

GIZI UNTUK PROSES PENYEMBUHAN LUKA PADA PASIEN DENGAN *DIABETIC FOOT ULCER (DFU)*: *LITERATURE REVIEW*

Melani Puji Lestari, Niken Safitri Dyan Kusumaningrum*

Departemen Ilmu Keperawatan, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, 50275, Indonesia

*Korespondensi : E-mail: niken.safitridk@fk.undip.ac.id

ABSTRACT

Background: *Nutritional intake is one of the factors that play an important role in the wound healing process, especially Diabetic Foot Ulcer (DFU). Therefore, apart from caring for the feet, DFU patients are strongly advised to pay attention to their diet and nutrition.*

Objectives: *This study aimed to review the role of nutrition in the healing process of DFU.*

Methods: *This was a literature review that critically examines the findings previously published. A certain amount of articles from 3 databases, including SCOPUS, PubMed, and Google Scholar that fit the inclusion criteria were analyzed to answer the research objective. The inclusion criteria including full-text articles published in international journals from January 2015 to December 2019, research design was a Randomized Controlled Trial (RCT). Six articles were analyzed according to searching, screening, and selection process.*

Results: *This literature review indicated that both macronutrients (omega 3) and micronutrients (zinc, magnesium, vitamin D, vitamin E, and probiotics) play an important role in DFU wound healing. Their roles range from modulation of cell proliferation to collagen metabolism and also as biomarkers of oxidative – inflammatory phases. The proper nutrition will control and reduce the complications of DFU so that wound healing can run optimally. The omega-3, zinc, magnesium, vitamin D, vitamin E, and probiotics play a major role in increasing collagen production, protein synthesis, also eliminating bacteria and necrotic cells.*

Conclusion: *Both macronutrients and micronutrients are required in the body to support diabetic foot ulcer healing. These nutritional components play a vital role in the wound healing process.*

Keywords: *Diabetic Foot Ulcer (DFU); Nutrient; Wound healing.*

ABSTRAK

Latar belakang: Asupan gizi merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam proses penyembuhan luka, khususnya *Diabetic Foot Ulcer (DFU)*. Oleh karena itu, selain merawat kaki, pasien DFU sangat dianjurkan untuk memperhatikan diet dan gizi yang dikonsumsi.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk mereview peran gizi pada proses penyembuhan DFU.

Metode: Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *literature review* yaitu mengkaji secara kritis temuan-temuan yang telah dipublikasikan sebelumnya. Artikel dari 3 *database*, yaitu SCOPUS, *PubMed*, dan *Google Scholar* yang sesuai dengan kriteria inklusi kemudian dianalisis untuk menjawab tujuan penelitian. Kriteria inklusi artikel yang disertakan dalam penelitian meliputi artikel yang telah dipublikasikan pada jurnal internasional dengan rentang publikasi dari Januari 2015 sampai Desember 2019, berupa *Randomized Controlled Trial (RCT)*, dan berbentuk *full-text*. Enam artikel dianalisis dan disintesis untuk mendapatkan hasil penelitian berdasarkan proses skrining, seleksi, dan pemilihan artikel.

Hasil: *Literature review* ini menunjukkan bahwa gizi, baik dalam bentuk *macronutrient* (misalnya omega 3) maupun *micronutrient* (*seng*, magnesium, vitamin D, vitamin E, dan probiotik), berperan penting dalam proses penyembuhan luka DFU. *Macro* dan *micronutrient* ini berperan mulai dari proses modulasi proliferasi sel, metabolisme kolagen, serta sebagai biomarker fase inflamasi dan oksidasi. Asupan gizi yang tepat akan mengontrol dan menekan komplikasi DFU sehingga penyembuhan lukanya berjalan secara optimal. Omega-3, *seng*, magnesium, vitamin D, vitamin E, dan probiotik berperan besar dalam peningkatan produksi kolagen, sintesis protein, dan pembuangan bakteri serta sel - sel nekrotik.

Simpulan: Baik *macronutrient* maupun *micronutrient*, keduanya dibutuhkan di dalam tubuh untuk mendukung proses penyembuhan luka DFU. Masing-masing komponen tersebut mempunyai peran penting dalam proses penyembuhan luka.

Kata kunci : *Diabetic Foot Ulcer (DFU); Zat gizi; Penyembuhan luka.*

PENDAHULUAN

Diabetes Melitus (DM) merupakan penyakit kronis yang sering disebut sebagai *silent killer* dan tidak dapat disembuhkan, namun dapat dikontrol sesuai dengan kondisi kesehatan masing-masing individu. Oleh karena itu, pengelolaan DM pun harus dilakukan seumur hidup. Epidemi DM di Indonesia cenderung meningkat setiap tahunnya, di mana pada tahun 2017 memiliki 10 juta kasus DM.^{1,2} Sejalan dengan hal tersebut, Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018 menyatakan bahwa terdapat peningkatan angka prevalensi DM yang cukup signifikan, yaitu dari 6,9% di tahun 2013 menjadi 8,5% di tahun 2018.³

Salah satu komplikasi yang paling sering dialami pada pasien dengan DM adalah adanya luka di area ekstremitas bawah, yang disebut sebagai *Diabetic Foot Ulcer* (DFU).^{4,5} Pada tahun 2016, dinyatakan bahwa prevalensi penderita DM yang berisiko tinggi mengalami DFU adalah 55,4% (95% CI: 53,7% - 57,0%), sedangkan prevalensi DFU itu sendiri adalah 12% (95% CI: 10,3% - 13,6%).⁶ Selain itu, penelitian sebelumnya juga menyatakan bahwa dari 112 responden, teridentifikasi 85,7% di antaranya mempunyai risiko tinggi DFU.⁷

Neuropati diabetikum, sebagai salah satu etiologi DFU, dapat menyebabkan kaki pasien terasa baal hingga mengalami luka parah. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa jenis kerusakan otonom baik kaki kanan maupun kaki kiri (89,9% ; 85%) lebih banyak ditemukan pada 113 responden dengan DM.⁸ DFU yang meluas sangat rentan terhadap masuknya kuman sehingga terjadi infeksi. Hal paling buruk apabila luka tersebut mengalami infeksi adalah amputasi kaki. Oleh karena itu, selain merawat kaki, penyandang diabetes sangat dianjurkan untuk memperhatikan diet dan gizi yang dikonsumsi.⁹⁻¹²

Proses penyembuhan luka membutuhkan zat gizi tertentu untuk memperlancarnya. Beberapa referensi menyatakan bahwa gizi merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam proses penyembuhan luka, karena zat gizi dapat berperan dalam fungsi kekebalan tubuh, sintesis kolagen, dan membangun kekuatan serta kelenturan luka.^{11,13} Pada penelitian sebelumnya dinyatakan bahwa pada responden dengan DFU, baik laki-laki maupun perempuan, terdapat ketidakadekuatan asupan protein yang dapat mengganggu proses penyembuhan luka.¹³

Konsumsi asupan gizi yang sesuai dapat menunjang penyembuhan DFU. Mayoritas pasien DFU yang mengalami defisiensi *micronutrient* dikarenakan pola makan pasien yang tidak memadai, sehingga berimbas pada malnutrisi.¹¹ *American Diabetes Association* (ADA) menganjurkan pola makan yang

sehat dan menekankan pada makanan padat nutrisi, yang dapat mempercepat proses penyembuhan luka, dengan porsi yang sesuai.¹⁴

Review secara menyeluruh mengenai gizi pada pasien dengan DFU ini belum banyak ditemukan. Publikasi terbaru terkait dengan nutrisi pada DFU ditemukan pada sebuah *systematic review* dan meta analisis yang bertujuan untuk mengevaluasi hubungan antara defisiensi vitamin D dan DFU.¹⁵ Oleh karena itu, peneliti merasa penting dan perlu untuk melakukan penelitian ini, yang tidak hanya terbatas pada vitamin D saja. *Literature review* ini bertujuan untuk mereview peran gizi pada proses penyembuhan DFU.

METODE

Literature review ini dilakukan dengan mengkaji secara kritis temuan atau gagasan ilmiah yang sudah ada dan sudah dipublikasikan sebelumnya. Artikel yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari 3 database yaitu SCOPUS, *PubMed*, dan *Google Scholar* dengan kriteria inklusi (1) terpublikasi di jurnal internasional, (2) rentang publikasi 5 tahun yaitu pada Januari 2015 sampai dengan Desember 2019, (3) artikel dengan desain penelitian *Randomized Controlled Trial* (RCT), dan (4) berbentuk *full text*.

Pencarian literatur dilakukan menggunakan *keywords* berupa kata "*nutrition*" maupun "*nutrient*", "*wound healing*", "*protein*" maupun "*albumin*", "*diabetic foot ulcer*" maupun "*diabetis foot ulcer*" dengan menggunakan *boolean operators* "AND" dan "OR" atau kombinasi dari keduanya pada *database* yang bersangkutan. Proses penelitian dilakukan secara komprehensif dalam 5 tahap meliputi *compare*, *contrast*, *criticize*, *synthesize*, dan *summarize*. Proses *literature search* berdasarkan diagram PRISMA disampaikan pada Gambar 1.

HASIL

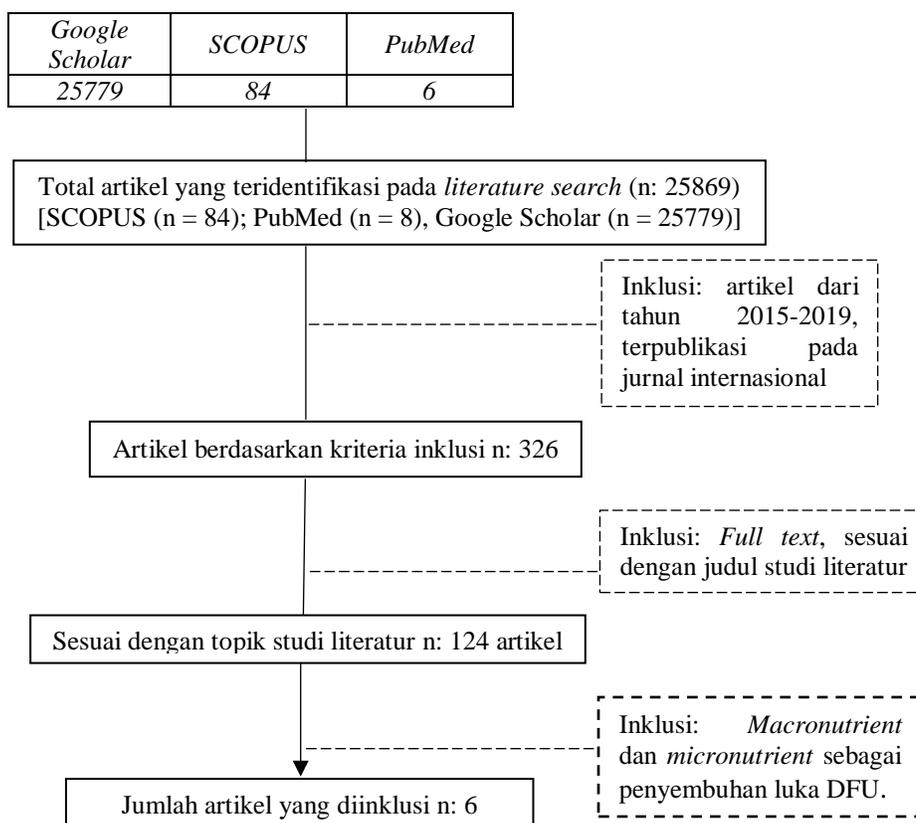
Sebanyak 6 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan sesuai tujuan *literature review* dianalisis lebih lanjut untuk mendapatkan informasi mengenai zat gizi yang berperan dalam proses penyembuhan luka pasien DFU. Satu artikel yang dianalisis lebih berfokus mengenai *macronutrient*,¹⁶ sedang artikel-artikel lainnya membahas berbagai *micronutrient* yang diperlukan untuk penyembuhan luka.¹⁷⁻²¹

Karakteristik demografi dari responden pada beberapa artikel yang dianalisis menunjukkan beberapa kesamaan. Responden yang diteliti memiliki kesamaan pada rentang usia yaitu 40-85 tahun. Secara keseluruhan, responden terdiri atas 263 laki-laki dan 104 perempuan. Pada semua artikel, responden yang diteliti adalah pasien DFU Grade 3 yang diklasifikasikan berdasarkan *Wagner Meggit's Classification*.¹⁶⁻²¹

Tabel 1. Hasil Pencarian Literatur

Judul & Tahun	Tujuan	Metode	Temuan	Kesamaan	Keunikan
The effect of seng supplementation on wound healing and metabolic status in patients with diabetic foot ulcer: a randomized double-blind, placebocontrolled trial, 2017	Meneliti mengenai efektivitas suplemen seng untuk penyembuhan luka dan status metabolik pada pasien DFU.	<i>Randomized double-blind placebo-controlled of clinical trial</i> , responden yang digunakan dalam penelitian ini adalah 60 jiwa.	Dari penelitian ini menunjukkan bahwa mengonsumsi suplemen seng selama 12 minggu terbukti dapat meredakan parameter ulkus. Namun, tidak mempengaruhi profil lipid lain dan biomarker peradangan. Nilai <i>p value</i> <0,001 dengan nilai α 0,05.	Penelitian ini meneliti efektivitas zat gizi untuk penyembuhan luka dengan menggunakan metode yang sama.	Penelitian ini membandingkan efektivitas suplemen seng dengan placebo terhadap penyembuhan luka dan status metabolik pasien DFU.
The effects of vitamin D supplementation on wound healing and metabolic status in patients with diabetic foot ulcer: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial, 2016	Meneliti mengenai efektivitas suplemen vitamin D untuk penyembuhan luka dan metabolik status pada pasien DFU.	Randomized double-blind placebo-controlled of clinical trial, responden yang digunakan dalam penelitian ini adalah 60 jiwa.	Dari penelitian ini menunjukkan bahwa mengonsumsi suplemen vitamin D selama 12 minggu terbukti meredakan luka ulkus diabetik, memiliki efek menguntungkan pada homeostasis glukosa, total LDL, kolesterol total / HDL, ESR, hs-CRP dan MDA. Selain itu, vitamin D mungkin telah memainkan peran tidak langsung dalam penyembuhan luka karena efeknya pada peningkatan kontrol glikemik. Nilai <i>p value</i> <0.001 dengan nilai α 0.05.	Penelitian ini meneliti mengenai efektivitas zat gizi untuk penyembuhan luka dengan menggunakan metode yang sama.	Penelitian ini membandingkan efektivitas suplemen vitamin D dengan placebo terhadap penyembuhan luka dan status metabolik pasien DFU.
The effects of magnesium and vitamin E co-supplementation on wound healing and metabolic status in patients with diabetic foot ulcer: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial, 2019	Meneliti mengenai efektivitas suplemen tambahan Magnesium dan Vitamin E untuk penyembuhan luka dan status metabolik pada pasien DFU.	Randomized double-blind placebo-controlled of clinical trial, responden yang digunakan dalam penelitian ini adalah 57 jiwa.	Dari penelitian ini menunjukkan bahwa mengonsumsi suplemen tambahan magnesium dan vitamin E selama 12 minggu terbukti dapat meredakan parameter ukuran ulkus, kontrol glikemik, trigliserida, VLDL-, LDL- dan kolesterol HDL, kolesterol hs-CRP, ESR, TAC, dan MDA kadar, tetapi tidak mempengaruhi profil metabolisme lainnya. Nilai <i>p value</i> <0.001 dengan nilai α 0.05.	Penelitian ini meneliti mengenai efektivitas zat gizi untuk penyembuhan luka dengan menggunakan metode yang sama.	Penelitian ini membandingkan efektivitas suplemen Magnesium dan Vitamin E dengan placebo terhadap penyembuhan luka dan status metabolik pasien DFU.
Magnesium Supplementation and the Effects on Wound Healing and Metabolic	Meneliti mengenai respon klinis dan status metabolik terhadap	Randomized double-blind placebo-controlled of	Dari penelitian ini menunjukkan bahwa suplemen magnesium apabila dikonsumsi selama 12 minggu dapat meredakan parameter ukuran ulkus,	Penelitian ini meneliti mengenai efektivitas zat gizi untuk penyembuhan	Penelitian ini membandingkan efektivitas suplemen Magnesium dan

Status in Patients with Diabetic Foot Ulcer: a Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial, 2017.	suplementasi Magnesium pada pasien DFU.	clinical trial, responden yang digunakan dalam penelitian ini adalah 70 jiwa.	metabolisme glukosa, serum hs-CRP, dan kadar TAC plasma, tetapi tidak mempengaruhi profil lipid dan biomarker peradangan dan stres oksidatif lainnya. Nilai <i>p value</i> <0.001 dengan nilai α 0.05.	luka dengan menggunakan metode yang sama.	Vitamin E dengan placebo terhadap penyembuhan luka dan status metabolic pasien DFU.
The effects of probiotic administration on wound healing and metabolic status in patients with diabetic foot ulcer: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial., 2017	Meneliti mengenai pengaruh pengaturan probiotic (menggunakan media kefir) terhadap penyembuhan luka dan status metabolik pasien DFU.	The current randomized, double-blind, placebo-controlled trial, responden yang digunakan dalam penelitian ini adalah 60 jiwa.	Dari penelitian ini menunjukkan bahwa suplementasi probiotik (kefir) apabila diberikan selama 12 minggu pada pasien DFU dapat menurunkan parameter ulkus, kontrol glikemik, kolesterol total, kadar hs-CRP, plasma NO, TAC dan MDA, tetapi tidak mempengaruhi HOMA-B, profil lipid lain dan biomarker dari peradangan serta stres oksidatif. Nilai <i>p value</i> 0.01 dengan nilai α 0.05.	Penelitian ini meneliti mengenai efektivitas suatu gizi untuk penyembuhan luka dengan menggunakan metode yang sama.	Penelitian ini membandingkan pengaruh probiotic administration menggunakan kefir dengan placebo terhadap penyembuhan luka dan status metabolic pasien DFU.
Clinical and metabolic response to flaxseed oil omega-3 fatty acids supplementation in patients with diabetic foot ulcer: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial., 2017.	Meneliti mengenai respon klinis dan metabolik terhadap suplementasi minyak biji rami omega-3 asam lemak pada pasien DFU.	The current randomized, double-blind, placebo-controlled trial, responden yang digunakan dalam penelitian ini adalah 60 jiwa.	Dari penelitian ini menunjukkan bahwa mengonsumsi flaxseed omega-3 selama 12 minggu pada kelompok kontrol DFU memiliki efek meredakan parameter ukuran ulkus, penanda metabolisme insulin, serum hs-CRP, TAC plasma dan nilai GSH; tetapi, itu tidak memiliki efek pada profil lipid dan biomarker peradangan dan stres oksidatif lainnya. Selain itu, minyak biji rami flaxseed omega-3 berperan tidak langsung dalam penyembuhan luka karena efeknya pada peningkatan profil metabolisme. Nilai <i>p value</i> 0.01 dengan nilai α 0.05.	Penelitian ini meneliti mengenai efektivitas suatu gizi untuk penyembuhan luka dengan menggunakan metode yang sama.	Penelitian ini membandingkan efektivitas suplemen minyak biji rami omega-3 asam lemak dibandingkan dengan placebo terhadap penyembuhan luka dan status metabolic pasien DFU.



Gambar 1. Diagram Flow Chart Pencarian Artikel

Artikel yang meneliti tentang *macronutrient* menyatakan bahwa omega-3 pada minyak biji rami berguna dalam *wound healing*.¹⁶ Penelitian tersebut menunjukkan bahwa mengonsumsi *flaxseed* omega-3 selama 12 minggu pada kelompok kontrol DFU memiliki efek menurunkan ukuran ulkus, penanda metabolisme insulin, serum hs-CRP, TAC plasma dan nilai GSH. Tetapi, konsumsi omega-3 tidak memiliki efek pada profil lipid, biomarker inflamasi, dan stres oksidatif lainnya. Selain itu, minyak biji rami *flaxseed* omega-3 berperan tidak langsung dalam penyembuhan luka karena efeknya pada peningkatan profil metabolisme.

Selain tentang *macronutrient*, bahasan tentang *micronutrient* juga banyak dibahas pada artikel yang ditemukan. Adapun *micronutrient* yang berperan dalam penyembuhan DFU mencakup vitamin D, seng, magnesium, probiotic, dan vitamin E. Konsumsi suplemen vitamin D selama 12 minggu terbukti meredakan ulkus diabetik, memiliki efek menguntungkan pada homeostasis glukosa, total LDL, kolesterol total/HDL, ESR, hs-CRP dan MDA.²¹ Selain itu, vitamin D juga dimungkinkan berperan secara tidak langsung dalam penyembuhan luka karena efeknya pada peningkatan kontrol glikemik. Lebih lanjut, konsumsi suplemen *seng* selama 12 minggu terbukti

dapat mempengaruhi karakteristik fisik ulkus namun tidak mempengaruhi profil lipid lain dan biomarker inflamasi. Apabila dikonsumsi selama 12 minggu, magnesium dapat menurunkan ukuran ulkus, metabolisme glukosa, serum hs-CRP, dan kadar TAC plasma, tetapi tidak mempengaruhi profil lipid dan biomarker peradangan dan stres oksidatif lainnya.²⁰

Mohseni melakukan penelitian mengenai manfaat probiotik dengan memanfaatkan 3 bakteri baik yaitu *Lactobacillus Acidophilus*, *Bifidobacterium Longum*, dan *Lactobacillus Casei*.¹⁹ Konsumsi suplementasi probiotik (kefir) apabila diberikan selama 12 minggu pada pasien DFU dapat menurunkan ukuran ulkus, kontrol glikemik, kolesterol total, kadar hs-CRP, plasma NO, TAC dan MDA, tetapi tidak mempengaruhi HOMA-B, profil lipid lain dan biomarker dari peradangan serta stres oksidatif.

Selain itu, manfaat gabungan antara magnesium dengan vitamin E dapat berperan dalam *wound healing*.¹⁷ Dari penelitian ini menunjukkan bahwa mengonsumsi suplemen tambahan magnesium dan vitamin E secara bersamaan selama 12 minggu terbukti dapat mengurangi ukuran ulkus, kontrol glikemik, trigliserida, VLDL-, LDL- dan kolesterol HDL, kolesterol hs-CRP, ESR, TAC, dan kadar MDA, tetapi tidak mempengaruhi profil metabolisme lainnya.

Keenam penelitian tersebut mempunyai satu tujuan yang sama yaitu meneliti mengenai efektivitas *macronutrient* dan *micronutrient* terhadap *wound healing* pasien DFU grade 3 dengan *Wagner Meggit's Clasification*. Keenam zat gizi tersebut terbukti dapat membantu memaksimalkan penyembuhan luka pada pasien DFU, dengan dosis dan rentang waktu berbeda yang secara subjektif dapat dilihat berdasarkan ukuran ulkus, peningkatan angka glikemik dan profil lipid, serta sebagai biomarker inflamasi dan oksidatif.

PEMBAHASAN

Pengaturan asupan gizi, baik dari segi makronutrien maupun mikronutrien secara terapeutik merupakan cara yang tepat dalam mengontrol serta menekan komplikasi lanjut DFU. Asupan gizi yang tepat dapat memaksimalkan cara tubuh dalam memperbaiki lukanya sendiri. Hal ini dapat dipantau melalui beberapa faktor antara lain ukuran ulkus, indeks glikemik dan profil lipid, serta biomarker inflamasi dan oksidatif.

Macronutrient untuk Pasien dengan DFU

Lemak tak jenuh inilah yang disebut sebagai lemak baik. Salah satu produk dari lemak tak jenuh adalah Omega 3. Omega-3 sebagai *macronutrient* mempunyai peran penting dalam pembentukan *colagen*. Peningkatan produksi *colagen* secara efisien bermanfaat untuk menyembuhkan luka di kulit. Cara kerja *colagen* adalah dengan meminimalkan jaringan parut dan memberikan kekuatan pada jaringan ikat seperti ligamen. Suplementasi asam lemak omega-3 sebesar 1gr/hari pada responden yang dilakukan selama 12 minggu terbukti dapat menurunkan konsentrasi insulin, serum trigliserida, dan manifestasi inflamasi.¹⁶ Selain sebagai sumber energi utama setelah glukosa, lemak juga berperan sebagai anti inflamasi pada proses penyembuhan luka yaitu asam linolenat dan linoleat. Tidak hanya dari suplemen minyak ikan, omega-3 juga dapat diperoleh dari kuning telur, makanan laut seperti ikan salmon, ikan sarden, ikan makarel, dan beberapa jenis minyak sayur, kacang-kacangan dan biji-bijian.²²

Selain omega 3, protein telah terbukti merupakan salah satu makronutrien yang penting perannya untuk penyembuhan luka. Protein merupakan sumber utama dalam pertumbuhan dan pemeliharaan otot dan jaringan tubuh. Protein diperlukan pada semua tahap dalam proses penyembuhan mulai dari proliferasi fibroblast, sintesis kolagen, angiogenesis dan fungsi kekebalan. Asupan rata-rata ideal protein pada laki-laki dengan DFU yang baik adalah 219,5 gr/hari dan pada wanita dengan DFU sebesar 130,2 gr/hari atau sekitar 1.5-2.0 gr protein/ kg BB.¹³ Ada dua jenis protein, yaitu protein hewani dan protein nabati. Protein hewani merupakan

asupan zat gizi berupa protein yang berasal dari hewan atau produk olahannya. Sedangkan, protein nabati merupakan protein yang bersumber dari tumbuhan seperti kacang-kacangan, tahu, tempe, susu kedelai, oatmeal, brokoli, alpukat, dan lain-lain.

Karbohidrat juga merupakan salah satu *macronutrient* penting bagi tubuh sebagai sumber utama dalam mendapatkan energi. Komponen *glycoprotein* pada glukosa yang terkandung dalam karbohidrat merupakan elemen kunci dalam penyembuhan luka, dengan cara mengaktifasi enzim *heksonikase* dan sitrat sintase. Penatalaksanaan DM dan komplikasinya dengan prinsip "*high-protein and low-carbohydrate*" adalah metode yang paling tepat dipakai. Kekurangan *glycoprotein*, misalnya LRG-1, dapat menyebabkan penundaan yang signifikan dalam penyembuhan luka normal sebagai konsekuensi dari gangguan inflamasi, re-epitelisasi, dan angiogenesis.²³ Diet rendah karbohidrat telah terbukti meningkatkan manajemen glukosa pada pasien DM dengan komplikasi karena dapat menurunkan indeks glikemik tubuh. Indeks glikemik yang terkontrol sangat berpengaruh dalam proses penyembuhan luka DFU.²⁴ Karbohidrat untuk penderita diabetes yang aman dikonsumsi adalah sekitar 45-60 gram per kali makan, atau sebesar 135-180 gram karbohidrat per hari. Selain nasi, sagu, dan jagung, karbohidrat dapat diperoleh dari makanan bertepung, seperti pasta, roti dan olahan pati.¹⁴

Micronutrient untuk Pasien dengan DFU

Seng adalah elemen yang tidak kalah penting dalam penyembuhan luka. Penurunan kadar seng dapat menghambat epitelialisasi dan proliferasi fibroblas serta meningkatkan kerentanan terhadap infeksi. Selain itu, seng juga berperan dalam mensintesis protein, sebagai unsur yang digunakan untuk menyimpan insulin dalam pankreas, serta membantu kerja enzim dalam memetabolisme lipid dan insulin dalam tubuh. Efek suplementasi seng dapat memperkecil ukuran ulkus dan memperbaiki angka glikemik tubuh yang merupakan parameter dari penyembuhan luka. Mengonsumsi seng 250 mg/ hari selama 1 bulan pada pasien dengan DFU dapat membantu penyembuhan luka khususnya pengurangan yang signifikan pada panjang, lebar, dan kedalaman ulkus, dengan peningkatan keseluruhan dalam kontrol metabolik, serta meningkatkan respon imun tubuh.¹⁸ Kandungan seng yang berlimpah terdapat pada makanan kaya protein seperti daging merah, kerang, produk susu, kacang-kacangan, sereal, dan biji-bijian.²⁵

Peran magnesium dalam proses penyembuhan luka adalah sebagai pensintesis protein dan kolagen. Mengonsumsi suplementasi magnesium sebesar 250-

300 mg/hari pada pasien DFU dapat mempengaruhi glukosa puasa, profil lipid, memperkecil ukuran ulkus, serta memperbaiki status metabolik pasien DFU.²⁰ Ada banyak makanan yang bersumber dari magnesium antara lain alpukat, pisang, serta sayuran berdaun hijau tua, seperti bayam, brokoli, dan sawi.

Vitamin E berperan dalam menurunkan inflamasi melalui regulasi apoptosis, respon inflamasi dan stres oksidatif, meningkatkan fungsi dari mitokondria, dan meningkatkan ekspresi gen dari faktor pertumbuhan sel-torso. Hal tersebut dapat membantu metabolisme dari karbohidrat, dikarenakan terdapat peningkatan produksi magnesium dan glutathione yang dapat memaksimalkan penyembuhan luka DFU.¹⁷ Sumber vitamin E banyak diperoleh dari biji-bijian termasuk biji bunga matahari, jagung, almond, serta dapat dijumpai pada bayam, avokado, dan juga *olive oil*.

Kekurangan vitamin D akan berdampak pada meningkatnya kerentanan infeksi pada tubuh. Konsumsi suplementasi vitamin D mempunyai pengaruh yang besar pada penurunan konsentrasi lipid dan lipoprotein. Secara tidak langsung vitamin D memainkan peran pada peningkatan kontrol glikemik, yang menjadi parameter penyembuhan luka. Mengonsumsi suplementasi vitamin D 50.000 IU/ 2 minggu pada pasien DFU memiliki efek menguntungkan pada homeostasis glukosa dan stres oksidatif, namun tidak mempengaruhi profil lipid, serta peningkatan indeks glikemik, yang secara langsung meningkatkan penyembuhan luka.²¹ Beberapa makanan yang bersumber dari vitamin D antara lain kuning telur, jamur-jamuran, sereal, produk kedelai, yoghurt, serta ikan berlemak.

Mengonsumsi suplementasi probiotik pada pasien DFU terbukti dapat membantu penyembuhan luka, dapat dilihat dari parameter ukuran luka yang mengecil, serta dapat mengontrol kadar glikemik tubuh. Mekanisme anti infeksi probiotik pada pasien DFU menyebabkan peningkatan kemampuan tubuh dalam melawan patogen. Mengonsumsi yogurt 200 gr/ hari yang mengandung *Lactobacillus Acidophilus*, *Bifidobacterium Longum*, dan *Lactobacillus Casei* (masing-masing 108 CFU/gr) pada pasien DFU selama 8 minggu dapat menurunkan indikator inflamasi.¹⁹ Yoghurt, kefir, dan kimchi merupakan contoh makanan yang mengandung probiotik

SIMPULAN

Gizi berperan penting dalam penyembuhan luka DFU. Dampak positif dari asupan gizi yang tepat akan mengontrol serta menekan komplikasi DFU, sehingga penyembuhan luka pasien dapat berjalan maksimal. *Macronutrient* seperti lemak yang terkandung dalam

dalam omega 3, protein, dan karbohidrat dalam jumlah dan waktu yang tepat sangat berpengaruh dalam proses penyembuhan luka. Zat gizi ini mulai berperan pada produksi kolagen, pertumbuhan dan pemeliharaan otot dan jaringan tubuh, serta berperan dalam pembuangan bakteri dan sel nekrotik. *Micronutrient* seperti magnesium, seng, vitamin D, vitamin E, dan probiotik dalam jumlah dan waktu yang tepat dapat memaksimalkan proses penyembuhan luka mulai dari modulasi proliferasi sel, metabolisme kolagen, sampai dengan mengatasi peradangan, dan memperkuat imun tubuh.

Tenaga kesehatan perlu menyusun program mengenai pengontrolan gizi dan memberikan konseling gizi, serta merancang dan melaksanakan pemenuhan kebutuhan zat gizi dengan sebaik-baiknya berdasarkan hasil penelitian. Promosi dan konseling gizi pasien DFU juga merupakan hal yang penting diberikan pada setiap kegiatan kesehatan yang bertujuan untuk mengoptimalkan kualitas hidup pasien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih atas dukungan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Subekti I. Are we ready for national diabetes prevention program? *Acta Med Indones.* 2017; 49(4): 289–90.
2. Cho NH, Shaw JE, Karuranga S, Huang Y, da Rocha Fernandes JD, Ohlrogge AW, et al. IDF Diabetes Atlas: Global estimates of diabetes prevalence for 2017 and projections for 2045. *Diabetes Res Clin Pract.* 2018;138:271–81.
3. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Hasil Utama Riset Kesehatan Dasar 2018. Jakarta: Kemenkes RI. 2019.
4. Boulton AJM. The diabetic foot. *Medicine (Baltimore).* 2015; 43(1):33–7.
5. Ahmad J. The diabetic foot. *Diabetes Metab Syndr.* 2016;10(1):48–60.
6. Yusuf S, Okuwa M, Irwan M, Rassa S, Laitung B, Thalib A, et al. Prevalence and risk factor of diabetic foot ulcers in a regional hospital, Eastern Indonesia. *Open J Nurs.* 2016; 6(January): 1–10.
7. Kusumaningrum NSD, Asriningati R. Identifikasi Risiko Diabetic Foot Ulcer (DFU) pada Pasien dengan Diabetes Melitus. *J Luka Indones.* 2016;3(1).
8. Rosyida K, Kusumaningrum NSD. Gambaran neuropati perifer di Semarang: Studi Cross-sectional. *J Luka Indones.* 2016;2(3):133–9.
9. Bilous R, Donnelly R. *Handbook of Diabetes.* 4th

- ed. Bariid B, editor. Jakarta: Bumi Medika; 2014.
10. Nurrahmani U. STOP! Diabetes Melitus. Qoni, editor. Yogyakarta: Familia (Group Relasi Inti Media); 2015.
 11. Vas PRJ, Edmonds ME, Papanas N. Nutritional supplementation for diabetic foot ulcers: the big challenge. *Int J Low Extrem Wounds*. 2017;16(4):226–9.
 12. WHO Global Report. Global Report on Diabetes. Geneva : WHO. 2016. p 6–86.
 13. Sajid N, Miyan Z, Zaidi SIH, Jaffri SSA, Abdeali M. Protein requirement and its intake in subjects with diabetic foot ulcers at a tertiary care hospital. *Pakistan J Med Sci*. 2018;34(4):886–90.
 14. American Diabetes Association. Standars of medical care in diabetes 2017. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017;40 supp 1: 6-131.
 15. Dai J, Jiang C, Chen H, Chai Y. Vitamin D and diabetic foot ulcer: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Diabetes*. 2019;9(1):4–9.
 16. Soleimani Z, Hashemdokht F, Bahmani F, Taghizadeh M, Memarzadeh MR, Asemi Z. Clinical and metabolic response to flaxseed oil omega-3 fatty acids supplementation in patients with diabetic foot ulcer: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Diabetes Complications*. 2017; 31(9): 1394-1400.
 17. Afzali H, Kashi AHJ, Momen-Heravi M, Razzaghi R, Amirani E, Bahmani F, et al. The effects of magnesium and vitamin E co-supplementation on wound healing and metabolic status in patients with diabetic foot ulcer : A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Wound Repair Regen*. 2019;27(3):277–84.
 18. Momen-heravi M, Barahimi E, Razzaghi R, Bahmani F, Gilasi HR, Asemi Z. The effects of zinc supplementation on wound healing and metabolic status in patients with diabetic foot ulcer : a randomized , double-blind , placebo-controlled trial. *Wound Repair Regen*. 2017;25(3):512–20.
 19. Mohseni S, Bayani M, Bahmani F, Tajabadi-Ebrahimi M, Bayani M, Javari P, et al. The effects of probiotic administration on wound healing and metabolic status in patients with diabetic foot ulcer : a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Diabetes Metab Res Rev*. 2017;34(5).
 20. Razzaghi R, Pidar F, Momen-heravi M, Bahmani F, Akbari H, Asemi Z. Magnesium Supplementation and the Effects on Wound Healing and Metabolic Status in Patients with Diabetic Foot Ulcer : a Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Biol Trace Elem Res*. 2018;181(2):207–15.
 21. Razzaghi R, Pourbagheri H, Momen-heravi M, Bahmani F, Shadi J, Soleimani Z, et al. The effects of vitamin D supplementation on wound healing and metabolic status in patients with diabetic foot ulcer : A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Diabetes Complications*. 2017; 31(4): 766-72.
 22. National Institutes of Health. Omega-3 Fatty Acids. NIH. 2021. Available from: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Omega3FattyAcids-Consumer/>
 23. Liu C, Teo MHY, Pek SLT, Wu X, Leong ML, Tay HM, et al. A multifunctional role of leucine-rich a-2-glycoprotein 1 in cutaneous wound healing under normal and diabetic conditions. *Diabetes*. 2020; 69(11): 2467–80.
 24. Huhmann MB, Yamamoto S, Neutel JM, Cohen SS, Ochoa Gautier JB. Very high-protein and low-carbohydrate enteral nutrition formula and plasma glucose control in adults with type 2 diabetes mellitus: a randomized crossover trial. *Nutr Diabetes*. 2018;8(1): 45.
 25. Posthauer ME. Does Zinc Supplementation Accelerate Wound Healing? September 6th. 2011. Available from: <https://www.woundsource.com/blog/does-zinc-supplementation-accelerate-wound-healing>.