

## Hubungan Terapi Oksigen Hiperbarik terhadap Perbaikan Kaki Diabetik di Sebuah Rumah Sakit Militer di Jakarta

### Association between Hyperbaric Oxygen Therapy and Improvement of Diabetic Foot at a Military Hospital in Jakarta

Hillber Daniel Pasaribu, Taureni Hayati\*, Ardhestiro Harnindyo Putro

Fakultas Kedokteran Militer, Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Bogor, Indonesia

\*Email Korespondensi: [taurenihayati@gmail.com](mailto:taurenihayati@gmail.com)

#### Abstrak

Diabetes Mellitus (DM) adalah penyakit metabolik kronis dengan prevalensi tinggi global. Komplikasi serius, yaitu kaki diabetik, dapat menimbulkan morbiditas tinggi dan risiko amputasi; di Indonesia, sekitar 15% pasien DM mengalami kaki diabetik dengan angka amputasi mencapai 30%. Terapi Oksigen Hiperbarik (TOHB) ditawarkan sebagai terapi tambahan untuk meningkatkan oksigenasi jaringan, angiogenesis, dan penyembuhan luka. Penelitian ini mengevaluasi efektivitas TOHB terhadap perbaikan kaki diabetik berdasarkan skor Wagner melalui desain observasional retrospektif menggunakan data sekunder rekam medis pasien tahun 2021–2024. Sebanyak 30 pasien dianalisis dengan uji Friedman dan Wilcoxon. Hasil menunjukkan hubungan signifikan antara TOHB dan perbaikan kaki diabetik ( $p < 0,001$ ), terutama pada pasien yang menjalani  $\geq 10$  sesi terapi yang mengalami peningkatan skor Wagner signifikan ( $p < 0,001$ ). Temuan ini mengonfirmasi bahwa TOHB berkontribusi signifikan menurunkan derajat keparahan kaki diabetik.

**Kata Kunci:** Terapi Oksigen Hiperbarik, Terapi Tambahan, Kaki Diabetik

#### Abstract

Diabetes Mellitus (DM) is a chronic metabolic disease with a high global prevalence. A serious complication, diabetic foot, can cause high morbidity and an increased risk of amputation. In Indonesia, about 15% of DM patients develop diabetic foot, with an amputation rate reaching 30%. Hyperbaric Oxygen Therapy (HBOT) is offered as an adjunctive therapy to improve tissue oxygenation, angiogenesis, and wound healing. This study evaluates the effectiveness of HBOT in improving diabetic foot based on the Wagner score through a retrospective observational design using secondary medical records from 2021–2024. A total of 30 patients were analyzed using the Friedman and Wilcoxon tests. The results showed a significant association between HBOT and diabetic foot improvement ( $p < 0.001$ ),

particularly in patients undergoing more than 10 therapy sessions, who exhibited significant Wagner score improvement ( $p < 0.001$ ). These findings confirm HBOT's role in reducing diabetic foot severity.

**Keywords:** Hyperbaric Oxygen Therapy, Adjunct Therapy, Diabetic Foot

---

**Diterima:** 14 Agustus 2025

**Disetujui:** 18 September 2025

---

**DOI:** <https://doi.org/10.25026/jsk.v7i5.2559>



Copyright (c) 2025, Jurnal Sains dan Kesehatan (J. Sains Kes.).  
Published by Faculty of Pharmacy, University of Mulawarman, Samarinda, Indonesia.  
This is an Open Access article under the CC-BY-NC License.

#### Cara Sitasi:

Pasaribu, H. D., Hayati, T., Putro, A. H., 2025. Hubungan Terapi Oksigen Hiperbarik terhadap Perbaikan Kaki Diabetik di Sebuah Rumah Sakit Militer di Jakarta. *J. Sains Kes.*, 7(5). 347-352.

**DOI:** <https://doi.org/10.25026/jsk.v7i5.2559>

## 1 Pendahuluan

Diabetes Mellitus (DM) merupakan salah satu masalah kesehatan global yang signifikan, dengan jumlah penderita yang terus meningkat setiap tahun. Diabetes Mellitus adalah gangguan metabolik kronis yang ditandai oleh hiperglikemia kronis akibat defisiensi sekresi insulin, resistensi insulin, atau keduanya. Menurut data dari *International Diabetes Federation* (IDF), pada tahun 2021, terdapat lebih dari 537 juta orang dewasa yang hidup dengan diabetes di seluruh dunia, dan angka ini diperkirakan akan meningkat menjadi 643 juta pada tahun 2030 [1]. Di Indonesia, prevalensi Diabetes Mellitus juga menunjukkan tren peningkatan yang mengkhawatirkan, dengan Jakarta sebagai salah satu provinsi dengan prevalensi tertinggi [2]. Komplikasi Diabetes Mellitus, seperti neuropati diabetik, nefropati diabetik, dan retinopati diabetik, sangat mempengaruhi kualitas hidup pasien dan meningkatkan beban biaya kesehatan[1].

Kaki diabetik atau Ulkus Kaki Diabetik (UKD) (dalam Bahasa Inggris: *Diabetic Foot Ulcers (DFU)*) adalah salah satu komplikasi serius dari Diabetes Mellitus yang sering kali mengakibatkan morbiditas tinggi dan risiko

amputasi[3]. Kaki diabetik terjadi akibat kombinasi dari neuropati, iskemia, dan infeksi yang menyebabkan luka kronis pada kaki penderita diabetes[3], [4]. Prevalensi Ulkus Kaki Diabetik di dunia diperkirakan sekitar 6,3%, dan di Asia sekitar 5,5% [3], [5]. Di Indonesia, sekitar 15% pasien diabetes mengalami kaki diabetik, dengan risiko amputasi sebesar 30% dan tingkat mortalitas sebesar 32% [2], [5]. Kaki diabetik tidak hanya mempengaruhi kualitas hidup pasien tetapi juga memberikan beban ekonomi yang signifikan baik bagi pasien [1].

Penatalaksanaan kaki diabetik mencakup berbagai metode terapi, mulai dari perawatan luka konvensional, kontrol glukosa darah, penggunaan antibiotik, debridemen, hingga prosedur bedah seperti revaskularisasi [4], [6]. Meskipun terapi konvensional dapat membantu dalam pengelolaan kaki diabetik, namun sering kali tidak cukup efektif dalam menyembuhkan luka. Angka kekambuhan kaki diabetik sebesar 65% dalam 3 – 5 tahun dan mortalitas 5 tahun sebesar 50 – 70% pada kaki diabetik yang ditangani dengan terapi konvensional [7]. Oleh karena itu, terapi suportif seperti Terapi Oksigen Hiperbarik (TOHB) mulai

digunakan[8]. Terapi Oksigen Hiperbarik (TOHB) melibatkan pemberian oksigen murni pada tekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer normal di dalam ruang bertekanan tinggi, Proses ini melibatkan pasien yang bernafas dalam ruang yang memiliki tekanan lebih dari satu atmosfer absolut (ATA), biasanya antara 1,5 hingga 2,5 ATA, selama durasi 30 hingga 90 menit per sesi[9]. Jumlah total sesi dan interval waktu antar sesi bervariasi tergantung pada kondisi yang dirawat dan respon pasien terhadap terapi[3], [9]. Terapi ini bertujuan untuk meningkatkan oksigenasi jaringan yang iskemik dan mempercepat proses penyembuhan luka [3], [5].

Terapi Oksigen Hiperbarik (TOHB) dapat mempercepat penyembuhan kaki diabetik dengan meningkatkan kadar oksigen pada jaringan yang hipoksia, memperbaiki perfusi jaringan, meningkatkan angiogenesis, dan mengurangi risiko amputasi pada pasien dengan kaki diabetik [3], [5]. Namun, penelitian mengenai efektivitas Terapi Oksigen Hiperbarik (TOHB) di Indonesia, khususnya di rumah sakit militer, masih terbatas dan memerlukan evaluasi lebih lanjut.

Konteks teori yang mendasari penggunaan Terapi Oksigen Hiperbarik (TOHB) sebagai solusi untuk masalah kaki diabetik didasarkan pada prinsip dasar oksigenasi hiperbarik [10]. Terapi Oksigen Hiperbarik (TOHB) meningkatkan tekanan oksigen di dalam darah dan jaringan, yang berperan penting dalam proses penyembuhan luka melalui berbagai mekanisme fisiologis seperti peningkatan produksi kolagen, proliferasi fibroblas, dan pengurangan edema jaringan [3], [10]. Dengan peningkatan oksigenasi, jaringan yang sebelumnya iskemik dapat mengalami perbaikan yang lebih cepat dan mengurangi risiko infeksi sekunder.

Permasalahan utama yang mendasari penelitian ini adalah tingginya angka morbiditas dan mortalitas akibat kaki diabetik yang tidak tertangani dengan baik menggunakan terapi konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan Terapi Oksigen Hiperbarik (TOHB) terhadap perbaikan kaki diabetik di salah satu rumah sakit militer di Jakarta dengan menggunakan parameter klinis, seperti skor derajat Meggit-Wagner [11]. Dengan adanya kesenjangan (*gap*) antara harapan penyembuhan yang optimal dan

kondisi nyata yang masih jauh dari harapan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti empiris yang kuat mengenai signifikansi Terapi Oksigen Hiperbarik (TOHB) dalam memperbaiki kondisi kaki diabetik pasien.

## 2 Metode Penelitian

Penelitian ini mengkaji hubungan Terapi Oksigen Hiperbarik terhadap perbaikan kaki diabetik di sebuah rumah sakit militer di Jakarta berdasarkan skor derajat Wagner. Penelitian ini merupakan penelitian retrospektif dengan desain observasional. Sampel dipilih dengan metode total sampling, sehingga semua data yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi akan digunakan. Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis dengan menggunakan analisis univariat, uji normalitas, uji Friedman dan uji Wilcoxon. Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa rekam medis pasien dengan kriteria inklusi meliputi pasien usia dewasa ke atas ( $\geq 18$  tahun) yang menderita Diabetes Mellitus tipe 2 dengan kaki diabetik yang menjalani Terapi Oksigen Hiperbarik, dari Januari 2021 sampai Agustus 2024, dan kriteria eksklusi meliputi pasien yang termasuk golongan kontraindikasi terhadap Terapi Oksigen Hiperbarik (pneumotoraks, infeksi saluran pernapasan atas, emfisema, kista udara atau blebs di paru-paru yang terlihat pada rontgen dada, riwayat operasi toraks, riwayat operasi telinga, demam tinggi, kehamilan), pasien kaki diabetik dengan kondisi derajat Wagner 1 dan 5, dan pasien yang menerima terapi tambahan yang dapat memengaruhi penyembuhan kaki diabetik (seperti: terapi sel punca). Pasien kaki diabetik dikatakan mengalami perbaikan apabila terdapat penurunan derajat wagner sebanyak satu derajat atau lebih.

## 3 Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penelitian yang didapatkan, terdapat 30 data rekam medis pasien, yang terdiri dari 25 (83,3%) laki-laki dan 5 (16,7%) perempuan. Sebelum melakukan TOHB, tidak ada pasien kaki diabetik dengan derajat Wagner 1, yang berarti dalam penelitian ini tidak melibatkan pasien dengan kondisi luka yang sangat ringan. Dalam penelitian ini juga tidak melibatkan pasien dengan derajat Wagner 5 karena pada kondisi tersebut pasien sudah

harus menjalani amputasi [11]. Dari hasil penelitian, didapatkan bahwa belum ada perubahan yang signifikan pada pasien yang menjalani kurang dari 10 kali terapi, semua pasien masih memiliki derajat Wagner yang sama seperti sebelum mengikuti terapi. Setelah menjalani lebih dari 10 kali terapi terdapat perubahan pada derajat Wagner pasien. Sebanyak 15 (50%) pasien berhasil mencapai derajat Wagner 1, yang menunjukkan adanya pemulihan luka yang hanya menyisakan ulkus superfisial, tanpa penetrasi ke jaringan yang lebih dalam. Meskipun 28 (93,3%) pasien mengalami perbaikan, namun masih ada 2 (6,7%) pasien yang tetap berada pada kondisi derajat Wagner 4. Hal ini bisa disebabkan oleh adanya penyulit atau komorbiditas lain, seperti kontrol gula darah yang kurang baik serta adanya penyakit lain seperti hipertensi dan hiperlipidemia yang dapat memperlambat proses penyembuhan luka [12].

Tabel 1 Karakteristik Kondisi Kaki Diabetik Subjek Penelitian

Karakteristik Derajat Wagner	Sebelum Terapi (%)	<10 TOHB (%)	≥10 TOHB (%)
1	0	0	15 (50)
2	2 (6,67)	2 (6,67)	10 (33,33)
3	15 (50)	15 (50)	3 (10)
4	13 (43,33)	13 (43,33)	2 (6,66)
5	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Total	30 (100)	30 (100)	30 (100)

Hasil analisis data dengan uji statistik menunjukkan bahwa Terapi Oksigen Hiperbarik (TOHB) memiliki pengaruh yang signifikan dalam menurunkan derajat keparahan kaki diabetik berdasarkan skor Wagner. Analisis statistik menggunakan uji Friedman menunjukkan adanya perubahan yang signifikan pada skor Wagner sebelum dan sesudah pemberian terapi TOHB secara statistik, dengan nilai  $p < 0,001$ . Selanjutnya, berdasarkan hasil uji Wilcoxon yang digunakan untuk menguji perbedaan antar variabel menunjukkan bahwa penurunan derajat kaki diabetik pada kelompok pasien dengan jumlah sesi terapi lebih dari 10 kali (nilai  $p = 0,000002$ ) lebih signifikan dibandingkan dengan kelompok yang menerima terapi kurang dari 10 sesi (nilai  $p = 1,000$ ). Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Zhang, yang pada penelitiannya

melaporkan bahwa TOHB meningkatkan tingkat penyembuhan kaki diabetik secara signifikan (dengan nilai  $p < 0,0001$ ). Zhang juga mencatat bahwa TOHB mengurangi risiko amputasi mayor secara signifikan (nilai  $p < 0,001$ ) [13]. Selain itu, penelitian ini juga sejalan dengan temuan Tao, yang pada penelitiannya melaporkan bahwa TOHB dapat mempercepat penyembuhan luka kaki diabetik (nilai  $p < 0,001$ ) dan selama penelitiannya tidak pernah terjadi efek samping TOHB selama proses terapinya berlangsung [14].

Adanya penurunan skor derajat Wagner yang signifikan dalam penelitian ini menunjukkan adanya perbaikan kondisi luka kaki diabetik, baik dari segi kedalaman luka, tingkat infeksi, maupun luas luka. Semakin kecil derajat Wagner, maka semakin ringan kondisi lukanya. Adanya penurunan derajat Wagner ini disebabkan karena adanya peran TOHB. Pada kondisi luka akut menyebabkan kerusakan pembuluh darah dan menciptakan lingkungan hipoksia di sekitar luka, yang diperburuk oleh tingginya kebutuhan metabolik sel-sel inflamasi yang direkrut ke area tersebut [14]. Hipoksia akut dapat merangsang proliferasi sel dan perbaikan jaringan, tetapi jika hipoksia menjadi kronis, maka dapat menghambat angiogenesis, reepitelisasi, serta sintesis matriks ekstraseluler. Hal ini pada akhirnya akan memperlambat proses penyembuhan luka [15]. Peningkatan tekanan parsial oksigen dalam plasma darah yang diakibatkan oleh Terapi Oksigen Hiperbarik (TOHB) berperan dalam memperbaiki kondisi ini dengan memungkinkan lebih banyak oksigen terlarut dalam plasma. Pada tekanan normal, oksigen dibawa oleh hemoglobin dalam sel darah merah, namun dalam kondisi hiperbarik, oksigen juga larut langsung dalam plasma darah. Peningkatan oksigen terlarut ini memungkinkan oksigen untuk menjangkau jaringan yang mengalami hipoksia atau iskemia, yang sangat dibutuhkan dalam proses penyembuhan luka [10], [11]. Selain itu, TOHB juga berperan dalam meningkatkan proliferasi fibroblas dan produksi kolagen yang berguna untuk mempercepat pembentukan jaringan baru dan menggantikan jaringan yang rusak. Kemudian, TOHB bekerja dengan meningkatkan kadar oksigen dalam tubuh, yang kemudian dapat memicu pembuatan Spesies Oksigen Reaktif (ROS) [15], [16]. Molekul-molekul

reaktif ini secara langsung menyerang komponen penting sel bakteri, seperti DNA, lipid, dan protein yang menyebabkan kerusakan pada sel bakteri. Dengan cara ini, TOHB menciptakan lingkungan yang tidak memungkinkan bagi bakteri untuk bertahan hidup, sehingga hasil yang dapat dilihat secara klinis adalah berkurangnya cairan pus atau nanah pada luka kaki diabetik. Selain itu, pasien yang menerima lebih banyak sesi terapi menunjukkan manfaat yang lebih besar [14].

Meskipun demikian, hasil penelitian ini perlu dipertimbangkan dengan memperhatikan faktor lain. Beberapa aspek seperti tingkat pengendalian glukosa darah pasien, adanya komorbiditas lain, serta kepatuhan terhadap pengobatan dapat berkontribusi terhadap efek terapi. Selain itu, penelitian ini memiliki keterbatasan lain berupa data yang digunakan berasal dari rekam medis pasien yang terbatas, sehingga beberapa informasi yang dapat memperkaya analisis tidak terdokumentasi dalam rekam medis. Selain itu, penelitian ini hanya berfokus pada pengamatan jangka pendek, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi efek jangka panjang TOHB dalam mencegah kekambuhan kaki diabetik.

#### 4 Kesimpulan

Terapi Oksigen Hiperbarik (TOHB) memiliki hubungan signifikan dalam memperbaiki kondisi kaki diabetik berdasarkan derajat Wagner pada pasien di salah satu rumah sakit militer di Jakarta tahun 2021 – 2024. Perbaikan kaki diabetik secara signifikan berdasarkan derajat Wagner mulai terjadi pada saat pasien menjalani Terapi Oksigen Hiperbarik (TOHB) di atas 10 kali sesi.

#### 5 Pernyataan

##### 5.1 Penyandang Dana

Penelitian ini tidak mendapatkan pendanaan dari sumber manapun.

##### 5.2 Kontribusi Penulis

Semua penulis berkontribusi dalam penulisan artikel ini.

##### 5.3 Etik

Penelitian ini telah dikaji etik dan disetujui oleh Komite Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Kedokteran Universitas Pertahanan Republik Indonesia dengan nomor: Ref. No. 24-08-018.

##### 5.4 Konflik Kepentingan

Tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian ini.

#### 6 Daftar Pustaka

- [1] IDF, *IDF Diabetes Atlas 10th Edition*, 10th ed. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2021.
- [2] N. H. Andrisha, P. M. Savitri, and N. Bustamam, "Hubungan antara Jumlah Sesi Terapi Oksigen Hiperbarik sebagai Terapi Adjuvan dengan Perbaikan Ulkus Kaki Diabetik di Rumah Sakit Angkatan Laut Dr. Mintohardjo Tahun 2016–2018," *J. Penyakit Dalam Indones.*, vol. 7, no. 2, p. 117, 2020, doi: 10.7454/jpdi.v7i2.402.
- [3] M. A. Ortega *et al.*, "A general overview on the hyperbaric oxygen therapy: Applications, mechanisms and translational opportunities," *Med.*, vol. 57, no. 9, 2021, doi: 10.3390/medicina57090864.
- [4] J. M. Raja, M. A. Maturana, S. Kayali, A. Khouzam, and N. Efeovbokhan, "Diabetic foot ulcer: A comprehensive review of pathophysiology and management modalities," *World J. Clin. Cases*, vol. 11, no. 8, pp. 1684–1693, 2023, doi: 10.12998/wjcc.v11.i8.1684.
- [5] S. W. Sedu, M. H. Oley, D. E. Tjandra, and F. F. Langi, "Studi Pendahuluan Terapi Hiperbarik Terhadap Penyembuhan Ulkus Kaki Diabetik Penderita Diabetes Melitus Tipe-2 dengan Penanda Interleukin 6 dan Skor PEDIS," *JBN (Jurnal Bedah Nasional)*, vol. 4, no. 1, p. 19, 2020, doi: 10.24843/jbn.2020.v04.i01.p04.
- [6] Perkumpulan Endokrinologi Indonesia, *Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia 2021*. 2021.
- [7] K. McDermott, M. Fang, A. J. M. Boulton, E. Selvin, and C. W. Hicks, "Etiology, Epidemiology, and Disparities in the Burden of Diabetic Foot Ulcers," *Diabetes Care*, vol. 46, no. 1, pp. 209–211, 2023, doi: 10.2337/dci22-0043.
- [8] J. L. Burgess, W. A. Wyant, B. A. Abujamra, R. S. Kirsner, and I. Jozic, "Diabetic Wound-Healing Science," 2021.
- [9] L. Rosyanti, I. Hadi, D. Yuniar, S. Rahayu, A. Bintara, and B. Wida, "Hijp : Health Information Jurnal Penelitian Mekanisme yang terlibat dalam terapi oksigen hiperbarik(Theoretical Review Hyperbaric Oxygen Therapy/HBOT),"

- HJJP Heal. Inf. Junal Hiperbarik*, vol. 11, no. 2, pp. 182–205, 2019.
- [10] K. K. Jain, *Textbook of Hyperbaric Medicine*. 2017. doi: 10.1007/978-3-319-47140-2.
- [11] H. T. E. P. K. Whelan, “Hyperbaric Medicine Practice 4th Edition,” in *Best Publishing Company*, Best Publishing Company, 2017.
- [12] Y. A. Elghoneimy *et al.*, “Risk Factors and Surgical Outcomes of Diabetic Foot in Diabetic Patients at King Fahad University Hospital,” *Cureus*, vol. 14, no. 12, 2022, doi: 10.7759/cureus.32457.
- [13] Z. Zhang, W. Zhang, Y. Xu, and D. Liu, “Efficacy of hyperbaric oxygen therapy for diabetic foot ulcers: An updated systematic review and meta-analysis,” *Asian J. Surg.*, vol. 45, no. 1, pp. 68–78, 2022, doi: 10.1016/j.asjsur.2021.07.047.
- [14] L. Tao and X. Yuan, “Efficacy and safety of hyperbaric oxygen therapy in the management of diabetic foot ulcers: A systematic review and meta-analysis,” *Int. Wound J.*, vol. 21, no. 3, pp. 1–10, 2023, doi: 10.1111/iwj.14507.
- [15] M. Gupta and I. Somasundaram, *Hyperbaric Oxygen Therapy: Principles and Applications*, vol. 1, no. 3. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. doi: 10.1007/978-981-99-7278-4.
- [16] M. Y. Memar, M. Yekani, N. Alizadeh, and H. B. Baghi, “Hyperbaric oxygen therapy: Antimicrobial mechanisms and clinical application for infections,” *Biomed. Pharmacother.*, vol. 109, no. August 2018, pp. 440–447, 2019, doi: 10.1016/j.biopha.2018.10.142.