bahkan setelah 3x *home visit* atau 8 hari setelah pengkajian. Kondisi hiperglikemia yang berkepanjangan pada klien mengakibatkan perubahan struktur pembuluh darah perifer sehingga suplai darah ke luka berkurang (Tarwoto, 2011). Suplai darah yang berkurang akan menurunkan pasokan oksigen dan nutrisi untuk jaringan pada luka sehingga menghambat penyembuhan (Setyadi et al., 2018).

Faktor lainnya adalah infeksi. Infeksi menyebabkan penyembuhan luka yang tertunda sehingga meningkatkan risiko komplikasi lebih lanjut (Najihah & Nurhidayah, 2021). Mirip dengan proses infeksi lainnya, bakteri pada luka yang terinfeksi muncul dalam bentuk biofilm, yang merupakan komunitas kompleks dari kumpulan bakteri yang tertanam dalam matriks polisakarida ekstraseluler yang disekresi sendiri (Edwards & Harding, 2004). Biofilm dewasa mengembangkan lingkungan mikro yang terlindungi dan lebih tahan terhadap pengobatan antibiotik konvensional yang membuat proses penyembuhan semakin lama.

Dalam upaya untuk melihat terapi mana yang lebih cepat dalam proses penyembuhan luka, peneliti mencoba membandingkan secara kasar berdasarkan skor BJWAT dan waktu perawatan luka yang menunjukkan adanya perbaikan luka. Pada terapi tunggal, tidak ada penelitian yang menggunakan skor BJWAT untuk mengevaluasi luka sehingga sulit untuk membandingkannya. Pada penelitian mengenai efek zinc terhadap DFU dengan instrumen winner scale score oleh Yuanda., et al (2023) selama 14 hari menunjukkan penurunan skor sebanyak 4 dan 8. Pada penelitian mengenai efek inframerah terhadap DFU dengan instrumen wagner scale oleh Saad & Desoky (2017) selama 32 hari menunjukkan perbaikan dari skala 2 menjadi skala 1. Pada penelitian mengenai efek cadexomer terhadap luka oleh Gifari., et al (2020) selama 32 hari menunjukkan perbaikan tetapi tidak dicantumkan skor *pre-post* tindakan.

Pada kombinasi terapi ganda *cadexomer iodine* dan *zinc cream* yang dilakukan oleh Aminah & Naziyah (2023) yang dilakukan selama 5 hari menunjukkan adanya perbaikan luka tetapi skor evaluasi pada hari kelima tidak dicantumkan sehingga penelitian tersebut tidak dapat dibandingkan. Pada penelitian mengenai efek kombinasi *cadexomer iodine* dan *zinc cream* terhadap DFU dengan instrumen BJWAT oleh Hidayat., et al (2022) selama selama 30 hari menunjukkan penurunan skor sebanyak 8. Sedangkan pada penelitian ini kombinasi ketiga terapi menunjukkan penurunan skor BJWAT sebesar 8 dalam waktu 11 hari. Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan luka dengan menggunakan kombinasi ketiga terapi pada penelitian ini terjadi lebih cepat dibandingkan dengan kombinasi 2 terapi.

Pada pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa keterbatasan diantaranya terkait penyebab neuropati perifer tidak ada pemeriksaan *Ankle-Brachial Index* (ABI), monofilamen, hasil laboratorium darah rutin, dan foto ronsen kaki. Selain itu, pada penelitian ini merupakan *case report* sehingga *outcome* hanya gambaran awal pada satu kasus dan tidak mewakili kasus lainnya.

Simpulan

Kombinasi sinar inframerah, *cadexomer iodine powder*, dan *zinc cream* pada perawatan luka DFU memberikan hal positif pada pengelolaan infeksi DFU yang dibuktikan dengan adanya perbaikan luka dilihat dari adanya penurunan skor BJWAT. Perbaikan luka terlihat pada *item* tipe dan jumlah jaringan nekrotik, kedalaman luka,

edema perifer, jumlah granulasi, dan epitelisasi. Ketiga kombinasi tersebut ternyata mempercepat perbaikan luka dibandingkan dengan terapi tunggal dan kombinasi ganda sehingga kombinasi ketiga terapi dapat dipilih sebagai pengelolaan infeksi pada DFU. Faktor yang dapat menjadi penghambat penyembuhan pada luka DFU klien, yaitu hiperglikemia, ketidakpatuhan injeksi insulin, infeksi, hipertensi, kadar asam urat tinggi. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan desain penelitian eksperimental dan jumlah responden yang lebih banyak yang dibagi menjadi tiga grup yang akan mendapatkan intervensi terapi tunggal, kombinasi ganda, dan kombinasi triplet untuk mengetahui bagaimana efektivitasnya terhadap pengelolaan infeksi dan waktu perbaikan luka DFU.

Referensi

- Aminah, E., & Naziyah. (2023). Analisis Asuhan Keperawatan Intervensi Cadexomer Iodine Powder Dan Zinc Cream Untuk Biofilm Pada Pasien Ny. E & Ny. D Diagnosa Diabetic Foot Ulcer di WOCARE Center Bogor. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 6(2), 1071–1083.
- Barchitta, M., Maugeri, A., Favara, G., San Lio, R. M., Evola, G., Agodi, A., & Basile, G. (2019). Nutrition and Wound Healing: An Overview Focusing on The Beneficial Effects of Curcumin. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(5). <https://doi.org/10.3390/ijms20051119>
- Boukoulas, S., Aliano, K., Leong, M., Murphy, K., Phillips, L., & Norbury, W. (2017). *Wound healing: Sabiston Textbook of Surgery* (C. Townsend, R. Beauchamp, B. Evers, & K. Mattox (eds.); 21st ed.). Elsevier.
- Boulton, A. J., Armstrong, D. G., Hardman, M. J., Malone, M., Embil, J. M., Attinger, C. E., Lipsky, B., Aragon-Sanchez, J., Li, H. K., Schultz, G., & Kirsner, R. (2020). Diagnosis and Management of Diabetic Foot Infections. In *American Diabetes Association*. <https://doi.org/10.2337/db2020-01>
- Edwards, R., & Harding, K. G. (2004). Bacteria and Wound Healing. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 17(2), 91–96. <https://doi.org/10.1097/00001432-200404000-00004>
- Faradillah, R., & Naziyah. (2023). Analisis Asuhan Keperawatan Melalui Intervensi Terapi Ozone dan Infrared Sebagai Adjunctive Treatment Pada Pasien Dengan Diabetic Foot Ulcer di Wocare Center Kota Bogor. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 6(19), 3716–3279. <https://doi.org/https://doi.org/10.33024/jkpm.v6i9.11394> ABSTRAK
- Gifari, M., Jannah, U., Tahir, T., & Yusuf, S. (2020). Application of Cadexomer Iodine Powder To Minimize Biofilms in Diabetic Foot Ulcer Patients (DFU) At Griya Afiat Wound Care Clinic: Case Report. *Jurnal Keperawatan Respati Yogyakarta*, 7(3), 150–154. <http://nursingjurnal.respati.ac.id/index.php/JKRY/index>
- Hakim, A., Moghadam, A. S., Shariati, A., Karimi, H., & Haghighizadeh, M. H. (2016). Effect of Infrared Radiation on The Healing of Diabetic Foot Ulcer. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 14(3), 1–6. <https://doi.org/10.5812/ijem.32444>
- Harris, C., Bates-Jensen, B., Parslow, N., Raizman, R., Singh, M., & Ketchen, R. (2010). Bates-jensen Wound Assessment Tool: Pictorial Guide Validation Project. *Journal*

- of Wound, Ostomy and Continence Nursing*, 37(3), 253–259. <https://doi.org/10.1097/WON.0b013e3181d73aab>
- Hasanuddin, I., & Roesmono, B. (2021). Upaya Peningkatan Pengetahuan Perawat Dalam Proses Perawatan Luka Diabetes Mellitus. *Jurnal Inovasi Pengabdian Masyarakat*, 01(1), 14–18.
- Hidayat, R., Naziyah, & Alifa, A. Z. (2022). Efektivitas Cadexomer Iodine dan Zinc Cream Terhadap Penyembuhan Luka Kaki Diabetik di Klinik Wocare Center Bogor. *MANUJU: Malahayati Nursing Journal*, 4(7), 1619–1626.
- Husaini, M. (2020). *Pengaruh Penggunaan Topikal Madu dan Zinc Cream Terhadap Epitelisasi pada Proses Perawatan Luka Kaki Diabetik*. [Universitas Sumatra Utara]. <http://repositori.usu.ac.id/ha ndle/123456789/29842>
- Los-Stegienta, A., Katarzynska, J., Borkowska, A., Marcinek, A., Cypryk, K., & Gebicki, J. (2021). Differentiation of Diabetic Foot Ulcers Based on Stimulation of Myogenic Oscillations by Transient Ischemia. *Vascular Health and Risk Management*, 17, 145–152. <https://doi.org/10.2147/VHRM.S307366>
- Malone, M., Johani, K., Jensen, S. O., Gosbell, I. B., Dickson, H. G., McLennan, S., Hu, H., & Vickery, K. (2017). Effect of Cadexomer Iodine on The Microbial Load and Diversity of Chronic Non-healing Diabetic Foot Ulcers Complicated by Biofilm In Vivo. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 72(7), 1–9. <https://doi.org/10.1093/jac/dkx099>
- Mathieu, C., Gillard, P., & Benhalima, K. (2017). Insulin Analogues in Type 1 Diabetes Mellitus: Getting Better All The Time. *Nature Reviews Endocrinology*, 13(7), 385–399. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2017.39>
- Najihah, & Nurhidayah, I. (2021). Neuropaty Sebagai Faktor Risiko Infeksi Luka Kaki Diabetik. *Jurnal Ilmu Keperawatan*, 9(2), 1–22. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://jurnal.usk.ac.id/JIK/article/download/21543/14329&ved=2ahUKEwjc3-_T7a6GAxUEg2MGHSQ1BkQQFnoECBMQAQ&usg=AOvVaw1YX7MBSky769VTtlGaZJut
- Nurlany, A., Damanik, C., & Hamka, H. (2021). Studi Kasus Efektivitas Penggunaan Cairan Pembersih Luka Polyhexamethylene Biguanide Dengan Nano Silvosept Spray Dalam Mengurangi Biofilm Pada Ulkus Kaki Diabetik. *Jurnal Keperawatan Wiyata*, 2(1), 51. <https://doi.org/10.35728/jkw.v2i1.492>
- Richard, J.-L. (2011). New Insights In Diabetic Foot Infection. *World Journal of Diabetes*, 2(2), 24. <https://doi.org/10.4239/wjd.v2.i2.24>
- Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas). (2018). *Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian RI tahun*.
- Roza, R. L., Afriant, R., & Edward, Z. (2015). Faktor Risiko Terjadinya Ulkus Diabetikum pada Pasien Diabetes Mellitus yang Dirawat Jalan dan Inap di RSUP Dr. M. Djamil dan RSI Ibnu Sina Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 4(1), 243–248. <https://doi.org/10.25077/jka.v4i1.229>

- Saad, A. Y., & Desoky, G. M. (2017). Effect of Infrared Radiation on Healing of Diabetic Foot Ulcer. *Alexandria Scientific Nursing Journal*, 19(2), 69–86. <https://doi.org/10.5812/ijem.32444>
- Schultz, G., Bjarnsholt, T., James, G. A., Leaper, D. J., McBain, A. J., Malone, M., Stoodley, P., Swanson, T., Tachi, M., & Wolcott, R. D. (2017). Consensus Guidelines For The Identification and Treatment of Biofilms in Chronic Nonhealing Wounds. *Wound Repair and Regeneration*, 25(5), 744–757. <https://doi.org/10.1111/wrr.12590>
- Schwartz, J. A., Lantis, J. C., Gendics, C., Fuller, A. M., Payne, W., & Ochs, D. (2013). A Prospective, Non Comparative, Multicenter Study to Investigate The Effect of Cadexomer Iodine on Bioburden Load and Other Wound Characteristics in Diabetic Foot Ulcers. *International Wound Journal*, 10(2), 193–199. <https://doi.org/10.1111/j.1742-481X.2012.01109.x>
- Setyadi, Anisa, Wari, Puspita, A., Wwarlisti, & Vemilia, I. (2018). *Perbedaan Kadar Zink Serum Pasien Diabetes Melitus Dengan Neuropati Dan Tanpa Neuropati* [DIponegory University]. <http://eprints.undip.ac.id/63557/>
- Tarwoto. (2011). *Keperawatan Medikal Bedah Gangguan Sistem Endokrin*. TIM.
- Tavakoli, R., Najafipour, H., Hadian, M. ., Talebian, S., Aliaei, G. ., & Nabipour, F. (2004). Comparison of The Effect of Infrared (IR) and Phenytoin Cream On Skin Wound Healing In Rat. *J Babol Univ Med Sci*, 6. https://jbums-org.translate.google/article-1-2706-en.html?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc
- Tracey, M., McHugh, S. M., Fitzgerald, A. P., Buckley, C. M., Canavan, R. J., & Kearney, P. M. (2016). Risk Factors for Macro- and Microvascular Complications among Older Adults with Diagnosed Type 2 Diabetes: Findings from The Irish Longitudinal Study on Ageing. *Journal of Diabetes Research*, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2016/5975903>
- World Health Organization (WHO). (2016). *Global Report on Diabetes*.
- Xiong, Q., Liu, J., & Xu, Y. (2019). Review Article: Effects of Uric Acid on Diabetes Mellitus and Its Chronic Complications. *International Journal of Endocrinology*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/9691345>
- Yuanda, T. P., Naibaho, T., & Isnayati. (2023). Pengaruh Penggunaan Metcovazin Reguler Pada Pasien. *Journal Keperawatan Degeneratif*, 01(1), 1–9. <http://ejournal.akper-pelni.ac.id/index.php/jkp>
- Yunding, M., Yusuf, S., Tahir, T., & Amrullah, F. (2020). Efektivitas Sabun Antibakteri terhadap Penurunan Biofilm Pada Luka Kaki Diabetik: Literature Review. *NURSCOPE: Jurnal Penelitian Dan Pemikiran Ilmiah Keperawatan*, 6(1), 34. <https://doi.org/10.30659/nurscope.6.1.34-46>
- Zhang, P., Lu, J., Jing, Y., Tang, S., Zhu, D., & Bi, Y. (2017). Global Epidemiology of Diabetic Foot Ulceration: a systematic review and Meta-Analysis. *Annals of Medicine*, 49(2), 106–116. <https://doi.org/10.1080/07853890.2016.1231932>