

PENGARUH WOUND CLEANSING ELECTROLYZED STRONG WATER ACID (ESWA) TERHADAP PENYEMBUHAN DIABETIC FOOT ULCER (DFU)

¹*Imroatul Farida, ²Bahtyar Hardyansyah Syihab, ³Ceria Nurhayati

¹Program Studi Pendidikan Profesi Ners, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Hang Tuah, Surabaya

²Program Studi Manajemen, Universitas Bakti Indonesia, Banyuwangi

³Program Studi S1 Keperawatan, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Hang Tuah, Surabaya

*Email: imroatulfarida@stikeshangtuah-sby.ac.id

Abstrak

Tujuan: *Diabetic Foot Ulcer (DFU)* merupakan komplikasi kronis diabetes melitus yang berisiko menyebabkan infeksi, amputasi, hingga peningkatan mortalitas. Pemilihan cairan *wound cleansing* yang tepat berperan penting dalam mendukung proses penyembuhan luka, namun bukti mengenai efektivitas *Electrolyzed Strong Water Acid (ESWA)* pada pasien DFU masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh *wound cleansing* menggunakan ESWA terhadap penyembuhan DFU dibandingkan dengan normal salin.

Metode: Penelitian ini menggunakan desain *quasi experimental post-test only control group* yang dilaksanakan di Rumah Luka Surabaya pada periode 29 April–29 Mei 2019. Sebanyak 100 responden dipilih menggunakan teknik *simple random sampling* dan dibagi menjadi kelompok perlakuan yang mendapatkan *wound cleansing* ESWA (n=50) dan kelompok kontrol yang mendapatkan normal salin (n=50). Penyembuhan luka dievaluasi menggunakan *Bates-Jensen Wound Assessment Tool (BWAT)* setiap tiga hari selama satu bulan. Analisis data dilakukan menggunakan uji Mann-Whitney.

Hasil: Rerata skor BWAT pada kelompok perlakuan lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol (20,25 vs 25,18), dengan rerata penurunan skor masing-masing sebesar 16,75 dan 11,07. Kedua kelompok berada pada kategori *wound regeneration*. Hasil uji Mann-Whitney menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara kedua kelompok (p=0,078).

Simpulan: *Wound cleansing* menggunakan ESWA tidak memberikan pengaruh yang signifikan secara statistik terhadap penyembuhan DFU dibandingkan dengan normal salin. Meskipun demikian, kelompok yang mendapatkan ESWA menunjukkan kecenderungan perbaikan klinis yang lebih baik, sehingga ESWA berpotensi digunakan sebagai alternatif *wound cleansing* yang memiliki sifat antibakteri dan relatif ekonomis pada pasien DFU.

Kata kunci: *Bates-Jensen Wound Assessment Tool; Diabetic foot ulcer; Electrolyzed Strong Water Acid; Penyembuhan luka; Wound cleansing.*

THE EFFECT OF WOUND CLEANSING WITH ELECTROLYZED STRONG WATER ACID (ESWA) ON THE HEALING OF DIABETIC FOOT ULCERS (DFU)

Abstract

Aim: *Diabetic foot ulcers (DFUs)* are a chronic complication of diabetes mellitus that carries a risk of infection, amputation, and increased mortality. Selecting the right *wound cleansing* solution plays a crucial role in supporting the wound healing process, but evidence regarding the effectiveness of *Electrolyzed Strong Water Acid (ESWA)* in DFU patients is limited. This study aimed to analyze the effect of *wound cleansing* using ESWA on DFU healing compared to normal saline.

Methods: This study used a quasi-experimental, post-test-only control group design and was conducted at Rumah Luka Surabaya from April 29 to May 29, 2019. A total of 100 respondents were selected using simple random sampling and divided into a treatment group receiving ESWA wound cleansing (n=50) and a control group receiving normal saline (n=50). Wound healing was evaluated using the Bates-Jensen Wound Assessment Tool (BWAT) every three days for one month. Data analysis was performed using the Mann-Whitney test.

Results: The mean BWAT score in the treatment group was lower than in the control group (20.25 vs. 25.18), with a mean decrease of 16.75 and 11.07, respectively. Both groups were in the wound regeneration category. The Mann-Whitney test showed no significant difference between the two groups ($p=0.078$).

Conclusion: Wound cleansing using ESWA did not have a statistically significant effect on DFU healing compared to normal saline. However, the group receiving ESWA showed a trend toward better clinical improvement, suggesting ESWA has the potential to be used as an antibacterial and relatively economical alternative for wound cleansing in DFU patients.

Keywords: Bates-Jensen Wound Assessment Tool; Diabetic foot ulcer; Electrolyzed Strong Water Acid; Wound cleansing; Wound healing

PENDAHULUAN

Diabetic Foot Ulcer (DFU) merupakan salah satu komplikasi kronik paling signifikan dari diabetes melitus (DM), yang ditandai dengan ulserasi progresif pada kaki dan berpotensi menimbulkan konsekuensi klinis yang berat apabila tidak mendapatkan penatalaksanaan yang adekuat⁽¹⁾. Komplikasi ini tidak hanya berdampak pada penurunan kualitas hidup penderita secara fisik dan psikologis, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan angka rawat inap, risiko amputasi ekstremitas bawah, serta mortalitas yang bermakna⁽²⁾.

Dari perspektif epidemiologis global, diabetes melitus menyebabkan 3,4 juta kematian pada tahun 2024 setara dengan satu kematian setiap 9 detik dengan total pengeluaran kesehatan global akibat diabetes mencapai USD 1,015 triliun, meningkat 338% dalam 17 tahun terakhir⁽³⁾. Saat ini terdapat 589 juta orang dewasa (usia 20–79 tahun) yang hidup dengan diabetes 1 dari setiap 9 orang dan angka ini diproyeksikan meningkat menjadi 853 juta pada tahun 2050. Secara spesifik terhadap DFU, prevalensi DFU pada populasi penderita diabetes berkisar antara 4% hingga 25%, dengan tingkat rekurensi yang

mengkhawatirkan hingga 65% dalam 5 tahun⁽⁴⁾.

Dari sisi mortalitas jangka panjang, sebuah meta-analisis besar yang melibatkan 124.376 partisipan dari 16 negara menemukan bahwa angka kelangsungan hidup penderita DFU hanya mencapai 86,9% pada tahun pertama, menurun menjadi 66,9% pada tahun ketiga, dan tidak lebih dari 50,9% pada tahun kelima, dengan penyakit kardiovaskular dan infeksi sebagai dua penyebab kematian utama⁽⁵⁾. Temuan ini menegaskan bahwa beban mortalitas DFU setara dengan sejumlah jenis keganasan.

Di Indonesia, situasi ini tidak kalah kritis. Data dari rumah sakit rujukan di Jambi mencatat angka amputasi sebesar 19,4% dan angka kematian 12,9% pada pasien DFU yang dirawat inap pada tahun 2022. Sejalan dengan itu, penelitian di RS Fatmawati Jakarta membuktikan bahwa pasien diabetes tipe 2 dengan risiko tinggi ulkus kaki memiliki probabilitas kelangsungan hidup yang lebih rendah dan risiko amputasi atau kematian yang lebih tinggi dalam 3 tahun dibandingkan pasien tanpa risiko tinggi. Studi di RS Cipto Mangunkusumo (RSCM) Jakarta yang

menganalisis 259 pasien DFU dengan infeksi dari tahun 2019 hingga 2022 turut mengonfirmasi tingginya morbiditas DFU di fasilitas rujukan nasional Indonesia⁽⁶⁾.

Secara patofisiologis, kondisi hiperglikemia kronik pada penderita DM memicu kerusakan multisistem yang menjadi dasar berkembangnya DFU. Neuropati perifer motorik mengakibatkan kelemahan otot intrinsik kaki, atrofi muskular, dan deformitas struktural yang meningkatkan kerentanan terhadap ulserasi berulang. Insufisiensi vaskular perifer yang menyertai kondisi ini memperlambat proses penyembuhan luka secara bermakna. DFU umumnya berkaitan dengan neuropati perifer, trauma berulang, deformitas kaki, gangguan perfusi, dan infeksi⁽⁶⁾. Bila tidak ditangani secara tepat, infeksi pada luka dapat berprogresi menjadi gangren suatu kondisi nekrosis jaringan yang dimulai dari regio distal kaki dan bergerak ke arah proksimal yang pada akhirnya menempatkan pasien pada risiko amputasi⁽⁷⁾.

Berdasarkan pedoman internasional terkini, penatalaksanaan DFU yang komprehensif harus mencakup perawatan luka lokal yang optimal termasuk *wound cleansing* dan *debridemen* disertai off-loading, penilaian vaskular perifer dengan revaskularisasi jika diperlukan, serta pengendalian metabolik terutama glikemik⁽⁷⁾. Pedoman IWGDF 2023 menegaskan bahwa *debridemen* yakni pengangkatan jaringan mati dan devitalisasi dari luka merupakan komponen esensial dalam mempersiapkan wound bed dan meningkatkan penyembuhan luka⁽⁸⁾.

Lebih jauh, sebuah *systematic review* tahun 2024 yang terdaftar dalam PROSPERO menyimpulkan bahwa pemilihan cairan *wound cleansing* secara bermakna mempengaruhi proses penyembuhan DFU, dengan beberapa agen seperti larutan Dakin dan kloramina serta saline hipertonik menunjukkan hasil penyembuhan yang lebih baik dibandingkan saline normal⁽⁹⁾. Temuan ini memperkuat pentingnya pemilihan cairan *wound cleansing* yang berbasis bukti dalam tata laksana DFU.

Dalam konteks tersebut, larutan teroksidasi secara elektrokimia termasuk *Electrolyzed Strong Water Acid* (ESWA) dan variannya muncul sebagai kandidat *wound cleansing* yang menjanjikan. Terdapat konsensus bahwa *debridemen* efektif, reduksi bioburden, dan kontrol infeksi merupakan pilar utama perawatan luka kronik, namun hingga saat ini belum tersedia rekomendasi yang jelas mengenai pilihan dan metode optimal irigasi luka pada DFU⁽¹⁰⁾. Sebuah studi klinis terbaru menemukan bahwa larutan teroksidasi netral (superoxidized solution) terbukti aman dan efektif dalam penanganan luka kronik akut, dengan hasil berupa reduksi ukuran luka, peningkatan granulasi dan epitelisasi, serta penurunan muatan mikroba⁽¹¹⁾. Pada studi tersebut, 55% dari total pasien dinyatakan sembuh pada minggu ke-12 penggunaan larutan elektrolisis⁽¹²⁾.

Meskipun demikian, bukti ilmiah mengenai efektivitas ESWA secara spesifik terhadap penyembuhan DFU masih sangat terbatas dan memerlukan validasi lebih lanjut melalui uji klinis terkontrol. Penelitian ini oleh karenanya bertujuan untuk mengisi kesenjangan bukti (research gap) tersebut dengan membuktikan pengaruh *wound cleansing* menggunakan *Electrolyzed Strong Water Acid* (ESWA) terhadap proses penyembuhan *Diabetic Foot Ulcer* (DFU) secara terukur dan sistematis.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang menggunakan rancangan *Quasi Experimental* dengan pendekatan *Post-Test Only Control Group Design*, yang dipilih berdasarkan pertimbangan etis dan klinis di mana randomisasi penuh tidak memungkinkan untuk dilakukan pada populasi penderita DFU. Penelitian dilaksanakan selama satu bulan pada periode 29 April hingga 29 Mei 2019 di Rumah Luka Surabaya, dengan proses pengambilan sampel menggunakan teknik *Simple Random Sampling* yang menghasilkan total 100 responden, dibagi secara proporsional

menjadi kelompok perlakuan yang mendapatkan *wound cleansing* menggunakan ESWA ($n = 50$) dan kelompok kontrol yang mendapatkan *wound cleansing* menggunakan normal salin ($n = 50$). Sebelum pengambilan sampel, seluruh calon responden menjalani proses homogenisasi berdasarkan kriteria inklusi yang meliputi kesediaan berpartisipasi secara sukarela, DFU derajat 3–4 berdasarkan skala Wagner, kadar gula darah terkontrol di bawah 200 mg/dL, serta rentang usia 46–65 tahun, sedangkan kriteria eksklusi meliputi ketidakmampuan mengikuti keseluruhan proses penelitian, adanya kondisi penurunan imunitas, dan pengunduran diri selama proses pengumpulan data. Cairan ESWA dibuat secara mandiri dengan prosedur terstandar, yakni melarutkan 600 mL air keran dengan 6 gram garam dapur kemudian diproses melalui elektrolisis selama 15–30 detik hingga menghasilkan larutan asam elektrolisis dengan nilai pH antibakteri yang konsisten di setiap sesi perawatan. Instrumen penelitian

terdiri atas Standar Operasional Prosedur (SOP) Perawatan Luka Modern sebagai panduan baku pelaksanaan tindakan, serta *Bates-Jensen Wound Assessment Tool* (BWAT) — instrumen penilaian luka kronik yang telah tervalidasi secara ilmiah — untuk mengamati dan mencatat perubahan kondisi luka secara objektif setiap tiga hari sekali selama satu bulan, sehingga terdapat sepuluh titik pengukuran untuk setiap responden. Analisis data menggunakan uji statistik non-parametrik *Mann-Whitney U Test* guna mengidentifikasi perbedaan bermakna antara kedua kelompok dalam hal proses penyembuhan DFU yang dinilai melalui skor BWAT. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan dari Komite Etik Penelitian Kesehatan dengan nomor layak etik **PE/34/V/2019/KEPK/SHT**, sebagai jaminan bahwa seluruh prosedur penelitian dilaksanakan sesuai dengan prinsip-prinsip etika penelitian yang berlaku.

HASIL

Tabel 1
Karakteristik responden *Diabetic Foot Ulcer* di Rumah Luka Surabaya ($n=100$)

No	Karakteristik Responden		Frekuensi			
			Kelompok perlakuan		Kelompok Kontrol	
			Number	%	Number	%
1	Gender	male	28	56%	13	26%
		female	22	44%	37	74%
2	Age	46-55 year	28	56%	34	68%
		56-65 year	22	44%	16	32%
3	Diet makan	ya	29	58%	35	70%
		tidak	21	42%	15	30%
4	Upaya menjaga kebersihan luka	ya	50	100%	50	100%
		tidak	0	0%	0	0%
5	Konsumsi obat DM	ya	50	100%	50	100%
		tidak	0	0%	0	0%
6	Merokok	ya	50	100%	50	100%
		tidak	0	0%	0	0%
7	Aktivitas fisik	ya	31	62%	28	56%
		tidak	19	38%	22	44%
8	Latihan fisik	ya	3	6%	6	12%
		tidak	47	94%	44	88%
9	Penyakit penyerta	ya	12	24%	6	12%
		tidak	38	76%	44	88%

Table 1. menunjukkan bahwa jenis kelamin pada kelompok perlakuan lebih banyak laki-laki 28 responden (56%) dibandingkan dengan perempuan 22 responden (44%), sedangkan pada kelompok kontrol lebih banyak perempuan 37 responden (74%) dibandingkan laki-laki 13 responden (26%). Umur pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol lebih banyak pada usia 46-55 tahun, kelompok perlakuan berjumlah 28 responden (56%) dan kelompok kontrol berjumlah 34 responden (68%) dibandingkan usia 56-65 tahun, kelompok perlakuan berjumlah 22 responden (44%) dan kelompok kontrol berjumlah 16 responden (32%). Mayoritas kelompok perlakuan 28 responden (56%) dan kelompok kontrol 34 responden (68%) mengontrol diet makannya sedangkan yang tidak mengontrol diet makannya pada kelompok perlakuan 22 responden (44%) dan kelompok kontrol 16 responden (32%). Upaya menjaga kebersihan luka, konsumsi obat DM

dan tidak merokok, kelompok perlakuan maupun kelompok kontrol semuanya, 100 responden (100%) melakukannya. Mayoritas kelompok perlakuan 31 responden (62%) dan kelompok kontrol 28 responden (56%) melakukan aktifitas fisik sedangkan yang tidak melakukan aktifitas fisik untuk kelompok perlakuan 19 responden (38%) dan kelompok kontrol 22 responden (44%). Mayoritas kelompok perlakuan 47 responden (94%) dan kelompok kontrol 44 responden (88%) tidak melakukan latihan fisik sedangkan yang melakukan latihan fisik untuk kelompok perlakuan 3 responden (6%) dan kelompok kontrol 6 responden (12%). Mayoritas kelompok perlakuan 38 responden (76%) dan kelompok kontrol 44 responden (88%) tidak mempunyai penyakit penyerta sedangkan yang mempunyai penyakit penyerta untuk kelompok perlakuan 12 responden (24%) dan kelompok kontrol 6 responden (12%).

Tabel 2
Analisa penyembuhan *Diabetic Foot Ulcer* yang menggunakan *wound cleansing elektrolyzed strong water acid (ESWA)* pada kelompok perlakuan dan *wound cleansing normal salin (NS)* pada kelompok kontrol di Rumah Luka Surabaya (n=100)

Skor BWAT	n	Mean (min-max)	Perbedaan Rerata	<i>p value</i>
<i>Wound cleansing ESWA</i>	50	20.25 (12.0-37.0)	16.75	0.078
<i>Wound cleansing NS</i>	50	25.18 (12.0-34.0)	11.07	

Tabel 2 menunjukkan penyembuhan *Diabetic Foot Ulcer* pada kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Kelompok perlakuan lebih besar perbedaan skornya yaitu 16.75 dibandingkan kelompok kontrol yaitu 11.07. Berdasarkan uji statistik dengan uji *Mann-Whitney* nilai $p = 0,078$ ($p > \alpha = 0,05$), yang berarti *wound cleansing elektrolyzed strong water acid (ESWA)* tidak ada pengaruhnya terhadap penyembuhan *diabetic foot ulcer*.

PEMBAHASAN

Hasil uji statistik *Mann-Whitney* menunjukkan nilai $p = 0,078$ ($p > 0,05$), yang berarti *wound cleansing ESWA* tidak berbeda secara bermakna dibandingkan normal salin dalam penyembuhan DFU. Hal ini karena adanya kesamaan komposisi kimiawi kedua

larutan, di mana ESWA berbasis NaCl 98% dan normal salin berbasis NaCl 0,9%, sehingga keduanya memiliki komponen inti yang identik meskipun berbeda konsentrasi dan mekanisme kerja.

Evaluasi luka menggunakan *Bates-Jensen Wound Assessment Tool (BWAT)* instrumen

tervalidasi dengan 13 item penilaian dan skor total maksimum 65 menempatkan kedua kelompok dalam kategori *wound regeneration* (skor 13–59). Rerata skor BWAT kelompok perlakuan (20,25) lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol (25,18), mengindikasikan kecenderungan penyembuhan yang lebih baik secara klinis pada kelompok ESWA meskipun tidak signifikan secara statistik⁽¹³⁾.

Secara mekanistik, ESWA dengan pH 2,3–2,7 memiliki aktivitas antibakteri yang kuat. Fadriqela et al., (2020) membuktikan bahwa *Strong Acidic Electrolyzed Water* (StAEW) dengan pH serupa menunjukkan persentase penyembuhan luka yang secara bermakna lebih tinggi dibandingkan kelompok salin, disertai modulasi sitokin proinflamasi yang lebih awal dan peningkatan faktor pertumbuhan yang mendukung sintesis fibroblas serta angiogenesis⁽¹⁴⁾. Selain itu, Sim et al., (2022) membuktikan bahwa lingkungan luka bersifat asam pada pH 4 secara bermakna mempercepat epitelisasi, penutupan luka, dan pembentukan kolagen mulai hari ke-2 pasca-perlakuan, yang mendukung keunggulan mekanisme ESWA dalam stimulasi regenerasi jaringan⁽¹⁵⁾.

Electrolyzed Strong Water Acid (ESWA) diketahui memiliki sifat antimikroba dan antibiofilm yang dapat membantu menurunkan kolonisasi bakteri pada luka. Beberapa penelitian menjelaskan bahwa *electrolyzed water* mengandung senyawa aktif seperti asam hipoklorit yang mampu merusak membran sel mikroorganisme sehingga efektif sebagai agen dekontaminasi luka⁽¹⁶⁾. Selain itu, penelitian *in vitro* menunjukkan bahwa *electrolyzed strong acid water* dengan pH rendah memiliki efek bakterisidal yang lebih baik dibandingkan jenis *electrolyzed water* lainnya pada bakteri penyebab DFU⁽¹⁷⁾.

Meskipun demikian, efek antimikroba tersebut belum tentu secara langsung meningkatkan penyembuhan luka secara signifikan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh durasi intervensi yang terbatas, variasi karakteristik luka antar responden, maupun kondisi vaskular dan metabolik pasien yang

berbeda-beda. Selain itu, proses penyembuhan DFU memerlukan pendekatan multidisiplin seperti kontrol infeksi, debridement, pengaturan tekanan (*offloading*), manajemen kadar gula darah, dan pemilihan balutan luka yang tepat. Dengan demikian, penggunaan ESWA sebagai *wound cleansing* mungkin hanya berperan sebagai terapi pendukung dalam perawatan luka diabetik⁽¹⁸⁾.

Secara klinis, hasil penelitian ini tetap menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan penyembuhan pada kelompok perlakuan meskipun tidak signifikan secara statistik. Oleh karena itu, ESWA berpotensi digunakan sebagai alternatif *wound cleansing* karena memiliki sifat antimikroba, relatif aman, dan ramah lingkungan. Namun, diperlukan penelitian lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih besar, waktu intervensi lebih panjang, serta kontrol faktor perancu yang lebih ketat untuk memastikan efektivitas ESWA terhadap penyembuhan *Diabetic Foot Ulcer*.

Normal salin tetap efektif sebagai *wound cleansing* karena bersifat isotonis, non-toksik, dan tidak mengganggu jaringan granulasi. Irigasi dengan normal salin dinilai superior dalam mengangkat bakteri, debris, dan jaringan non-viable sekaligus meminimalkan kerusakan pada jaringan granulasi sehat⁽¹⁹⁾.

Perbaikan kondisi luka pada kelompok yang menggunakan normal salin dapat terlihat langsung dengan penurunan skor melalui pengukuran Bates-Jensen Wound Assessment Tool (BWAT). Penurunan skor yang sering muncul pada indikator jumlah jaringan nekrotik, jumlah eksudat, edema perifer, dan pengerasan jaringan perifer⁽²⁰⁾.

Temuan ini sejalan dengan serangkaian penelitian Imroatul Farida dan tim dari STIKES Hang Tuah Surabaya yang secara konsisten mengkaji berbagai agen *wound cleansing* terhadap penyembuhan DFU. efektivitas *wound cleansing* menggunakan daun Cocor Bebek (*Kalanchoe pinnata*) dengan larutan NaCl pada 40 responden DFU

di Rumah Luka Surabaya menggunakan desain kuasi-eksperimental *pretest-posttest control group*. Instrumen penilaian yang digunakan adalah *Bates-Jensen Wound Assessment Tool* (BWAT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok intervensi (Cocor Bebek) mengalami perbaikan bermakna pada 8 indikator BWAT meliputi tepi luka, jenis dan jumlah jaringan nekrotik, jenis dan jumlah eksudat, warna kulit sekitar luka, edema jaringan perifer, dan indurasi, sedangkan kelompok kontrol (NaCl) menunjukkan penurunan bermakna pada 6 indikator BWAT yang mencakup jenis jaringan nekrotik, jumlah jaringan nekrotik, jumlah eksudat, warna kulit sekitar luka, edema jaringan perifer, dan indurasi ($p < 0,05$)⁽²¹⁾. Temuan ini membuktikan bahwa pemilihan agen *wound cleansing* yang berbeda akan mempengaruhi profil perbaikan indikator BWAT secara selektif, sementara NaCl tetap memberikan efektivitas klinis yang bermakna sebagai agen standar perawatan DFU⁽¹⁰⁾.

Pada penelitian sebelumnya, Farida et al. (2021) membuktikan bahwa sabun antiseptik efektif sebagai agen *wound cleansing* pada DFU di Rumah Luka Surabaya. Penelitian dengan desain *preexperimental intact group comparison* pada 32 responden DFU tersebut menunjukkan hasil uji Mann-Whitney dengan nilai $p = 0,003$ ($p < 0,05$), yang mengindikasikan bahwa sabun antiseptik secara bermakna lebih efektif dibandingkan kontrol dalam mendukung penyembuhan DFU yang diukur dengan BWAT⁽²²⁾. Kandungan antimikroba pada sabun antiseptik mampu menurunkan kolonisasi bakteri pada luka, yang merupakan faktor penghambat utama proses penyembuhan DFU. Temuan ini memperkuat argumen bahwa aktivitas antibakteri intrinsik dari suatu agen *wound cleansing* seperti yang dimiliki ESWA melalui kandungan asam hipoklorit berperan penting dalam mendukung penyembuhan luka secara klinis, kendati efeknya mungkin tidak selalu mencapai signifikansi statistik pada semua konteks penelitian⁽²³⁾.

Lebih jauh, Sabela, Farida, dan Yuliastuti (2022) meneliti efektivitas *wound cleansing* menggunakan rebusan daun Bidara Arab (*Ziziphus spina-christi* L.) terhadap penyembuhan DFU pada 40 pasien di Rumah Luka Surabaya selama 16 hari dengan pendekatan *pre-post control group*⁽²³⁾. Hasil uji Mann-Whitney menunjukkan $p = 0,586$ ($p > 0,05$), artinya tidak terdapat perbedaan rerata yang bermakna antara kedua kelompok, namun kelompok intervensi mengalami penurunan pada 8 indikator BWAT sedangkan kelompok kontrol (NaCl) hanya menurun pada 6 indikator. Pola hasil ini sangat menyerupai temuan penelitian ini: tidak ada perbedaan statistik yang signifikan antara ESWA dan normal salin, namun secara klinis agen aktif (ESWA maupun Bidara Arab) menunjukkan kecenderungan perbaikan yang lebih luas. Hal ini mengonfirmasi bahwa agen *wound cleansing* dengan kandungan senyawa bioaktif baik flavonoid, alkaloid, tannin pada Bidara Arab maupun asam hipoklorit pada ESWA memiliki potensi klinis yang nyata dalam mendukung penyembuhan luka diabetik meski belum tentu menghasilkan perbedaan statistik yang signifikan dalam uji komparatif terhadap normal salin⁽²⁴⁾. Keterbatasannya normal salin terletak pada tidak adanya aktivitas antibakteri intrinsik dibandingkan ESWA.

Kesetaraan hasil kedua kelompok turut dipengaruhi oleh homogenitas karakteristik responden, meliputi kadar gula darah terkontrol, kepatuhan diet dan medikasi, serta tidak adanya penyakit penyerta. Kedua intervensi juga sama-sama bersifat *cost-effective*. Secara keseluruhan, meskipun perbedaan statistik tidak tercapai, penurunan skor BWAT yang lebih besar pada kelompok ESWA mengonfirmasi potensi klinisnya sebagai alternatif *wound cleansing* yang unggul dalam hal aktivitas antibakteri dan stimulasi regenerasi jaringan pada penderita DFU.

SIMPULAN

Wound cleansing electrolyzed strong water acid (ESWA) tidak berpengaruh terhadap penyembuhan *diabetic foot ulcer*. Meskipun demikian, kelompok yang mendapatkan ESWA menunjukkan kecenderungan perbaikan klinis yang lebih baik, sehingga ESWA berpotensi digunakan sebagai alternatif *wound cleansing* yang memiliki sifat antibakteri dan relatif ekonomis pada pasien DFU

REFERENSI

- Hutagulung MB, Eljatin DS, Awalita, Sarie VP, Sianturi GDAS, Santika GF. Diabetic Foot Infection: Diagnosis dan Tatalaksana. Cdk-277. 2024;46(6):414–8.
- Pradita A, Waluyo A, Herawati T. Aplikasi Mhealth Dalam Manajemen Luka Diabetik. 2023;5:1269–80.
- Genitsaridi I, Salpea P, Salim A, Sajjadi SF, Tomic D, James S, et al. 11th edition of the IDF Diabetes Atlas: global, regional, and national diabetes prevalence estimates for 2024 and projections for 2050. lancet Diabetes Endocrinol. 2026 Feb;14(2):149–56.
- IDF Diabetes Atlas. international diabetes fonderation. 2024. Global Diabetes global report 2000 — 2050.
- Chen L, Sun S, Gao Y, Ran X. Global mortality of diabetic foot ulcer: A systematic review and meta-analysis of observational studies. Diabetes Obes Metab. 2023 Jan;25(1):36–45.
- Fitrianingsih F, Sania G, Maimum M. Clinical profile of diabetic foot ulcer patients in referral hospital Jambi: A-cross sectional study. Ris Inf Kesehat. 2025;14(3):387–92.
- Yanti L, Ferasinta, Andari FN, Saputra E. Luka Gangren Pada Penderita Dm Tipe 2 Di Rsud Depati. 2025;6:2054–64.
- Chen P, Vilorio NC, Dhatariya K, Jeffcoate W, Lobmann R, McIntosh C, et al. Guidelines on interventions to enhance healing of foot ulcers in people with diabetes (IWGDF 2023 update). Diabetes Metab Res Rev. 2024;40(3):e3644.
- Ringblom A, Ivory J, Adlerberth I, Wold AE, McIntosh C, Wolf A. Wound cleansing solutions versus normal saline in the treatment of diabetic foot ulcers - A systematic review. J Tissue Viability. 2024 Nov;33(4):591–7.
- Farida I, Wicaksono MWMRY, Nurhayati C, Muhaji* I. Efektifitas Sabun Antiseptik Untuk Mencuci Luka Pada Diabetik Foot Ulcer Di Rumah Luka Surabaya. 2021;9(2):131–6.
- Valdová V, Štěpánová V, Lapčíková L. The safety and efficacy of neutral electrolyzed water solution for wound irrigation: post-market clinical follow-up study. Front Drug Saf Regul. 2024;4(January).
- Bus SA, Armstrong DG, Crews RT, Gooday C, Jarl G, Kirketerp-Moller K, et al. Guidelines on offloading foot ulcers in persons with diabetes (IWGDF 2023 update). Diabetes Metab Res Rev. 2024 Mar;40(3):e3647.
- Gupta S, Srivastava A, Malhotra R, Chadha M, Aggarwal AN. Wound Assessment Using Bates Jensen Wound Assessment Tool in Acute Musculoskeletal Injury Following Low-Cost Wall-Mounted Negative-Pressure Wound Therapy Application. Indian J Orthop. 2023 Jun;57(6):948–56.
- Fadriquela A, Sajo MEJ, Bajgai J, Kim DH, Kim CS, Kim SK, et al. Effects of Strong Acidic Electrolyzed Water in Wound Healing via Inflammatory and Oxidative Stress Response. Oxid Med Cell Longev. 2023;2023.
- Sim P, Strudwick XL, Song YM, Cowin AJ, Garg S. Influence of Acidic pH on Wound Healing In Vivo: A Novel Perspective for Wound Treatment. Int J Mol Sci. 2022;23(21).
- Yan P, Daliri EB mwine. New Clinical Applications of Electrolyzed Water : A

- Review. *Microorganisms*. 2021;9:139.
17. Supardi E, Yusuf S, Nasrum M, Haeruddin H. Evaluation of different type of electrolyzed water against bacterial colonization of diabetic foot ulcers : Study in vitro &. *Med Clínica Práctica*. 2020;3:100090.
18. Healy M, Daly B, Polyzois I, Greal L, Wilson P, Gillen C, et al. Immersion of debrided diabetic foot ulcer tissue in electrochemically generated pH neutral hypochlorous acid significantly reduces the microbial bioburden : whole-genome sequencing of *Staphylococcus aureus* , the most prevalent species recovered. *J Hosp Infect*. 2023;138:42–51.
19. Malviya VK, Goyal S, Bansal V, Jaiswal K. Clinical uses of NPWT with irrigation of normal saline in diabetic foot ulcer: Outcome assessed by DEPA score. *J Cutan Aesthet Surg*. 2022;15(1):58–64.
20. Paridah P, Tahir T, Yusuf S. Evaluasi Penggunaan Pencuci Luka Terhadap Wound Healing: Literature Review. *J Keperawatan Muhammadiyah*. 2019;4(1).
21. Astuti NM, Farida I, Fauzia NL, Nurhayati C, Huda N, Winarno DD, et al. Neurologic Examination of the Diabetic Foot to Prevent Diabetic Foot Ulcer at Puskesmas Kebonsari Surabaya, Indonesia. *Malaysian J Nurs*. 2022;14(2):90–5.
22. Farida I, Astuti NM, Yuliasuti C, Khasanah UK, Winarno DD. Diabetic Foot Deformity Examination in Diabetics at Surabaya , Indonesia. Vol. 1. Atlantis Press International BV; 2023. 315–325 p.
23. Sabela V, Farida I, Yuliasuti C. Efektifitas Wound Cleansing Daun Bidara Arab (*Ziziphus Spina- Christi* L .) Terhadap Penyembuhan Diabetic Foot Ulcer. *J Ilm* 2022;17(2):135–43.
24. Farida I, Widyastuti M, Wicaksono MRY, Nurhayati C, Muhaji I. Efektifitas sabun antiseptik untuk mencuci luka pada diabetik foot ulcer di Rumah Luka Surabaya. *J Ilmu Kesehat*. 2021;9(2):131–6.